

Jukka Kääriäinen (toim.), Tommi Aihkisalo, Marco Halén,  
Harald Holmström, Petri Jurmu, Tapio Matinmikko,  
Timo Seppälä, Maarit Tihinen, Justus Tirronen

## Ohjelmistorobotiikka ja tekoäly – soveltamisen askelmerkkejä

**Lokakuu 2018**

Selvitys- ja  
tutkimustoiminnan  
julkaisusarja 65/2018

# KUVAILULEHTI

<b>Julkaisija ja julkaisuaika</b>	Valtioneuvoston kanslia, 30.10.2018		
<b>Tekijät</b>	Jukka Kääriäinen (toim.), Tommi Aihkisalo, Marco Halén, Harald Holmström, Petri Jurmu, Tapio Matinmikko, Timo Seppälä, Maarit Tihinen, Justus Tirronen		
<b>Julkaisun nimi</b>	Ohjelmistorobotiikka ja tekoäly – soveltamisen askelmerkkejä		
<b>Julkaisusarjan nimi ja numero</b>	Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 65/2018		
<b>Asiasanat</b>	Ohjelmistorobotiikka, tekoäly, koneoppiminen, digitalisaatio		
<b>Julkaisun osat/ muut tuotetut versiot</b>	6/2018; Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – alustavia havaintoja, Etlan julkaisuja, 28.6.2018		
<b>Julkaisuaika</b>	2018	<b>Sivuja</b> 65	<b>Kieli</b> Suomi

## Tiivistelmä

Tässä selvityksessä esitetään RoboÄly-hankkeen (Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – Robottien ja tekoälyn kehitysvaateet tietoinfrastruktuurille) tuloksia. Selvityksessä tarkastellaan ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltamista julkisella sektorilla sekä niiden tyypitteitä. Lisäksi kuvataan teknisiä edellytyksiä tekoälyn (erityisesti koneoppimisen) soveltamiselle julkisella sektorilla ja mitä tietoturvaan sekä tietosuojaan liittyviä seikkoja tulee huomioida ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltamisessa. Selvitys määrittelee edelleen valintakriteerit, miten tunnistetaan ohjelmistorobotiikalle tai tekoälylle soveltuvat tehtävät tai prosessit (viranomaisprosessit) sekä kuinka robotiikka- ja tekoälyhankkeiden hyötyjä voidaan arvioida. Selvityksessä kuvataan kaksi Oulun kaupungin casea: ohjelmistorobotiikka case ja tekoäly case. Selvityksessä esitetään myös kehittämistoimenpide-ehdotuksia, jotka tukevat ohjelmistorobottien ja tekoälyn hyödyntämistä ja käytön leviämistä julkisella sektorilla.

Tämä julkaisu on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa (tietokayttoon.fi).

Julkaisun sisällöstä vastaavat tiedon tuottajat, eikä tekstisisältö välttämättä edusta valtioneuvoston näkemystä.

# PRESENTATIONSBLAD

<b>Utgivare &amp; utgivningsdatum</b>	Statsrådets kansli, 30.10.2018		
<b>Författare</b>	Jukka Kääriäinen (red.), Tommi Aihkisalo, Marco Halén, Harald Holmström, Petri Jurmu, Tapio Matinmikko, Timo Seppälä, Maarit Tihinen, Justus Tirronen		
<b>Publikationens namn</b>	Programrobotik och artificiell intelligens – stegmarkeringar för tillämpning		
<b>Publikationsseriens namn och nummer</b>	Publikationsserie för statsrådets utrednings- och forskningsverksamhet 65/2018		
<b>Nyckelord</b>	Programrobotik, artificiell intelligens, maskininläring, digitalisering		
<b>Publikationens delar /andra producerade versioner</b>	6/2018; Utvecklingskrav avseende programrobotik och artificiell intelligens för offentlig sektor – preliminära observationer, Atlas publikationer, 28.6.2018		
<b>Utgivningsdatum</b>	2018	<b>Sidantal</b> 65	<b>Språk</b> Finska

## Sammandrag

I denna utredning presenteras resultat av RoboÄly-projektet (Utvecklingskrav avseende programrobotik och artificiell intelligens för offentlig sektor – Utvecklingskrav som robotar och artificiell intelligens ställer på datainfrastruktur). I utredningen granskas tillämpning av programrobotik och artificiell intelligens inom offentlig sektor samt typiska uppgifter för dessa. Dessutom beskrivs tekniska förutsättningar för tillämpning av artificiell intelligens (i synnerhet maskininläring) inom offentlig sektor och vilka datasäkerhets- och dataskyddsrelaterade faktorer som ska uppmärksammas vid tillämpning av programrobotik och artificiell intelligens. Vidare fastställer utredningen valkriterier, hur man identifierar uppgifter eller processer (myndighetsprocesser) som lämpar sig för programrobotik och artificiell intelligens samt hur man kan bedöma nyttorna av projekt som involverar robotik och artificiell intelligens. I utredningen beskrivs två case i Uleåborg stad: ett programrobotik-case och ett artificiell-intelligens-case. I utredningen presenteras också förslag till utvecklingsåtgärder som stöder utnyttjande och spridning av användningen av programrobotik och artificiell intelligens inom offentlig sektor.

Den här publikation är en del i genomförandet av statsrådets utrednings- och forskningsplan för 2018 ([tietokayttoon.fi/sv](http://tietokayttoon.fi/sv)).

De som producerar informationen ansvarar för innehållet i publikationen. Textinnehållet återspeglar inte nödvändigtvis statsrådets ståndpunkt.

## DESCRIPTION

<b>Publisher and release date</b>	Prime Minister's Office, 30.10.2018		
<b>Authors</b>	Jukka Kääriäinen (ed.), Tommi Aihkisalo, Marco Halén, Harald Holmström, Petri Jurmu, Tapio Matinmikko, Timo Seppälä, Maarit Tihinen, Justus Tirronen		
<b>Title of publication</b>	Robotic process automation and artificial intelligence – application roadmap		
<b>Name of series and number of publication</b>	Publications of the Government's analysis, assessment and research activities 65/2018		
<b>Keywords</b>	Robotic process automation, artificial intelligence, machine learning, digitalisation		
<b>Other parts of publication/ other produced versions</b>	6/2018; Public-sector development needs for robotic process automation and artificial intelligence – provisional findings, Research Institute of the Finnish Economy, 28 June 2018		
<b>Release date</b>	2018	<b>Pages</b> 65	<b>Language</b> Finnish

### Abstract

This report outlines findings of the RoboÄly project (Public-sector development needs for robotic process automation and artificial intelligence – development needs of robotics and artificial intelligence from the perspective of information infrastructure). The report examines robotic process automation and artificial intelligence applications in the public sector. The report also describes the technical requirements for applying artificial intelligence (and especially machine learning) in the public sector as well as information security and data protection considerations that need to be taken into account in the application of robotic process automation and artificial intelligence. Furthermore, the report sets out the selection criteria for identifying tasks or (public-sector) processes that are suitable for robotic process automation or artificial intelligence and ways to evaluate the benefits of robotics and artificial intelligence projects. The report includes two case studies from the City of Oulu: one relating to robotic process automation and one relating to artificial intelligence. The report also includes suggestions of development actions to support the exploitation and promote the use of robotic process automation and artificial intelligence in the public sector.

This publication is part of the implementation of the Government Plan for Analysis, Assessment and Research for 2018 ([tietokayttoon.fi/en](http://tietokayttoon.fi/en)).

The content is the responsibility of the producers of the information and does not necessarily represent the view of the Government.

# SISÄLLYS

<b>Esipuhe</b>	<b>1</b>
<b>Yhteenveto ja toimenpide-ehdotukset</b>	<b>2</b>
<b>1 Tausta</b>	<b>6</b>
<b>2 Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltaminen ja julkinen sektori</b>	<b>8</b>
2.1 Ohjelmistorobotiikan soveltaminen	9
2.2 Ohjelmistorobotiikan soveltamisen tila julkishallinnossa	12
2.3 Tekoälyn soveltaminen	14
2.4 Tekoälyn soveltamisen tila julkishallinnossa	16
2.5 Tekoälyn soveltamisen haasteita julkishallinnossa	19
<b>3 Tekniset edellytykset</b>	<b>21</b>
3.1 Tekoälyn ja koneoppimisen suhde	21
3.2 Kapasiteettikysymykset	22
3.3 Käytettävä tieto ja tietolähteet	23
3.4 Kokoelmat ja katalogit	24
<b>4 Tietoturvan ja tietosuojan näkökulma</b>	<b>27</b>
4.1 Tietoturvallisuus osana kyberturvallisuutta	27
4.2 Riskien arviointi	28
4.3 Tietoturvauhkat	28
4.4 Ohjelmistorobotiikan haavoittuvuus	28
4.5 Tekoälyn haavoittuvuus	30
4.6 Tietoturvan varmistaminen ohjelmistorobotiikassa	31
4.7 Oppivan järjestelmän tietoturvan varmistaminen	31
<b>5 Näkökulmia tulevaan</b>	<b>33</b>
<b>6 Kriteeristöt ja arviointimallit</b>	<b>35</b>
6.1 Taustaa ohjelmistorobotiikan kriteeristölle	35
6.2 Ohjelmistorobotiikan käytötapausten arviointikriteeristö	37
6.3 Taustaa tekoälyn valintakriteeristölle	41
6.4 Tekoälyn käytötapausten arviointikriteeristön luonnos	43
6.5 Hyötyjen arviointimalli	45

<b>7</b>	<b>Keskeiset viranomaisprosessit ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödyntämiselle</b> .....	<b>48</b>
7.1	Potentiaaliset viranomaisprosessit ja vaikutukset toiminta-arkkitehtuureihin. .	48
7.2	Case Oulun kaupunki. ....	53
	<b>Lähteitä ja tausta-aineistoja</b> .....	<b>61</b>
<b>Liite 1</b>	<b>Tekoälyn kehityshaarat, koneoppimisen opetustavat ja niiden tekniset tyyppitehtävät kullakin tietoaineistotyyppillä</b> .....	<b>64</b>
<b>Liite 2</b>	<b>Selvityksen tekemiseen osallistuneet tahot</b> .....	<b>65</b>

# ESIPUHE

Hankkeen tehtäväksiinto sisältää kaksi termiä: robotiikka ja tekoäly. Yhden ja saman lauseen sisällä käytettynä tuo kahden termin yhdistelmä kiinnittää selvityshankkeen fokuksen ilmiöön, joka haastaa erityisesti robotiikkaa ja tekoälyä parhaillaan rakentavat julkisen hallinnon organisaatiot, mutta joka seuraavien kymmenen vuoden aikana haastaa jokaisen organisaation: ohjelmistorobotiikka automatisoi toimintaprosesseja, koneoppiminen tuo itseoppivat koneet automatisoitujen prosessien sisään, organisaatioiden välillä käytäviin B2B kommunikaatioprosesseihin ja organisaatioiden ja niiden asiakkaiden väliseen B2C kommunikaatioon. Nykyisten organisaatioiden sisään syntyy autonomisia koneita ja toimintaprosesseja, joissa jatkuvan parantamisen ideaa toteuttaa itseoppivat koneet. Datan määrän ja sen ulotteisuuden kasvu yhdistettynä helposti saatavilla olevaan laskentakapasiteettiin on tuonut koneoppimisen tasolle, jossa ihmisen on vaikea tai jopa mahdotonta ymmärrettävällä tavalla kuvata koneen tuottamaa päättelyketjua. Erityisesti julkista valtaa käyttävien viranomaisten toiminnassa tällainen ohjelmistorobotiikan ja koneoppimisen yhdistelmä on haastava siksi, että viranomaistoiminnan hyväksyttävyyys perustuu arvoista ja normeista ohjesäännöiksi ja lopulta toimintaohjeiksi johdetun työjärjestyksen sisäiseen integriteettiin. Olemme oppivien koneiden teollisen vallankumouksen reunalla, jossa organisaatioiden ja niiden toimintaa säätelevien ihmisyhteisöjen sääntöjä on tarkistettava. Tämä selvitys on osa tuota, suurelta osin vielä edessä olevaa työtä.

Hankkeessa tarkastellaan seuraavia keskeisiä tutkimuskysymyksiä:

- Miten ja millä teknisillä edellytyksillä robotteja ja tekoälyä on hyödynnetty kansallisesti ja kansainvälisesti organisaatioiden päätöksenteko- ja tukiprosesseissa?
- Millä kriteereillä tulisi valita robotiikkaa ja tekoälyä hyödyntävät viranomaisprosessit?
- Minkälaisilla arviointimalleilla robotiikka- ja tekoälyhankkeiden taloudellisia, toiminnallisia ja yhteiskunnallisia hyötyjä (erityisesti asiakasvaikutukset) voitaisiin arvioida?
- Mitkä ovat ne keskeiset viranomaisprosessit, joissa valituilla kriteereillä ja arviointimalleilla saataisiin välittömiä ja merkittäviä säästöjä, toiminnan laadun parantumista ja positiivisia asiakasvaikutuksia?
- Millaisia toiminta-arkkitehtuurivaihtoehtoja robotiikka ja tekoälyn hyödyntäminen mahdollistavat julkishallinnossa?
- Millä yleisillä teknisillä edellytyksillä tiedot tulisivat olla järjestetty ja saatettu käyttöön, jotta robotti- ja tekoälytekniikkaa voidaan hyödyntää tehokkaasti.
- Mitkä ovat konkreettiset kehittämistoimenpiteet, joilla julkisen hallinnon tietovarantoja, -palveluita ja tietojen välitystä tulisi kehittää, jotta tietojen robottien ja tekoälyn käyttö on teknisesti mahdollista.
- Mitä tietoturvallisuus ja tietosuojanäkökulmia on huomioitava robotti- ja tekoälytekniikan hyödyntämisessä?

Jouko Salonen  
Ohjausryhmän puheenjohtaja

## YHTEENVETO JA TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Tässä selvityksessä esitetään RoboÄly-hankkeen (Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehitysvaateet julkiselle sektorille – Robottien ja tekoälyn kehitysvaateet tietoinfrastruktuurille) tuloksia. Hankkeen toteuttivat Teknologian tutkimuskeskus VTT, Aalto yliopisto, Elinkeinoelämän tutkimuslaitos Etna sekä Oulun kaupunki.

Tässä selvityksessä tarkastellaan ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltamista julkisella sektorilla sekä niiden tyyppehtäviä. Lisäksi tarkastellaan teknisiä edellytyksiä tekoälyn (erityisesti koneoppimisen) soveltamiselle julkisella sektorilla ja siitä, mitä tietoturvaan sekä tietosuojaan liittyviä seikkoja tulee huomioida ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltamisessa. Selvitys määrittelee edelleen valintakriteeristöt, miten tunnistetaan ohjelmistorobotiikalle tai tekoälylle soveltuvat tehtävät tai prosessit (viranomaisprosessit) sekä kuinka robotiikka- ja tekoälyhankkeiden hyötyjä voidaan arvioida. Lopuksi esitetään kehittämistoimenpide-ehdotuksia, jotka tukevat ohjelmistorobottien ja tekoälyn hyödyntämistä ja käytön leviämistä julkisella sektorilla. Selvityksessä Oulun kaupunki toimii case organisaationa, jota on hyödynnetty edellytyksiä, kriteeristöjä, hyötyjä sekä kokemuksia määriteltäessä. Selvityksessä esitetään myös Oulun kaupungin caset sekä ohjelmistorobotiikkaan että tekoälyyn liittyen.

Ohjelmistorobotiikassa ohjelmistorobotti opetetaan käyttämään organisaation tietojärjestelmiä kuten ihminenkin niitä käyttäisi. Ohjelmistorobotti tekee tätä työtä väsymättä ja nopeasti. Odotusarvo on, että robotti vapauttaa resursseja yksitoikkaisista työtehtävistä ihmistä vaativiin tehtäviin, kuten asiakaspalveluun ja harkintaa vaativaan työhön. Ohjelmistorobotiikkaa sovelletaankin jo julkisella sektorilla. Odotettavissa onkin, että sen käyttö lisääntyy ja yleistyy lähivuosien aikana julkisella sektorilla merkittävästi. Haastatteluissa painotettiin, että robotiikan käyttöönoton tulee olla hallittua edeten pienesti ja kokeillen – riskit halliten. Tekoälyn soveltamisen osalta Suomessa on edetty pilottien kautta, ja erilaisia hankkeita on meneillään ministerioissa ja kuntasektorilla. Eräs esimerkki tästä ovat chatbotit, jotka toimivat asiakasrajapinnassa vastaten asiakkaiden kysymyksiin ja ohjaten monimutkaisemmat kysymykset asiantuntijoille. Tämä vapauttaa ja skaalaa asiantuntijoita ihmistä vaativiin monimutkaisempiin työtehtäviin. Kuitenkin tekoälyn laaja hyödyntäminen julkisella sektorilla viranomaisprosesseissa vaikuttaisi olevan vielä tulevaisuutta vaikkakin soveltamisen ja pilottien määrä on kasvussa.

Ohjelmistorobotiikan osalta huomattiin sen soveltuvan tehtävien tai prosessin osien automatisointiin, jotka ovat tyypiltään toistettavia, sääntöihin perustuvia ja rutiininomaisia, ja siten sisältävät ominaisuuksia, joita on esitetty ohjelmistorobotiikan valintakriteeristöä esittelevässä kappaleessa (kappale 6.2). Lisäksi kappaleessa 2.1 on esitetty laajaan tapausaineistoon pohjautuen tyyppehtäviä, joihin ohjelmistorobotiikkaa on sovellettu. Sinällään ohjelmistorobotiikkaan soveltuvia työtehtäviä löytyy eri tyypisistä organisaatioista – niin julkiselta kuin yksityiseltä sektorilta – sekä ydintoimintojen että tukitoimintojen työtehtävistä.

Tarkasteltaessa ohjelmistorobotiikkaa ja tekoälyä voidaan havaita, että niillä kummallakin on omat tunnusmerkit automatisoitaville toiminnolle. Ohjelmistorobotiikan soveltamispotentiaali on suurin manuaalisten rutiinitehtävien automatisoinnissa. Sitä vastoin tehtävissä, joissa vaaditaan päättelyä (kuten ennustaminen), ollaan sovellusalueella, jossa tekoälyratkaisujen hyödyntäminen on potentiaalista. Selvityksessä esitetään laajaan tausta-aineistoon pohjautua tekoälyn soveltamisen ja kehittämisen nykytilan kuvaus (kappale 2.3). Tekoäly terminä käsittää lukuisan joukon erilaisia menetelmiä ja ratkaisuja eri tarpeisiin ja sovellusalueisiin. Sovellusalueisiin voidaan lukea kuuluvan mm. robotiikka, konenäkö ja luonnollisen kielen



käsittely (engl. Natural Language Processing – NLP). Menetelmistä erityisesti koneoppiminen on noussut vallitsevaksi ja tyypilliseksi tavaksi tuottaa tekoälyratkaisuja edustaen data-pohjaisia menetelmiä. Tekoälyn osalta selvityksessä on kuvattu luonnos valintakriteeristöä, jota voidaan käyttää tarkastuslistana tekoälyn – ja sieltä erityisesti koneoppimisen – soveltamista pohdittaessa organisaatioissa. Kriteeristö tuo esiin huomioitavia seikkoja tekoälyn soveltamista pohdittaessa esimerkiksi datan, teknologian ja tekoälyllä tuettavan tehtävän/prosessin ominaisuuksien näkökulmasta.

Selvityksessä kappaleessa 3 keskitytään tekoälyyn ja siellä erityisesti koneoppimisen tekniisiin edellytyksiin sekä esimerkinomaisesti sen mahdollisiin tekniisiin tyyppitehtäviin. Koneoppimisessa data on tärkeässä roolissa. Sen määrä ja laatu ovat merkittäviä asioita, jotka vaikuttavat tekoälymallin ja siten siitä koostetun järjestelmän toiminnan hyvyyteen. Datan esikäsittely koneopetuksen opetusvaiheessa on kenties yksi työläimmistä vaiheista kehityksen aikana ja vaatii hyvää data-analytiikan ammattitaitoa tuottaakseen toimivia ratkaisuja. Yhtenä merkittävänä kehittämis ehdotuksena selvityksessä nousikin esiin datakatalogien muodostaminen, joissa kuvataan julkisen sektorin hyödynnettävissä olevia tietoaineistoja ja ohjelmistorobotiikalle tai tekoälylle. Tällaisten katalogien tulisi sisältää tietoa saatavilla olevasta datasta kuten tiedon omistajuus, saatavuus, käyttöoikeudet, laatu sekä tekninen rakenne ja esitysmuodot.

Turvallisuusriskien hallinta on ensisijainen kysymys ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehittämisessä. Tietojen tulee säilyä luottamuksellisina ja niiden käyttö asianmukaisena. Itse robottitekniikat ovat tietoturvan näkökulmasta yleensä turvallisempia kuin ihmislähtöiset prosessit. Robotit seuraavat selvästi ohjelmoitua ja automatisoitua tapahtumasarjaa. Niin ohjelmistorobotiikan ratkaisut kuin myös tekoälysovellukset pitää suojata hakkereilta ja kyberhyökkäyksiltä sekä huolehtia yksityisyyden suojasta. Uhka näiden soveltamiseen aiheutuu nimenomaan tiedon käsittelyn myötä. Tekoälyalgoritmin tietolähteen tai koulutusmenetelmän tunnistaminen on arvokas keino hakkereille. Sopivasti muotoillut ja järjestelmään injektoidut vihamieliset tai virheelliset syötteet saattavat saada järjestelmän tuottamaan virheellisiä tuloksia. Siten tarvitaan riittävää testaamista ja syötteiden oikeellisuuden tarkistusta ennen käyttöä. Tekoälyratkaisujen kokonaisturvallisuus edellyttääkin panostamista uudentyypisten tehokkaiden testausmenetelmien kehittämiseen mm. koneoppimisen algoritmien toimintaa varten. Ohjelmistorobotiikka- ja tekoälyjärjestelmien käyttöönotossa yhdeksi uhkaksi on muodostunut organisaation taustajärjestelmien vanhentuminen. Vauhtisokeudessa ei modernisoida taustalla olevia järjestelmiä, koska prosessit on hoidettu robotiikan avulla. Hyvän lopputuloksen saavuttamiseksi automatisointi tulee tehdä iteratiivisesti pala kerrallaan, jolloin joka vaiheessa pyritään saavuttamaan stabiili tila, jossa tietoturva ja tietosuojat on varmistettu.

Seuraavassa esitetään kehittämistoimenpide-ehdotuksia, jotka tukevat ohjelmistorobottien ja tekoälyn hyödyntämistä ja käytön leviämistä julkisella sektorilla. Ehdotukset perustuvat haastattelu- ja kartoitusvaiheessa koottuun materiaaliin, aineiston pohjalta tehtyyn analyysiin ja johtopäätöksiin sekä hankkeen ohjausryhmän kommentteihin.

### **Käytettävissä olevat resurssit katalogien muodossa**

Selvityksessä nähtiin hyödyllisenä katalogien muodostaminen julkiselle sektorille, jotka kuvaavat ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödynnettävissä olevia tietoaineistoja tai muita resursseja. Tähän liittyy luonnollisesti tietoaineistojen kuvaus yhtenäisellä tavalla sekä se, mitä tietoaineistoja on saatavilla, miten ja missä. Lisäksi katalogien koostaminen ja elinkaa-

ren aikainen hallinta ja ylläpito tulee olla suunniteltua, jotta katalogit säilyvät käyttökelpoisina. Katalogeja voivat olla erilaiset tietolähde-, ohjelmistopalvelu- ja laskentaresurssikatalogit. Tietolähdekatalogit edustavat kokoelmaa tai inventaariota tietoaineistoista kertoen, mitä ja minkälaista tietoaineistoa on saatavilla sekä mistä se on saatavissa. Tällaisia tietoaineistoja voivat olla – yhteiset tai omat – muille jaettavat tietoaineistot, yhtäläisesti kuvattuina tarpeellisin metatiedoin varustettuna. Tietoaineistojen peruskuvaukseen ja metatietoihin voivat kuulua tekoälykäytön kannalta olennaiset tietoaineiston laatua indikoivat laatumetriikat, lähdetiedot, omistaja, tuottaja, standardit, saatavuus, käyttöoikeudet, esitysmuodot, jne.

### **Testidata-aineistot tukemaan ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn kehittämistä**

Julkisen puolen tuottama ja ylläpitämä testidata-aineisto olisi hyödyllinen tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan ratkaisujen kehitysvaiheessa. Nämä voisivat sisältää soveltuvia testikäyttöön tarkoitettuja tietoaineistoja ja niiden koosteita. Aineistojen tulisi olla anonymisoituja sekä perustua ns. ”oikeaan dataan” (= mini-Suomi). Tällöin kaikkien ei tarvitse ylläpitää erillisiä testidatan settejä. Yleiset ja yhtäläiset testiaineistot mahdollistavat kehityksen lisäksi myös erilaisen yhteismitallisen vertailun.

### **Automaattisen päätöksenteon kehys – apu tietojärjestelmäkehitykselle**

Olisi hyödyllistä määrittellä kehys, miten kansalliset hallintoviranomaiset voivat käyttää tekoälyä ja prosessiautomaatiota päätöksenteossa (kehys tietojärjestelmille) (vertaa Kanadan valmisteilla oleva määrittely). Tällaisen kehysten tavoitteena tulee olla se, että tietojärjestelmät suunnitellaan, niitä operoidaan ja jatkokehitetään vastuullisesti noudattaen yhdessä määriteltyjä sääntöjä riskit tunnistaen ja huomioiden. Kehys selkeyttäisi vaatimuksia ja toimintatapoja (kuten elinkaarenhallinta) liittyen automaattisen päätöksenteon tietojärjestelmien kehittämiseen, operointiin ja hallintaan. Tätä kautta tekoälyn kuin myös ohjelmistorobotiikan hyödyntäminen voitaisiin myös rajata sille sopiviin sovellusalueisiin.

### **Kuntakentälle jalkauttamisen tuki**

Tässä selvityksessä sekä muissa tekoälykokonaisuuden selvityksissä saatujen tulosten – kuten kriteeristöjen, toimintatapojen, suositusten, jne – jalkauttaminen toimintaan kuntakentälle tulisi suunnitella (vertaa Digitaalinenkunta.fi). Kuinka kunnat ja kaupungit voisivat helpoimmin ottaa käyttöön ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn ratkaisuja? Kunnilta puuttuu perustietoa ja kokemuksia siitä, mihin robotiikka ja tekoäly soveltuvat sekä tietoa niiden teknologioista ja elinkaaresta. Edelläkävijäkaupungit ovat tässä jo pitemmällä, mutta pienemmissä kunnissa tietämys on vielä puutteellista ja kokemusten jakamista tulisikin tukea. Lisäksi puuttuu kykyä käyttöönottoon, ja järjestelmät nähdään myös kalliina. Tulee myös huomata, että ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn ratkaisut rakennetaan nykyjärjestelmien ”päälle”. Siten nykyjärjestelmiä (ja niiden toimittajia) tulee arvioida sen perusteella, miten nykyiset tietojärjestelmät mahdollistavat tai hidastavat ohjelmistorobotiikan tai tekoälyn ratkaisujen hyödyntämistä.

### **Suomen kielen koneellisen käsittelyn ratkaisut**

Luonnollisen kielen käsittelyn ratkaisujen yhteiskehittäminen julkisella sektorilla olisi toivottavaa. Koska chatbot-sovelluksissa jo sinällään sovelletaan tekoälypohjaisia luonnollisen kielen käsittelyratkaisuja sekä huomioidaan se tosiasia, että kotimainen kieleemme on kieli-alueena varsin pieni maailmalla, olisi yhteistyö suomen kielen tekoälypohjaisten prosessoin-

tiratkaisujen kehittämisessä erittäin hyödyllistä. Yleisesti ja erityisesti teknisesti suomen kielen luonnollisen kielen prosessointiratkaisut sisältävät paljonkin yhteistä, ja siten samat perusratkaisut toistuvat kussakin sovelluksessa. Tämä asia nousi esiin myös haastatteluis-  
sa. Tällaisia yhteisen kehittämisen kohteita voisivat olla yhteiset projektit, kielen käsittelyn viranomaiskäytössä tarvittavat yleiset säännöt ja käytännöt, ohjelmistopalvelut, kehikot ja alustat, tietomallit sekä tekniset NLP-ratkaisut kuten parserit, generaattorit, kääntäjät, tulkit ja sisältöanalyysimallit.

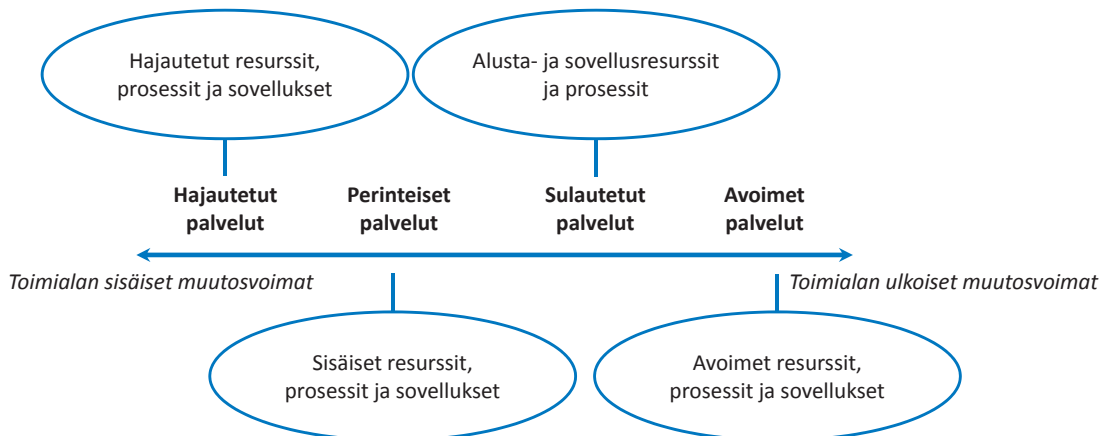
# 1 TAUSTA

Uusia teknologioita on usein pidetty organisaatioiden muutosajureina, jotka johtavat paitsi tuottavuuden parantumiseen eri organisaatioissa, mutta myös uusiin tapoihin, tehtäviin, prosesseihin ja liiketoimintamalleihin (Arntz et al., 2016; Ransbotham et al., 2017). Toisaalta, historian saatossa, on toistuvasti esitetty arvioita siitä, että uusien teknologioiden laaja soveltaminen johtaa mittaviin muutoksiin työssä ja työmarkkinoilla sekä yhteiskunnissa laajemminkin (ks. esim. Frey & Osborne, 2013; Pajarinen & Rouvinen, 2014).

Perinteisempi tapa ajatella uusia teknologioita on ollut ajatella niiden vaikutuksia organisaatioon ja sen: 1) **sisäiseen tehokkuuteen**: teknologiat tehostavat organisaation sisäistä toimintaa, esimerkiksi prosessien automatisaation kasvattaminen; 2) **ulkoisiin mahdollisuuksiin**: teknologioiden avulla saadaan uusia mahdollisuuksia toimialalla toimimiseen, kuten palvelujen tarjoaminen uudella tavalla asiakkaille, uusien asiakkaiden saavuttaminen, uudet tuotteet ja palvelut; 3) **markkinoiden uudelleen määrittämiseen**: teknologiat muuttavat toimialarakenteita tai organisaation omaa roolia ja liiketoimintaa osana toimialan kehitystä. (Parviainen et al., 2017a) Toisaalta teknologioiden vaikutukset voidaan jakaa toimialan sisäisten ja ulkoisten muutosvoimien näkökulmiin, jolloin niillä on laajempia vaikutuksia organisaatioiden tapaan ryhmittäytyä ja tuottaa palveluita. Oleellista digitalisaation nykykehityksessä on, että eri organisaatioiden palveluarkkitehtuurit moninaistuvat. (Mattila et al., 2018; Kuvio 1).

Nykysovelluskehityksen ja -soveltamisen valossa ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) vaikutukset näyttäytyvät organisaatioiden parempana resurssien ja prosessien tehokkuutena (tuottavuutena) sekä organisaation ja toimialan sisäisenä muutosvoimana. On kuitenkin huomioitava, että ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) soveltaminen ja niiden tuottavuusvaikutusten todentaminen ja mittaaminen ovat hyvin haastavia kunnollisten mittareiden puuttuessa. On myös arvioitu, että viranomaistoiminnan nopeus, virheettömyys ja osittain myös riippumattomuus paranisivat ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) käytön tuloksena. Lisäksi arvioidaan, että ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn soveltaminen mahdollistaa työtehtävien ja resurssien paremman skaalautumisen.

**Kuvio 1 Organisaatioiden palveluarkkitehtuurit moninaistuvat – Hallitsevatko toimialan kehitystä sisäiset vai ulkoiset muutosvoimat? Vaiko molemmat?**



Lähde: Mukailen Mattila et al. (2018).

Tehtäessä päätöksiä ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) hyödyntämisestä viranomaisprosesseissa on arvioitava, mitä viranomaisprosesseja kannattaa automatisoida sekä mitä toimenpiteitä tulee tehdä, jotta hyödynnettävä data on kelvollista automatisointiin. Rutiiniluontoiset tehtävät, joiden suorittaminen ei vaadi viranomaisen harkintaa, ovat luonnollisesti hedelmällisiä automatisoinnin näkökulmasta (Parviainen et al., 2017b). Toisaalta samassa yhteydessä tulee myös tarkastella toiminnan laajuutta ja tapahtumien määriä, jotta voidaan arvioida tehtävän kehitystyön ja panostusten järkevyys (Parviainen et al., 2017b). Ohjelmistorobotiikan sekä tekoälyn (koneoppimisen) hyödyntämisen edellytys on, että data on digitaalisessa ja laadukkaassa muodossa.

Ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) työkalut ja menetelmät ovat yleiskäyttöisiä ja näin toimialariippumattomia, mutta sovellusten toteutuminen näyttäytyy usein käyttötapa- ja organisaatiospesifisenä. Käytännöllisesti katsoen jokainen organisaatio käyttää sovellusten kehittämisessä omassa toiminnassaan omaa ja itsekoodattua dataa yhteisten data- ja prosessistandardien puuttuessa. Toisaalta käyttötapa- ja sovellusratkaisut voivat olla yleiskäyttöisiä, mutta jokainen sovellusten implementointi vaatii organisaatiokohtaisen sovelluksen mukauttamisen. Laajemmin ajateltuna eri teknologioiden soveltamisessa ei ole kyse yhden teknologian vaikutuksesta prosesseihin ja organisaatioon vaan eri teknologioiden laajemmasta yhteisvaikutuksesta. Myös ohjelmistorobotiikka ja tekoälynkin (koneoppimisen) soveltaminen ja vaikutukset tulee nähdä tästä laajemmasta näkökulmasta.

Tämä raportti jatkuu seuraavasti. Kappaleessa 2 tarkastellaan ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) soveltamista ja kappaleessa 3 teknisiä edellytyksiä erityisesti koneoppimisen näkökulmasta. Kappaleessa 4 pohditaan tietoturvan ja -suojan erilliskysymyksiä ohjelmistorobotiikalle ja tekoälylle (koneoppimiselle). Kappaleessa 5 esitetään tulevaisuudennäkymiä. Kappaleessa 6 taustoitetaan ja määritellään kriteerit niiden julkisen hallinnon tehtävien/prosessien valintaan, joissa ohjelmistorobotiikkaa ja tekoälyä (koneoppimista) voitaisiin soveltaa. Kappaleessa 7 määritellään keskeiset viranomaisprosessit ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn (koneoppimisen) hyödyntämiselle sekä esitetään Oulun kaupungin käytännön caset sekä ohjelmistorobotiikalle että tekoälylle.

## 2 OHJELMISTOROBOTIIKAN JA TEKOÄLYN SOVELTAMINEN JA JULKINEN SEKTORI

Ohjelmistorobotiikan (engl. RPA – Robotic Process Automation) ja tekoälyn (engl. Artificial Intelligence) soveltaminen näyttäytyy organisaatiossa kahtena eri teknologisenä ilmiönä. Kummallakin teknologialla ratkaistaan erilaisia organisatorisia ongelmia ohjelmistorobotiikan keskittyessä rutiininomaisten ongelmien ratkaisemiseen. Tekoälyllä taas ratkaistaan pääte-lyä vaativia ongelmia kuten ennusteongelmia. Seuraavaksi määrittelemme lyhyesti ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn käsitteet.

”Ohjelmistorobotiikalla tarkoitetaan ohjelmia, joita voidaan konfiguroida käyttämään organisaation tietojärjestelmiä niin kuin ihminenkin niitä käyttäisi.”

Ohjelmistorobotti suorittaa sille annettuja – tyypillisesti rutiininomaisia – työtehtäviä eikä sisällä suurempaa älykkyyttä. Tällaisia työtehtäviä löytyy tyypillisesti organisaatioiden ydinpro- sesseista ja tukitoiminnoista. Ohjelmistorobotiikka on todettu soveltuvan automatisointirat- kaisuksi parhaiten silloin, kun tavoitteena on tuotannossa olevien prosessien automatisointi ja pyrkimyksenä säilyttää käytössä olevat tietojärjestelmät (Railio, 2018). Ohjelmistorobotti ei sisällä toistaiseksi tekoälyominaisuuksia, joten ne eivät osaa tehdä päätelmiä vaan sopi- vat selkeisiin rutiininomaisiin, sääntöpohjaisiin tilanteisiin riippumatta yrityksen toiminnosta tai toimialasta (Lowe et al., 2017).

”Mitkä ovat ne rutiinityötehtävien kategoriat, joita organisaatio voi automatisoida ohjelmistorobotiikalla?”

Tekoäly on käsitteenä laaja ja moniulotteisempi (katso laajemmin ”Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus”, Ailisto et al., 2018). Tekoäly ei ole yksi teknologia, vaan nimikkeen alle kuuluu joukko erilaisia menetelmiä, teknologioita, sovelluksia ja tutkimussuuntia. Jonkinas- teinen oppiminen, opettaminen ja autonomisuus liitetään usein tekoälyyn. Toisaalta voidaan ajatella, että tekoäly, sen kehittyvät menetelmät, teknologiat ja sovellukset ovat vain yksi kehityssuunta digitalisaation laajemmassa viitekehyksessä. Ailisto et al. (2018) määrittelevät tekoälyn seuraavasti Russellia ja Norvigia (2014) mukaillen:

”Tekoälyn avulla koneet, laitteet, ohjelmat, järjestelmät ja palvelut voivat toimia tehtävän ja tilanteen mukaisesti järkevällä tavalla.”

Tarkasteltaessa sekä ohjelmistorobotiikkaa että tekoälyä (lähinnä koneoppimista) voidaan havaita, että kummallakin on omat tunnusmerkkinsä automatisoitaville toiminnoille. Asatianin ja Penttisen (2016) mukaan ohjelmistorobotiikan soveltamispotentiaali on suurin manuaalis- ten yksinkertaisten rutiinitehtävien automatisoinnissa. Toisaalta tekoäly sen nykymuodossa mahdollistaa paremman ennustamisen (Agrawal et al., 2018). Tekoälyn osalta on huomioi-

tava se, että mitä enemmän ja laadukkaampaa dataa yrityksellä on, sitä parempia ennusteita yritys voi tehdä. Lisäksi kasvava datan määrä, ennustaminen ja uusi data / informaatio helpottavat yrityksen päätöksentekoa vähentämällä sen epävarmuutta. (Seppälä, 2018). Eli, jos organisaatio haluaa ratkaista liiketoiminnallisia ongelmiaan tekoälyllä, sen tulisi osata kysyä itseltään: ”Mitkä ovat ne liiketoiminnalliset ongelmat, joita yritys voi muuttaa ennusteongelmiksi?” (Agrawal et al., 2018). Jos organisaatio osaa vastata edelliseen kysymykseen, sillä on todennäköisesti käsillä tekoälyn soveltamisen käyttökohte.

”Mitkä ovat ne liiketoiminnalliset ongelmat,  
joita organisaatio voi muuttaa ennusteongelmiksi?”

Ne organisaatiot, jotka jo ovat hyödyntäneet tekoälyä pidempään, ovat siirtymässä ohjaimattoman oppimisen sovellukset (engl. unsupervised learning) -tyyppisten tekoälyjärjestelmien (koneoppimisen järjestelmien) testaamiseen ja käyttämiseen osana oman organisaationsa toimintaa. Koneoppimisen kehityshaaroja, opetustapoja ja niiden teknisiä tyyppitehtäviä kullakin tietoinenistotyypillä käsitellään tämän raportin kappaleessa 3.1.

Kappale 2 jatkuu seuraavasti. 2.1 kappaleessa tarkastelemme ohjelmistorobotiikan soveltamista ohjelmistorobotiikalla toteutettujen työtehtävien näkökulmasta. Seuraavaksi kappaleessa 2.2 kuvaamme ohjelmistorobotiikan kuvaa julkisella sektorilla. 2.3 kappaleessa siirrymme tarkastelemaan tekoälyn soveltamista eri käyttötarkoituksissa. Analyysin lopputuloksena kerromme kolme keskeistä tekoälyn osaamisaluetta, joita eri yritykset hyödyntävät eniten omissa tekoälysovelluksissaan. Lopuksi käsittelemme tekoälyn tilaa ja haasteita julkisella sektorilla.

## 2.1 Ohjelmistorobotiikan soveltaminen

Olemme tarkastelleet ohjelmistorobotiikan soveltamisen nykytilaa käytännön käytötapausten kautta seuraavasti. Aineistona on 32 organisaation jo tunnistamia, arvioimia, toteutettuja ja toteutumattomia käytötapausta Suomessa. Organisaatiosta 12 on julkiselta ja 20 yksityiseltä sektorilta. Otos kattaa yhteensä 878 käytötapausta, joista julkisen sektorin käytötapausta on 273 ja yksityisen sektorin 605.<sup>1</sup>

Analyysin pohjaksi käytötapaukset (878 kpl) luokiteltiin niiden 1) suorittaman tehtävän, 2) sovellettavan prosessin ja 3) toteutusprioriteetin mukaan. Toteutusprioriteetilla tarkoitetaan sitä ajallista järjestystä, missä aikataulussa käytötapausta organisaatioissa toteutetaan. Ohjelmistorobotiikkaa sovellettiin käytötapauksissa kahdeksaan yleiseen tehtäväkategoriaan. Tehtäväkategoriat ja niiden selitteet on kuvattu taulukossa 1.

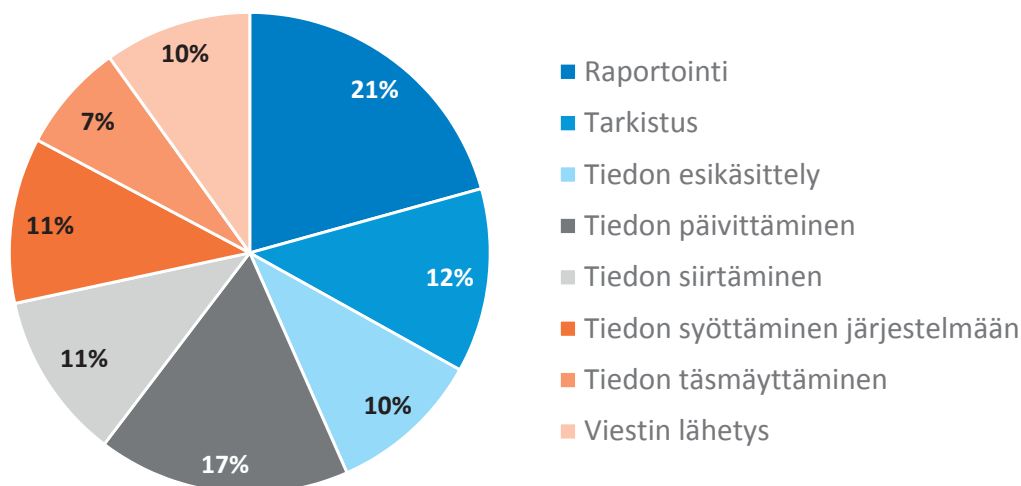
Otoksen käytötapaustyyppit jakoutuivat melko tasan eri käytötapaustyyppien välillä. Kolme yleisintä käytötapausta olivat 1) raportointi, 2) tiedon päivittäminen ja 3) tarkistus. Yhteensä nämä kattoivat 50 % kaikista käytötapauksista. Käytötapausten jakautuminen on tarkemmin kuvattu kuviossa 2.

<sup>1</sup> Haluamme erityisesti kiittää ohjelmistoyritys Korkia Oy:tä, heidän asiakkaitaan ja muita ohjelmistorobotiikan toimijoita käytötapaustietojen luovuttamisesta tutkimuskäyttöön.

**Taulukko 1 Ohjelmistorobotiikan käyttötapausten luokittelu suoritettavan tehtävän eli käyttötapaustyyppin mukaan**

Työtehtävän kategoria	Selite
Raportointi	Erialaisten raporttien ja yhteenvetojen kokoaminen järjestelmistä
Tarkistus ja testaus	Tietojen oikeellisuuden tarkistaminen, järjestelmätestaukset
Tiedon esikäsittely	Kerätään, työstetään ja lajitellaan tietoa myöhempää käyttöä varten ihmiselle prosessin seuraavissa vaiheissa
Tiedon päivittäminen	Ylikirjoitetaan vanhaa tietoa uudella tai poistetaan vanhaa tietoa kokonaan. Tiedon laadun ylläpitäminen
Tiedon siirtäminen	Siirretään tai kopioidaan tietueita järjestelmästä toiseen, massatallennukset, arkistoinnit
Tiedon syöttäminen järjestelmään	Syötetään uusia tietueita järjestelmiin, esimerkiksi luodaan uusi asiakkuus tai työntekijä
Tiedon täsmäyttäminen	Verrataan kahden tai useamman tietolähteen tietoja keskenään
Viestin lähetys	Massapostitukset, sähköpostien lähetys, muistutukset, selvityspyynnöt

**Kuvio 2 Käyttötapaustyyppit koko otoksessa (n=878)**



Miten nämä käyttötapaustyyppit jakautuivat organisaatioissa eri toimintoihin? Capgemini Consulting (2016) arvioi, että yli 50 % ohjelmistorobotiikkaa hyödyntävistä yrityksistä käyttää sitä taloushallinnossa, kun taas asiakaspalvelun prosesseja on automatisoitu vain 30 % yrityksistä. Myynti-toimitus -prosessissa hyödyntämisaste on 13 % ja henkilöstöhallinnossa 7 %.

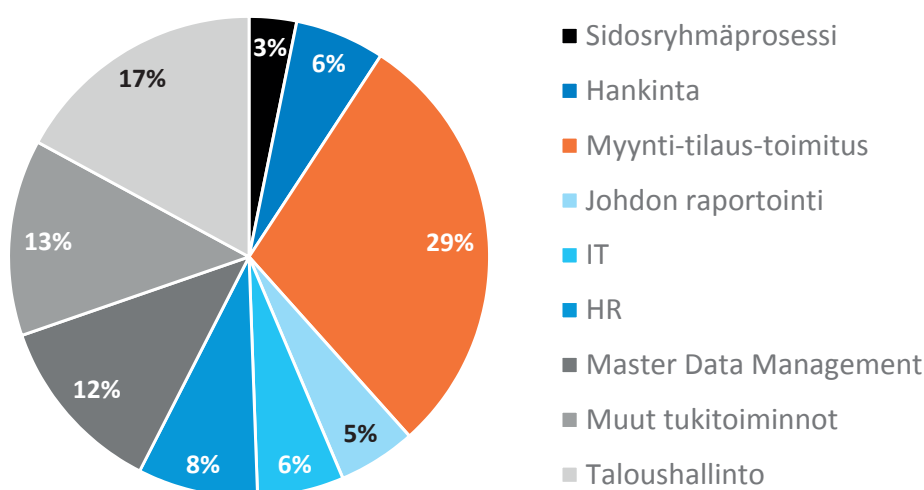
Otoksen käyttötapaukset jakaantuivat ydinprosessien (myynti-tilaus-toimitus, hankinta ja sidosryhmäprosessi 38 %) ja tukiprosessien (muut prosessit 62 %) välillä kuvion 3 osoittamalla tavalla. Ydinprosessien määritelmät on kuvattu taulukossa 2. Käyttötapausten jakautuminen toimintoittain on kuvattu tarkemmin kuviossa 3.



## Taulukko 2 Ydinprosessien määritelmät

	Funktio	Määritelmä
YDIN	Myynti-tilaus-toimitus	Yrityksen tarjoaman palvelun tuottaminen, liiketoiminnan ”sisältö”, asiakaspalvelu, asiakasviestintä, myynti, markkinointi
	Hankinta	Hankintojen tilaus-toimitus -prosessi, tuotteiden, työvoiman ja palveluiden hankinta ja vuokraukset
	Sidosryhmäprosessi	Muita organisaation sidosryhmiä koskevat prosessit, jotka tuottavat osapuolille arvoa
TUKI	Tietohallinto	Käyttöoikeushallinta, ympäristöjen ylläpito, testaukset, IT-tuki
	Henkilöstöhallinto	Henkilöstöhankinta, perehdyttäminen, palkkahallinto, työvuorosuunnittelu
	Taloushallinto	Osto- ja myyntireskontra (laskutus ja maksatus), kirjanpito, tilinpäätös
	Master Data Management	Asiakkaisiin, henkilöstöön, toimittajiin ja tuotteisiin liittyvän hitaasti muuttuvan datan hallinta. Jatkuva ylläpito ja kertaluonteiset tehtävät.
	Muut tukitoiminnot	Sisäiset selvitykset, valvonta, muut back office -prosessit
	Johdon raportointi	Raportit organisaation päätöksenteon tueksi. Sekä operatiivisen että strategisen tason raportointi

Kuvio 3 Käyttötapaukset prosessityypeittäin koko otoksessa (n=878)



Kuten käyttötapausotos kuvaa ohjelmistorobottiikkaa sovelletaan erittäin yksinkertaisissa työtehtävissä. Tuloksemme vahvistavat havaintoa, että ohjelmistorobottiikkaa sovelletaan tyypillisesti toistuvien, sääntöihin perustuvien työtehtävien automatisointiin (esimerkiksi Rai-lio (2018) ja Lowes et al. (2017)). Tällaisia työtehtäviä löytyy tyypillisesti kaikista organisaatioista sekä ydin että tukitoimintojen työtehtävistä. Esimerkkinä organisaatioista ovat mm. palvelukeskusten (esimerkiksi Palkeet) tehtävät kuten talous- ja henkilöstöhallinnon tehtävät sekä tietopalveluiden tehtävät.

## 2.2 Ohjelmistorobotiikan soveltamisen tila julkishallinnossa

Kiinnostus ohjelmistorobotiikkaan on vahvaa ja robotiikkaa sovelletaan jo edelläkävijäorganisaatioissa aktiivisesti enemmän kuitenkin yksityisellä puolella kuin julkisella. Laajemman soveltamisen tueksi kaivataan tietoa ja esimerkkejä siitä, kuinka julkinen sektori voisi ohjelmistorobotiikasta hyötyä. Joidenkin käyttötapausten kohdalla ratkaisun toteutus vaatii ilmaisuvoimaiset välineet ja niiden toteuttaminen jää IT-ammattilaisten tehtäväksi, mutta työn automatisoinnin kentällä on myös paljon kohteita, joita voidaan toteuttaa kevyemmällä, työntekijöiden itsensä käyttämällä välineillä. Odotettavissa on, että ohjelmistorobotiikan käyttö lisääntyy ja yleistyy lähivuosien aikana merkittävästi, ja voidaankin ajatella, että ohjelmistorobotiikan soveltamisesta syntyykin jopa toimistohenkilöstön seuraava perustaito.

Suomessa julkisella sektorilla on hankittu kokemuksia ja osaamista ohjelmistorobotiikasta hankkeiden ja pilottien avulla, kuten:

- *Parot-hanke*<sup>2</sup>: ohjelmistorobottien ja koneoppimisen ratkaisut palvelukeskuksille.

### Case Vero

Verolla lähdettiin ohjelmistorobotiikkaa pilotoimaan sääntöpohjaisiin tehtäviin. Karitoituksessa löydettiin noin sata potentiaalista kohdetta ohjelmistorobotiikalle. Riskien hallitsemiseksi asiassa edettiin kokeillen ja pienesti. Vero toteutti kolme Proof-of-Concept ratkaisua kolmen eri robottitoimittajan kanssa. Kukin robottitoimittaja tarjosi eri robottiratkaisun. Näin Vero kokosi ymmärrystä eri ratkaisujen soveltuvuudesta omaan organisaatioon ja tarpeisiin. Tarjouksessa veloitettiin toimittajia vastaamaan myös siihen, mitä tulisi kustantamaan, jos Vero haluaakin ajaa tuotannossa kyseistä ratkaisua. Kaikki pilotit onnistuivat hyvin, ja Vero on vienyt kaikki kokeilut tuotantoon. Seuraava vaihe on yhden alustan valinta ohjelmistorobotiikalle sekä ohjelmistorobottien käytön laajentaminen Verolla. Yksi alusta on luonnollisesti ylläpidon kannalta järkevintä. On myös huomioitava, että robottien toiminnan orkestrointi on tärkeää, että toiminta ei mene kaoottiseksi ja robottisovellusten linkkaaren hallinta varmistetaan. Lisäksi robottialustan kilpailutuksessa on huomioitava osaamisvaatimus ylläpitoa varten. Esimerkiksi, vaatiiko robotin ylläpito ohjelmointiosaamista vai vaaditaanko, että robottia pitää pystyä opettamaan graafisesti. Saavutettavien hyötyjen osalta henkilöstön motivointi, toiminnan laatu ja yhtenäisyys sekä henkilötyövuosisäästö ovat keskeisiä. Säästöjen osalta tulee kuitenkin huomioida, että säästön tuottaminen vaatii myös oman kehityspanoksen (kehitys/ylläpito, RPA investointi).

Ohjelmistorobotteja käytetään erityisesti olemassa olevien tehtävien automatisointiin. Verolla huomattiin, että roboteilla voidaan myös tehdä toimintoja, joita tänä päivänä ei välttämättä tehdä lainkaan, mutta niiden tekeminen voi parantaa toiminnan laatua ja läpimenoaikoja myöhemmissä vaiheissa (ks. *Case Vero -tietolaatikko kappaleessa 6.1*). Verolla pääasiallisena tavoitteena on saada asiantuntijat vain asiantuntijoihin (pois rutiinistyöstä). Eräs haaste ohjelmistorobotiikan käytön laajenemisessa on toimintavarmuus. Mikäli tulevaisuudessa on käytössä suuri määrä robotteja, niin häiriötilanteissa ei ole enää mahdollista korvata niiden tekemää työmäärää manuaalisella henkilötyöllä, vaan robottien toimintavarmuuden ja jatkuvuussuunnitelmien tulee olla samalla tasolla kuin muidenkin kriittisten tietojärjestelmien.

<sup>2</sup> <http://www.mostdigital.fi/parot-hanke/>

- *Monetra/Oulun kaupunki ja Vantaan kaupunki* hyödyntävät ohjelmistorobotteja.
- *Palkeet*<sup>3</sup> – Palvelukeskuksen tuotantoprosessien automatisointi.
- *Verohallinto*: tehnyt useita ohjelmistorobotiikan pilotteja, jotka olivat onnistuneita ja viety tuotantoon. Hyödyntämistä laajennetaan.
- *Kansaneläkelaitos (Kela)*: tällä hetkellä työn alla kolme RPA PoC:ia, joissa kokeillaan kolmella eri käyttötapauksella kolmea eri tuotetta. Lisäksi kokeillaan vielä yhtä RPA-tuotetta etuuskäsittelyn uuden arkkitehtuurin pilotoinnissa.
- *Oulunkaari (Oulunkaaren seutukunta)* tutkii ohjelmistorobotiikan mahdollisuuksia talous- ja henkilöstöhallintoon.

## Case Palkeet

Valtion talous- ja henkilöstöhallinnon palvelukeskus (Palkeet) käynnisti ohjelmistorobotiikan käyttöönoton ensimmäisten julkishallinnon organisaatioiden joukossa Suomessa. Ohjelmistorobotiikan käyttöä on levitetty laajalle eri prosesseissa suoritettaviin tehtäviin. Menestyksellisen käyttöönoton taustalla olivat selkeät päätökset:

- Johtoryhmässä todettiin ohjelmistorobotiikan (RPA) olevan pitkän aikavälin panostuskohde ja keskeinen tehokkuuden parantamisen keino, ei vain ohimenevä kokeilu.
- Alusta lähtien tehtiin päätös lähteä kasvattamaan osaamista talon sisälle. Näin saatiin pysyvyyttä ja soveltamisen osaamista laajasti.

Ensi vaiheessa asiantuntijat tunnistivat sisäisesti yli 60 potentiaalista kohdetta RPA:lle. Kohteiden valinnassa hyödynnettiin tuotantoprosessien automatisointi (TPA) -kehikkoa, jossa pyritään tunnistamaan tehostamisen kohteita. Kyseessä on konseptuaalinen malli, jonka tavoitteena on kannustaa käyttäjiä ilmiantamaan tehon tapa toimia. Tehostamisen tapana voi olla mm. RPA-projekti, yleinen LEAN-kehitys tai perinteinen kehityshanke. Sadan RPA:n soveltamiskohteen joukosta valittiin 60 tarkempaan tarkasteluun ja nämä priorisoitiin neljään toteutuskoriin. Ensimmäiseen koriin valikoitui 16 kohdetta, joiden osalta arvioitiin työn tehostamisen potentiaali, ja sen jälkeen valittiin ensin toteutettavat kohteet.

Arvioinnin pohjana oli tieto nykyprosessien yksikkömittareista, käsittelyaika ja -kustannus. Lähtökohtaisesti prosessi säilyi samana ja tuotiin vain automaatiota mukaan, mutta joskus on pitänyt myös tarkastaa prosessia. Oman toiminnan mittaamisen kautta syntyvä tieto yksikkökustannuksista on perusta priorisoinnille, kehitykselle ja taloudellisten hyötyjen mittaamiselle. Mikäli tarkkoja tietoja ei ole, on tehostamisen vaikutusten arviointi ennen muutosta ja todentaminen muutoksen jälkeen haasteellista.

Palkeiden RPA-toteutukset on tehty UIPath-alustalla. Alunperin valinta tehtiin matalan tason RPA-alustojen väliltä, koska lähtötaso oli matala. Toteutukset on tehty back office -palvelimille, joihin ohjelmistorobotti kirjautuu omilla tunnuksillaan ja sen jälkeen käyttää järjestelmää kuten ihmiskäyttäjä. Nyt on kuitenkin käynnissä korkeamman tason ratkaisun valinta ja samalla valmistellaan oppimisen tuomista mukaan RPA-toteutuksiin.

Kokemus ja osaamisen rakentaminen organisaation sisälle mahdollistavat sen, että tällä hetkellä Palkeet tarjoaa tukea RPA:n soveltamiseen ja myy RPA-kehitystä palveluna muille julkisen sektorin toimijoille.

<sup>3</sup> <https://suomidigi.fi/pelikirja/esimerkit/palkeet-tuotantoprosessien-automatisointi/>

Kantola et al. (2016) selvityksessä tarkastellaan kunnan tietotyön automatisointia ohjelmistorobotiikan avulla yhtenä keinona säästöille. Selvitys toteaa, että tällä on kuitenkin tiettyjä edellytyksiä, jotta säästöt voivat toteutua. Näitä edellytyksiä selvityksen mukaan ovat:

- Tietoteknillistä kyvykkyyttä vaaditaan kunnalta.
- Kumppanuuksien kautta voidaan prosessia viedä eteenpäin.
- Omien prosessien kuvaaminen on minimivaatimus.
- Osalla tietotyötä tekevästä henkilökunnasta työnkuva muuttuu automaation kehittäjäksi ja prosessin valvojaksi (osaamisen nosto).
- Säästöjä voidaan saavuttaa, jos organisaatiolla on valmius uudistaa organisaation rakennetta.

Kantola et al. (2016) selvityksen mukaan kuntasektorilla pienillä kunnilla ohjelmistorobotiikan säästöpotentiaaliprosentti menoista on suhteessa pienempi kuin isommilla kunnilla. Siten pienten ja keskisuurten kuntien osalta hyötyjen saavuttaminen edellyttää kuntien välistä yhteistyötä tai alueellisen palvelukeskuksen perustamista (esimerkiksi Oulun seudulla joukko pieniä kuntia on muodostanut Oulunkaaren kuntayhtymän).

## 2.3 Tekoälyn soveltaminen

Tässä tutkimuksessa tekoälyn soveltamisen ja kehittämisen nykytilaa on lähestytty tekoälyratkaisuja kehittävien globaalien startup-yritysten kautta. Aineistona on kansainvälinen Crunchbase.com julkisesta tietokannasta tuotu lista 3 981 yrityksestä, joilla on ”Tekoäly” mainittuna teknologiakategoria sarakkeessa. Lista yrityksistä on otettu ulos Crunchbase-tietokannasta kesäkuussa 2018 (ja toukokuussa 2017).

Tutkittavien yritysten listaa rajattiin yrityksiin, jotka olivat saaneet yli 250 000 dollaria pääomasijoituksissa. Näin tutkimuksen otokseen valikoitui 1 434 yritystä (vuonna 2017: 596 yritystä; Taulukko 3). Huomioitava on, että Crunchbase tarjoaa yhden näkökulman tekoälykehityksen yrityskenttään ja se saattaa sisältää materiaalin maantieteellisen vinouman yritysten maantieteen osalta, mutta esim. määrällisesti yritysten määrä on samalla tasolla.

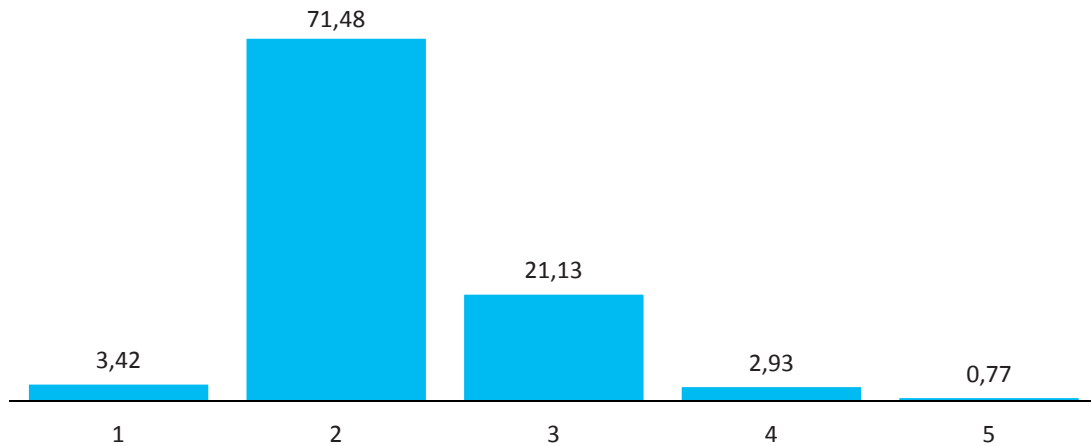
Analyysin pohjaksi startup-yritykset (1 434 kpl) luokiteltiin viiteen eri luokkaan: asteikko tulee ymmärtää luokituksena, jonka tarkoitus on luoda käsitys tekoälyn osuudesta yrityksen liiketoiminnassa ja tekoälykehityksen luonteesta. Luokittelu tulee käsittää subjektiivisena ja suuntaa-antavana.

Selite luokittelulle on seuraava: 1) Yritys kehittää hyvin perustavanlaatuisia tekoälytoiminnallisuuksia (esim. syväoppimista) tai tekoälylaitteistoa (esim. prosessorit); 2) Yritys kehittää tekoälypohjaista sovellusta tai harjoitteludataa tekoälyn opettamiseksi. Tekoäly on selvästi

**Taulukko 3 Tekoälyä hyödyntävien startup-yritysten määrä vuosina 2017 ja 2018**

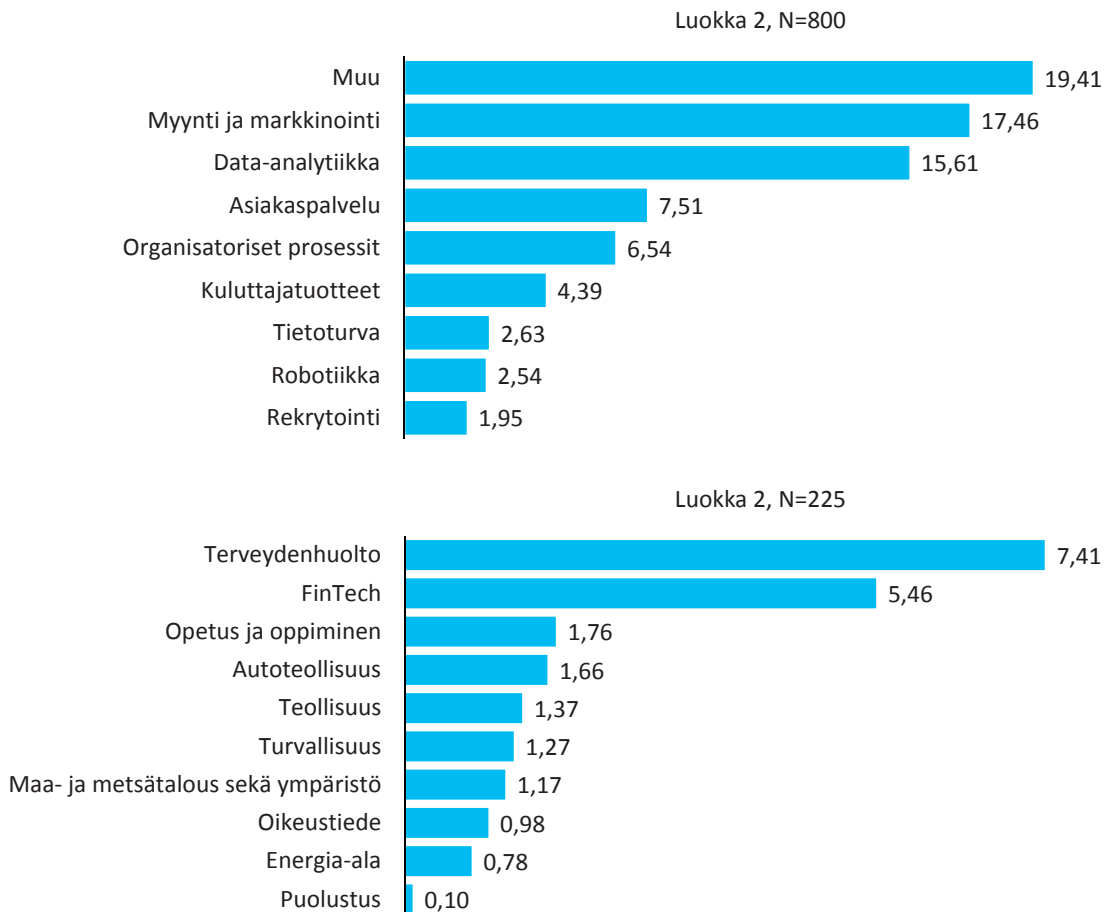
	2017	2018
Startup-yritykset – pääomasijoitukset yli 250 000 \$	596	1 434
Startup-yritykset	1 749	3 981

**Kuvio 4 Tekoälyä hyödyntävien startup-yritysten luokittelu (1–5)**



hallitseva osa tuotetta tai tuotteita ja sen/niiden kustannuksia; 3) Tekoäly on osa yrityksen tuottamaa tuotetta tai tuotteita. Yrityksessä on oma liiketoimintayksikköä tekoälyyn liittyen; 4) Tekoälyä hyödynnetään tuotteessa (tai sen tuotantoprosessissa) jollain tapaa, mutta sen merkitys on vähäinen. Yrityksessä ei ole omaa liiketoimintayksikköä tekoälyyn liittyen; 5) Tekoälyteknologian hyödyntämistä ja kehitystä tukeva taho (konsultti, kiihdyttämö, jne.).

**Kuvio 5 Tekoälyn yleinen ja toimialakohtainen soveltaminen**



Analyysin toisessa vaiheessa tarkasteltiin tekoälyä soveltavia startup-yrityksiä (1 025 kpl) ja sitä, ovatko yritysten sovellukset yleisiä vaiko toimialakohtaisia. Sovellusten yleisiä sovelluskohteita ja toimialakohtaisia sovelluksia on kuvattu kuviossa 5. Huomionarvoista on se, että toimialakohtaiset tekoälysovellukset ovat selkeässä vähemmistössä yleisiin sovellusalueisiin verrattuna.

Analyysin kolmannessa vaiheessa tarkasteltiin, mitä tekoälyn eri kompetensseja startup-yritykset hyödynsivät sovellusten suunnittelussa ja toteutuksessa. Koneoppiminen nousi merkittävimmäksi kehityshaaraksi. Huomioitavaa on, että koneoppimisen soveltamisen merkitys on edelleen kasvanut vuodesta 2017 (62 %) vuoteen 2018 (70 %).

#### Taulukko 4 Tekoälyn kehityshaarat startup-yrityksinä vuosina 2017 ja 2018

	2017	2018
Koneoppiminen	62	70 %
Luonnollisen kielen menetelmät	32	22 %
Konenäkö	7	8 %

## 2.4 Tekoälyn soveltamisen tila julkishallinnossa

Tekoälyn soveltamisen osalta Suomessa on edetty pilottien kautta, ja erilaisia hankkeita on meneillään ministeriöissä (Klementtinen & Peltola, 2018). Esimerkkinä hankkeista ovat kokeilut ja käyttö Kansaneläkelaitoksella (Kela), Maahanmuuttovirastolla (Migri) ja Verohallinnolla. Terveydenhuollon puolella HUS:ssa on meneillään kymmeniä tekoälyhankkeita (Vierula, 2018). Oulun kaupungilla on tunnistettu, että tekoälyä voidaan hyödyntää asiakaspalvelussa (chatbotit) ja avustavassa roolissa lupaprosesseissa ja päätöksenteossa. Tekoälyä voidaan käyttää apuna julkisen sektorin päätöksenteossa, jossa tekoäly antaa algoritmeihin ja laskentaan perustuvan ehdotuksen tai näkökulman päätöksentekoon.

Kuntaliitto on toteuttanut kuntien tietotekniikkakartoituksen 2018 kesän ja alkusyksyn aikana. Kartoitus toteutetaan toistuvasti sopivin väliajoin, jotta tulosten vertailu ja trendien havainnointi olisi mahdollista. Tänä vuonna kyselyyn otettiin mukaan uutena ajankohtaisena aiheena ns. uusien teknologioiden, kuten ohjelmistorobotiikan tai tekoälyn, hyödyntäminen kunnissa. Tulokset julkaistaan loppuvuoden 2018 aikana. Nämä tulokset tulevat olemaan mielenkiintoisia avaten kuntasektorin näkökulmaa uusien teknologioiden soveltamisen tilasta ja kehityspyrkimyksistä.

Vierulan (2018) mukaan HUS:ssa tekoälyhankkeissa on tehty paljon töitä sen eteen, että tieto saadaan sellaiseen muotoon, että tekoäly voi sitä käyttää. Tekoälyn kyvykyys ratkaista ongelmia riippuukin merkittävästi käytettävissä olevan datan saatavuudesta, määrästä ja laadusta (Desouza et al., 2017). Seuraavista Kela ja Vero case-esimerkeistä nähdään, että tulos näyttäisi riippuvan valitusta opetusmenetelmästä, joka edelleen vaikuttaa tarvittavan opetusmateriaalin määrään ja datan esikäsittelyn työläyteen.

## Case Kela

Kelalla on ollut chatbot-ratkaisu tuotantokäytössä kesällä 2017. Ratkaisu toteutettiin nopeasti ja pienellä toteutusporukalla. Toteutuksessa käytettiin Watson-tekoälyä vastaamaan opiskelijoille lainmuutokseen liittyen opiskelijaetuuksista. Tekoäly opetettiin toimimaan 225 vastauksen pohjalta, jossa yhtä vastausta kohden oli noin 5–20 autenttista asiakkailta saatua kysymystä. Kelan kokemusten mukaan chatbot toimi asianmukaisesti ja kokemukset olivat positiiviset. Ongelma-alue oli rajattu kapeaksi, ja se helpotti toteutusta.

Kela on jatkanut tekoälyyn liittyvää kehitystyötä seuraavasti:

- Kela on julkaissut vanhempainrahaan liittyvän chatbotin ”yleisneuvontaosion” osalta Kela.fi:ssä 8.8.2018.
- Valinnanvapauden yleisneuvonta -chatbottia (SOTE) on esitelty demoversiona. Julkaisua on suunniteltu lokakuun 2018 loppupuolelle. Jatkossa siitä julkaitaan ”hakemusavustajaosio”, joka palvelee tunnistautunutta henkilöasiakasta.
- Tutkitaan chatbotin mahdollisuuksia henkilöasiakkaan etuuden hakemiseen.
- Tutkitaan tekoälyn soveltuvuutta Kelaan saapuneiden hakemusten käsittelyssä ja ratkaisussa.

## Case Vero

Vero on toteuttanut chatbot-kokeilun, jonka tavoitteena oli auttaa virkailijoita ehdottamalla vastauksia asiakkaiden kysymyksiin. Siten kokeilussa ei ollut suoraa asiakas-chatbot -kontaktia. Pilotissa tehtiin kaksi iteraatiota, joista ensimmäisessä annettiin opetusmateriaalina noin 250 tuhatta keskustelua ja aihealue oli rajattu vain verokortteihin. Toisessa vaiheessa oli mukana myös muita verolajeja, ja materiaali oli noin 550 tuhatta keskustelua. Siten aineistona olivat chat-keskustelut, eivät eksaktit kysymys-vastaus -parit. Kokemuksena oli, että tekoäly ei tuottanut tarpeeksi hyviä vastauksia, erityisesti kun oli kyseessä monimutkaisempia kysymyksiä, aihealueesta toiseen hyppelyä tai asiakas esitti tarkentavia jatkokysymyksiä. Pilotti ei ollut vielä kypsä tuotantokäyttöön, mutta Vero jatkaa kokeiluja kahdella muulla chatbot-ratkaisulla, joiden opettaminen nojaa vahvasti eksakteihin kysymys-vastaus -pareihin. Tämä tuottaa parempaa laatua, mutta on erittäin työlästä henkilötyömääränä. Vero kerää paraikaa kokemuksia kokeiluista. Lisäksi Vero tekee tekoälykokeilua puheen muuntamisesta tekstiksi ja syntyneen tekstin luokittelusta. Tavoitteena on automatisoida saapuneiden puheluiden sisällön luokittelu, jotta Vero voi näin kertyneen tilaston avulla parantaa palveluaan.

OECD:n kyselyn<sup>4</sup> taulukoiduista tuloksista voidaan tunnistaa yhteensä 20 selkeästi ohjelmistorobotiikka- tai tekoälyhanketta eri valtionhallinnon aloilta. Hankkeet vaihtelivat idea tasolta olevasta jo koe- tai tuotantokäytössä oleviin ratkaisuihin. Eri tekniset sovellusalueet

<sup>4</sup> OECD:n nousevien teknologioiden temaattisen ryhmän piirissä Suomessa tehty kysely valtionhallinnosta.

## Case Työmarkkinatori

Työmarkkinatorista rakentuu työelämäpalvelut kokoava digitaalinen verkkopalvelukokonaisuus. Se yhdistää julkiset ja yksityiset palveluntarjoajat keskenään tarjotakseen työnhakijalle, työnantajalle sekä vaikkapa opiskelijoille ja oppilaitoksille mahdollisimman joustavan ja palvelevan kohtaamispaikan. Työmarkkinatorin ajatus on kerätä työmarkkinoiden tietoa hyvin laajasti sekä julkisilta että yksityisiltä toimijoilta yhteen paikkaan. Työmarkkinatori-alusta pitää huolen siitä, että muut palvelualustat löydetään ja niiden välittämää tietoa vaihdetaan alustalla kaikkien ekosysteemissä mukana olevien tahojen kesken. Työmarkkinatori tulee hyödyntämään tekoälyratkaisuja, jotta henkilöt löytävät osaamistaan vastaavia työmahdollisuuksia ja osaamisen kehittämiseen liittyviä palvelukokonaisuuksia. Tällä hetkellä ollaan tilanteessa, jossa pyritään löytämään Työmarkkinatorille soveltuvia tekoälyratkaisuja nimenomaan asiakkaan ohjaukseen liittyen sekä esimerkiksi myös osaamisvajeen tunnistamiseen liittyen.

tekoälystä vaihtelivat luonnollisen kielen käsittelystä, puhe- tai tekstimuodossa, luokitteluihin ja ennusteisiin. Esimerkkeinä voidaan mainita liikenneonnettomuusilmoitusten luokittelu, kyberturvallisuustilannekuvan muodostamisen apuvälineet, lyhyen aikavälin talousennusteet, jne. Kyselyn hankkeet jakautuivat luokiteltuina tekoälysovellusalueittain seitsemään asiakaspalvelu tai muuhun avustavaan chatbot-tyyliseen ratkaisuun, kolmeen luonnollisen kielen käsittelyyn pohjautuvaan ratkaisuun ja kolmeen muuhun.

Koska chatbot-sovellukset sinällään jo vaativat luonnollisen kielen käsittelyratkaisuja, olisi yhteistyö suomen kielen prosessointiratkaisujen kehittämisessä hyödyllistä huomioiden erityisesti se tosiasia, että kotimainen kielämme on kielialueena varsin pieni maailmalla. Yleisesti ja erityisesti teknisesti suomen kielen luonnollisen kielen prosessointiratkaisut sisältävät paljonkin yhteistä, ja siten samat perusratkaisut toistuvat kussakin sovelluksessa.

## Case Aurora\*

Valtiovarainministeriö on käynnistänyt kansallisen tekoälyohjelma Auroran esiselvityksen 17.9.2018. Auroran tavoitteena on vauhdittaa julkisen hallinnon siirtymistä tekoälyaikaan turvallisesti ja eettisesti. Auroran on tarkoitus mahdollistaa kansalaisille monien palveluntuottajien palveluista koostuvat saumattomat ja sujuvat kokonaisuudet erilaisiin elämäntapahtumiin.

Esiselvityksen tehtävänä on luoda ihmisten elämäntilanteisiin sekä yritysten liiketoimintatapahtumiin palveluita tuottaville organisaatioille kokonaisuus, joka mahdollistaa tekoälyverkoston keskinäisen vuorovaikutuksen.

”Aurorassa on kyse kansainvälisestikin aivan ainutlaatuisesta tekoälyprojektista. Tiedon hyödyntämisen ja tekoälyn avulla rakennetaan aivan uudenlaisia ja hallinnolliset raja-aidat ylittäviä palveluita. Keskiössä on kansalaisen kokemus sujuvasta palvelusta, ei yksittäisen viranomaisen tarve”, sanoo julkisten palveluiden digitalisaatiosta vastaava kunta- ja uudistusministeri Anu Vehviläinen.

\* [https://vm.fi/artikkeli/-/asset\\_publisher/viranomaispalvelut-tekoalyaikaan-esiselvitys-kansallisesta-tekoalyohjelma-aurorasta](https://vm.fi/artikkeli/-/asset_publisher/viranomaispalvelut-tekoalyaikaan-esiselvitys-kansallisesta-tekoalyohjelma-aurorasta)



Tämä asia nousi esiin myös hankkeeseen liittyvissä julkisen sektorin toimijoiden haastatteluisissa. Tällaisia yhteisen kehittämisen kohteita voivat olla yhteiset projektit, kielen käsittelyn viranomaiskäytössä tarvittavat yleiset säännöt ja käytännöt, ohjelmistopalvelut, kehikot ja alustat, tietomallit sekä tekniset NLP-ratkaisut kuten parserit, generaattorit, kääntäjät, tulkit ja sisältöanalyysimallit. Yksi esimerkki yhteisestä kehitystyöstä on Aurora-hankkeen suunnittelema tekoälyverkosto, jossa älykkäät sovellukset kytketään yhteiseen verkkoon palvelemaan ihmisiä elämäntapahtumissa ja yrityksiä liiketoimintatapahtumissa.

## 2.5 Tekoälyn soveltamisen haasteita julkishallinnossa

Kansainvälisesti tekoälyn soveltamiseen liittyviä selvityksiä ja aktiviteetteja on useita. Esimerkiksi Ruotsi<sup>5</sup> ja Kanada<sup>6</sup>. Näistä Kanadan määrittelemä direktiivi siitä, miten kansalliset hallintoviranomaiset voivat käyttää tekoälyä ja prosessiautomaatiota päätöksenteossa (kehys tietojärjestelmille), on erityisen mielenkiintoinen, koska tällaiset tietojärjestelmät voivat hyödyntää tekoälyä. Tarve määrittelylle on ilmeinen, koska automaattisen päätöksen järjestelmillä voidaan tuottaa merkittäviä vaikutuksia yhteiskunnalle ja siten niitä tulee kehittää ja käyttää huolellisesti.

Kanadan kehyksessä otetaan huomioon se, että päätöksiä voi olla eri tasoisia. Joidenkin päätösten vaikutukset voivat olla sellaisia, että niistä ei koidu juurikaan harmia päätöksen kohteelle – joissakin päätöksen vaikutukset taas voivat olla peruuttamattomia. Siten määrittelyssä on kuvattu eri tasoja siihen, miten päätökset vaikuttavat yksilön, yhteisön tai yhteiskunnan oikeuksiin tai etuihin. Tasot auttavat ymmärtämään paremmin ja vähentämään automatisoitujen päätöksentekojärjestelmien riskejä sekä antamaan asianmukaiset hallinnointi-, valvonta- ja raportointi- /auditointivaatimukset, jotka parhaiten vastaavat suunniteltua sovellustyyppiä. Näitä tasoja on määritelty neljä:

- *Taso I:* Pieni vaikutus tai ei vaikutusta: epäoikeudenmukaista päätöstä voidaan kohtuudella odottaa aiheutuvan enintään minimaalista haittaa.
- *Taso II:* Keskinertainen vaikutus: epäoikeudenmukaisesta päätöksestä voidaan kohtuudella odottaa aiheutuvan vähäistä tai kohtalaista haittaa.
- *Taso III:* Korkea vaikutus: epäoikeudenmukaisesta päätöksestä voidaan kohtuudella odottaa aiheutuvan kohtalaista tai vakavaa haittaa.
- *Taso IV:* Hyvin korkea vaikutus: epäoikeudenmukaisesta päätöksestä voidaan kohtuudella odottaa aiheutuvan vakavaa tai katastrofaalista haittaa.

Edelleen kehys määrittelee vaatimuksia eri tason päätöksiä varten kehitettäville tietojärjestelmille. Kehyksen tarkoituksena on auttaa Kanadan julkista sektoria hyödyntämään automaatiota hallinnollisissa päätöksissä. Tavoitteena on varmistaa, että näitä tehtäviä suorittavat tietojärjestelmät suunnitellaan ja niitä operoidaan vastuullisesti noudattaen kanadalaista ja kansainvälistä lainsäädäntöä, standardeja ja määräyksiä. RoboÄly-hankkeen aikana tehdyissä haastatteluisissa todettiin, että vastaava olisi hyvä myös Suomelle – sekä viranomaistoimijat ja ohjelmistotalot olivat tätä mieltä. Se selkeyttäisi vaatimuksia ja toimin-

<sup>5</sup> Juridik som stöd för förvaltningens digitalisering, Betänkande av Digitaliseringsrättsutredningen, Stockholm 2018, SOU 2018:25.

<sup>6</sup> Directive on Automated Decision-Making, Treasury Board Standard on Automated Decision Support Systems, <https://docs.google.com/document/d/1LdciG-UYeokx3U7ZzRng3u4T3lHrBXXk9JddjueQok/edit#heading=h.umd3sgrbb3d9>

tatapoja (kuten elinkaarenhallinta) liittyen automaattisen päätöksenteon tietojärjestelmien kehittämiseen, operointiin ja hallintaan. Tätä kautta tekoälyn hyödyntäminen voitaisiin myös rajata sille sopiviin sovellusalueisiin.

Ruotsin julkishallinnon digitalisointia tukevan lainsäädännön puitteissa on hallinnon automatisoinnin vaikutuksia pohdittu monesta näkökulmasta. Päätöksentekoprosessien automatisoinnin tarve on tiedostettu ja sen tarjoama mahdollisuus tuottavuusloikkaan tunnustettu, mutta päätöksenteon automatisointiin liittyvät riskit ja epävarmuudet jarruttavat etenemistä. Teknologianeutraalin lainsäädännön saattaminen ajanmukaiseksi edellyttää lainsäädännön laajaa läpikäyntiä ja muuttamista. Nykyisen lainsäädännön puutteet ja päällekkäisyydet luovat epävarmuutta julkishallinnon digitalisointikehitykselle ja kansalaisten luottamukselle tehtyjen päätösten lainmukaisuuteen. Lainsäädännön ja laajoilla tietomassoilla opetettavan tekoälyn toimintaperiaatteet poikkeavat toisistaan merkittävästi. Ongelmatilanteita syntyy erityisesti silloin, kun perinteisen käsittelyn ketju ei ole suoraan todennettavissa tai se muuttuu osana prosessien digitalisointia. Tekoälyn hyödyntäminen päätöksenteossa saattaa johtaa syy-seuraus-suhteen hämärtymiseen, tai ainakaan se ei ole avoimesti todennettavissa. Tekoälyn käyttöönoton myötä saattaa syntyä uusia haasteita, ja niiden hallintaan tulee kiinnittää riittävästi huomiota jo uusien ratkaisujen kehitysvaiheessa. Tekoälylle on luonteenomaista, että se ”oppii” sille tarjotun uuden materiaalin perusteella, ja tämän seurauksena myös tehdyt päätökset voivat olla erilaisia riippuen siitä, missä vaiheessa opetusprosessia tapauksen materiaali on sille tarjottu. Lainsäädännön kannalta tuloksien pitäisi kuitenkin olla samat riippumatta tekoälyn osaamisesta ja kyvystä tuottaa oikeita päätöksiä. Tästä johtuen tekoälyn opettamiseen käytettävän opetusmateriaalin tulee olla riittävän laaja ja monipuolinen. Opetukseen käytetty menetelmä ja materiaali tulee dokumentoida. Lisäksi tekoälyn tuottamia päätöksiä tulee testata laajasti ennen käyttöönottoa.

Täysin automatisoidun päätöksenteon sijaan tekoälyn hyödyntämisen uskotaan ensivaiheessa voivan tuoda viranomaisille mahdollisuuden hyödyntää entistä laajempaa tietopohjaa päätöksenteon tukena. Samalla voidaan välttyä yksinomaan tekoälyyn pohjautuvan päätöksenteon opetusmateriaalin ja mallien virheiden synnyttämiltä tai näihin kohdistuvien tahallisten väärinkäytösten vaikutuksilta päätöksentekoon. Teknisen kehityksen tässä vaiheessa on liian aikaista lähteä luomaan velvoittavia säädöksiä tekoälyn hyödyntämiseen julkisessa hallinnossa. Lainsäädännön kokonaisvaltaisten muutosten sijaan julkiselle sektorille tulisi luoda selkeät periaatteet ja säännöt siitä, millaisiin käyttötapauksiin tekoälyä olisi tarkoituksenmukaista hyödyntää, ja velvoittaa toimijoita varmistamaan ratkaisujen lainmukaisuus erityisesti päätös- ja valintatilanteissa. Tällaisia toimenpiteitä voisi olla esimerkiksi käytetyn teknologian tuottamien tulosten lainmukaisuuden varmistaminen esimerkiksi kehittämällä ulkopuolisen tahon auditointikäytäntöjä tulosten lainmukaisuuden arviointiin ja raportointiin.

Toimintamallien ja prosessien kehittämisessä tulee usein vastaan tilanteita, joissa uusi toimintatapa edellyttää myös uuden tiedon saamista käyttöön. Tällaiset tilanteet tarjoavat hyvän mahdollisuuden myös lainsäädännön ajanmukaisuuden tarkasteluun ja muuttamiseen. Tietosuoja säännösten mukaan pelkästään henkilötietoihin perustuvaa automaattista päätöksentekoa ei tule soveltaa tilanteissa, joissa päätöksellä on merkittävää vaikutusta henkilön oikeudelliseen asemaan. Vaikka tehokkuushyödyt ovat merkittäviä tulee tekoälyn hyödyntämiseen automaattisessa päätöksenteossa suhtautua vielä tällä hetkellä varauksella ja automaattinen päätöksenteko tulisi rajata päätöksiin, joiden muuttaminen on jälkikäteen mahdollista.

## 3 TEKNISET EDELLYTYKSET

### 3.1 Tekoälyn ja koneoppimisen suhde

Tekoäly teknisenä terminä käsittää lukuisan joukon erilaisia menetelmiä ja ratkaisuja eri tarpeisiin ja sovellusalueisiin. Sovellusalueisiin voidaan lukea kuuluvan mm. robotiikka, konenäkö ja luonnollisen kielen käsittely (Natural Language Processing – NLP). Menetelmistä erityisesti **koneoppiminen** on noussut vallitsevaksi ja tyypilliseksi tavaksi tuottaa tekoälyratkaisuja edustaen datapohjaisia menetelmiä. Koneoppimisella tuotetut ratkaisut edustavat tällä hetkellä edistyneisintä suuntausta tekoälyn alalla ja ovat osoittautuneet toimiviksi myös haasteellisissa ongelmissa esim. robotiikan, konenäön ja luonnollisen kielen käsittelyn sovellusalueissa. Koneoppiminen on yleisesti ja lyhyesti määritelty seuraavasti:

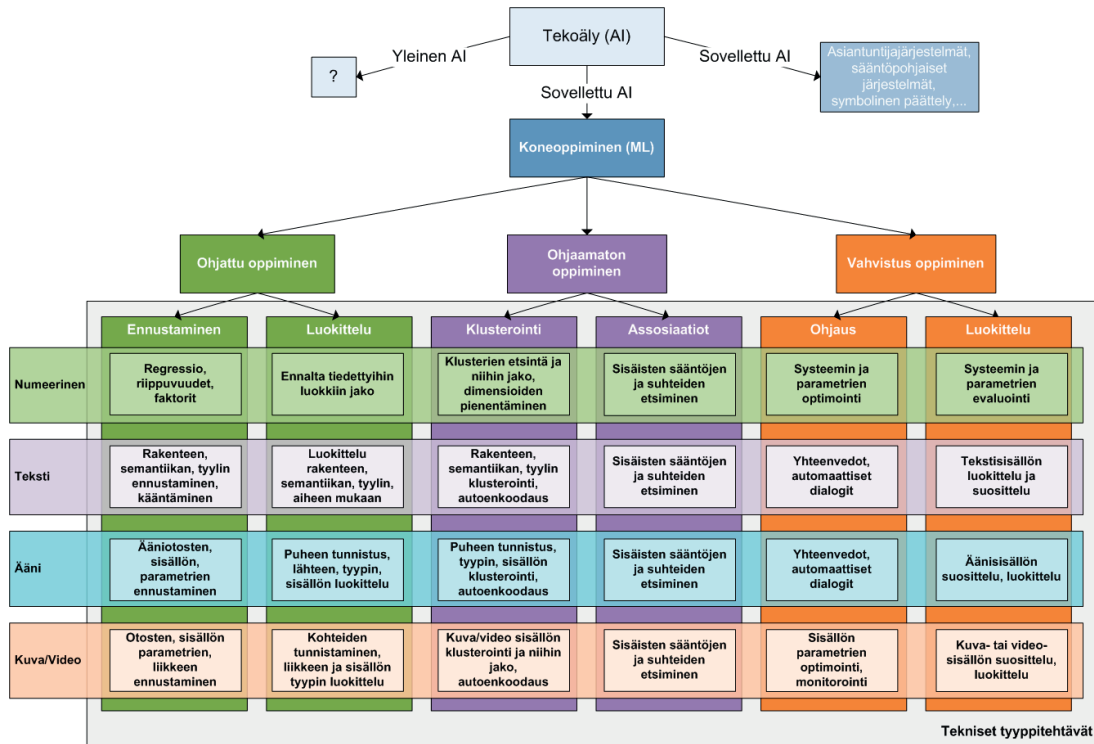
”Keino, jolla tietokoneet oppivat asioita ilman, että niitä siihen erikseen ohjelmoidaan” (Samuel, 1959)

Koneoppiminen käsitteenä sijoittuu yhdeksi tekoälyn tekniseksi toteutustavaksi. Koneoppiminen sijoittuu **sovelletun** tekoälyn haaraan, josta voidaan käyttää myös heikon tai suppean tekoälyn nimitystä. Koneoppiminen itsessään taasen jakautuu soveltuvan opetusprosessin ja teknisellä tasolla suoritettavan tehtävän mukaisiin teknisiin tyyppitehtäviin käytettävän tietoaineistotyyppin mukaan. Tekniset tyyppitehtävät ja opetusprosessit säilyvät samoina riippumatta varsinaisesta käytettävästä algoritmityypistä, kuten esim. neuroverkot, syväoppiminen, lineaariregressio jne. Tietoaineistotyyppejä voivat olla numeerinen, teksti, ääni, kuva ja video. Kuvio 6 esittää koneoppimisen suhdetta tekoälyyn ja sen jakautumista yllä kuvatun tavoin. Teknisiä tyyppitehtäviä kuvassa on esitelty esimerkkien tasolla, sillä niitä ja erityisesti niiden yhdistelmiä voi olla huomattavan paljon enemmänkin. Laaja, **yleinen** tai vahva tekoäly, nimityksestä riippumatta, voi olla yleisen käsityksen mukaan vielä tavoittamaton. Vahva tekoäly määritelmien mukaan saavuttaa vähintään inhimillisen älykkyyden tason, jolla on jonkinlainen tietoisuudeksi määriteltävä ominaisuus.

Kuvion 6 mukaan esimerkiksi mielivaltaisesti valitun kirjajoukon sisällöistä kootun tekstipohjaisen tietoaineiston luokittelu tyylin mukaisiin luokkiin, kuten vaikka proosa- ja runo-aineistoluokkiin, on ”luokittelu tyylin mukaan” -tyyppitehtävä, joka kuuluu Luokittelu-tyyppitehtäviin ja siten Ohjatus oppimisen -alaan, koneoppimisen ja sovelletun tekoälyn alalla. Lisäksi kuvattu esimerkkisovellus sijoittuu luonnollisen kielen käsittelyn sovellusalaan käytetyn tietoaineiston sisältämän luonnollisen kielen ja sen käsittelyn pohjalta. Ohjattu oppiminen vaatii riittävän esimerkkiopetusaineiston kokoamisen ja sen esikäsittelyn koneopettamista varten.

Koneoppimisella tuotettavat **tekoälymallit** tuotetaan nimensä mukaisesti opettamalla; joko etukäteen lukuisalla joukolla esimerkkejä sisältävän tietoaineiston pohjalta tai ”palkintojen” avulla sen hetkessä tilanteessa ohjaten tekoälymallin toimintaa haluttuun suuntaan. Koneopitut tekoälymallit soveltuvat täten esimerkkiaineistojen sisältämien monimutkais-tenkin asioiden yleistettyyn tulkintaan tai ennustamiseen. Mallinen tuottamat raakatulokset on kuitenkin aina tapauskohtaisesti skaalattava tai muuten tulkittava loppukäyttöä varten, esimerkiksi ihmisluettavaksi.

**Kuvio 6 Tekoälyn kehityshaarat, koneoppimisen opetustavat ja niiden tekniset tyyppitehtävät kullakin tietoineistotyypillä (ks. liite 1)**



Koneoppimisella tavallisesti tuotetaan tekoälyratkaisujen ydinosa eli tekoälymalli, joka on vastuussa tilannetta kuvaavan syötedatan pohjalta muodostetun päättelytuloksen tuottamisessa. Neuroverkot ja syväoppivat neuroverkot (ts. syväoppiminen ja monimutkaiset neuroverkot) ovat koneoppimisen erikoistuneita algoritmityyppisiä, jotka ovat hyvin soveltuvia erittäin monimutkaisiin ongelmanratkaisutilanteisiin. Erilaisten koneoppimispohjaisten mallien ja algoritmityyppien sekä niiden yhdistelmien kehittyminen jatkuu edelleen mahdollistaen uudenlaisia ratkaisuja ja käyttökohteita.

### 3.2 Kapasiteettikysymykset

Yleisen käsityksenkin mukaan tekoälyn ja koneoppimisen soveltaminen vaativat suuret määrät tietoineistoa ja siten tallennuskapasiteettia, tiedonsiirto- sekä laskentakapasiteettia. Erityisesti koneopettavan tekoälymallin opetusvaihe on erittäin tieto- ja laskentaintensiivinen vaatien siten olennaisesti runsaammin kapasiteettia kuin jo varsinaisessa käyttövaiheessa eli käytössä olevassa tekoälypohjaisessa järjestelmässä. Yleistäen opetusvaihe, erityisesti ohjattua opetusta sovellettaessa, käsittää suurten opetuskäyttöön valmisteltujen tietolähteiden moninkertaisen prosessoinnin, jotta tekoälymalli oppisi tiedon sisältämät lainalaisuudet ja yleistyksiset. Lisäksi tietoineiston muoto ja luonne määrittelevät kapasiteettien tarpeet niin kehitys- kuin käyttövaiheen aikana. Kuva- ja videopohjainen tietoineisto yksittäinkin vaatii jopa tavanomaisessa käytössä enemmän niin tallennus-, tiedonsiirto- kuin laskentakapasiteettiäkin.

Laskentakapasiteetti ja sen riittävyys ovat tärkeitä erityisesti opetusvaiheessa. Opetusvaihetta teknisesti pyritään nopeuttamaan erikoistuneilla GPU-pohjaisilla kiihdytysratkaisuilla.

Kiihdytysratkaisujen erikoisluonne ja siten mahdollinen saatavuuden rajoittuneisuus tai jopa maantieteellinen keskittyminen voi aiheuttaa ongelmia ja vaatia tiedonsiirtoa tietolähteistä prosessoitavaksi erikseen. Käyttövaiheessa erityisesti ohjaamattoman opetuksen ollessa kyseessä, erilaiset reaaliaikavaatimukset voivat olla hyvin suuret. Tämä vaikuttaa erityisesti riittävän suorituskykyisen laskentakapasiteetin tarpeeseen, jotta reaaliaikavaatimukset täytävään vasteaikaan päästäisiin. Tällaiset erittäin tiukat reaaliaikavaatimukset käyttövaiheen aikana tulevat kysymykseen esimerkiksi autonomisten ajoneuvojen kohdalla.

Tiedonsiirtokapasiteetti monesti on tarpeen niin opetus- kuin käyttövaiheessakin. Kapasiteetin riittävyys voi olla ratkaiseva ja mahdollisesti pullonkauloja muodostava, mikäli tietoaineistoa on siirrettävä tietolähteestä opetuskäyttöä varten. Koko tietoaineiston siirto koosteena voi olla yksittäisenä suorituksena aikaa vievä, kun taas paloittain tai erissä opetusta varten siirrettäessä koko opetusprosessi voi hidastua. Kuitenkin esimerkiksi tämän hankkeen haastatteluissa kävi ilmi, ettei erään organisaation siihen mennessä kokeiluissa tai käytössä olevissa ratkaisuissa havaittu kapasiteettiin liittyviä ongelmia ulkoistetun hankinnan myötä. Kapasiteettia on voinut ostaa tai vuokrata tarpeen mukaan ja kokonaisratkaisuja hankittaessa siihen liittyvät kysymykset ovat jääneet toimittajan vastuulle.

### 3.3 Käytettävä tieto ja tietolähteet

Sopivien tietolähteiden etsiminen, valinta ja niistä saatavan tiedon suodatus, yhdistely ja muu käsittely sopivaksi on yksi työläimmistä vaiheista varsinaisen tekoälyjärjestelmän kehityksessä. Maimon ja Rokach (2010) käsittelevät ensimmäisessä luvussa tähänkin soveltuvan esikäsittelyn vaiheita tiedonlouhinnan näkökulmasta alkaen ongelmakentän ymmärtämisestä, tiedon valinnan ja lisäyksen kautta tulosten arviointiin ja tulkintaan päätyen aina lopullisten tulosten tulkintaan ja esittämiseen. Esikäsittely vaatii resurssimielessä monesti runsaasti asiantuntemusta ja käytännön kokemusta. Käytettäväksi valittu tieto on esikäsiteltävä ja muunnettava sopivaksi tekoälyjärjestelmän opetusvaiheeseen, joka sisältää varsinaisen opetuksen lisäksi syntyvän tekoälymallin hienosäätämisen ja validoinnin. Esikäsittely saattaa sisältää erityisesti ohjattua opetusmenetelmää käytettäessä tietoaineiston sisältämien esimerkkien merkintää, suodatusta ja muuta matemaattisluonteista käsittelyä runsaastikin. Suurin työ koneoppimisessa onkin tiedon oikeellisuuden, laadun ja kattavuuden varmistaminen ja siten esimerkiksi HUS:ssa on tehty paljon töitä sen eteen, että tieto saadaan sellaiseen muotoon, että tekoäly voi sitä käyttää (Vierula, 2018).

Opetusvaihe kuluttaa runsaasti tiedon varastointi- ja laskentaresursseja ja vaatii edelleen asiantuntemusta tekoälymallin virheanalyysissa ja sen parametrien hienosäädössä, kuitenkin parhaimmillaan opetusvaihe voi olla ainutkertainen tapahtuma. Virheanalyysin ja hienosäädön syklissä, mikäli tulokset eivät ole tyydyttäviä, saatetaan joutua käyttävää tietoaineistoa käsittelemään ja valitsemaan uudelleen monestikin.

Tiedon laatu on merkittävä asia tekoälymallin tuottamien tulosten oikeellisuuden kannalta ja siten koko tekoälyjärjestelmän toiminnan hyvyyden kannalta. Tietolähteiden tieto voi sisältää epäsuorasti tai jopa suorasti virheitä ja vinoutumia, jotka edelleen korostuvat koneopitun tekoälymallin tuottamissa tuloksissa. Vinoutumien olemassa olon arviointi erityisesti etukäteen saattaa olla erittäin haasteellista ja vaatia huolellista ongelmakentän ja siihen liittyvän tiedon tuntemista ja analysointia data-analytiikan keinoin. Vastaavasti tekoälyjärjestelmän tuottamien tulosten tulkinta ja ymmärtäminen lähtökohtaisen ongelmakentän ja tietoaineiston kontekstissa on tärkeää.

Lisäksi tietolähteitä ja niiden sisältämiä tietoja käyttöönotettaessa on otettava huomioon etukäteen:

- yleensä saatavuus ja pääsy tietoon, tietolähteen varastointiratkaisut, omistajuus sekä siihen liittyvät käyttöoikeudet,
- tiedon laatu,
- tekninen rakenne ja esitysmuodot, jotka soveltuvat tekoälykäyttöön ja valmiina ollessaan helpottavat työskentelyä:
  - koneopetuskäytössä yleensä CSV-muotoiltua massadataa
  - esikäsittelyä helpottaa esimerkiksi tidy data -muotoinen (Wickham, 2014) rakenne

Uusien tai ylläpidettävien tietolähdejärjestelmien sekä niiden tietomallien suunnittelussa ja ylläpidossa on hyvä ottaa huomioon mahdollinen tuleva tekoälykäyttö. Tämä voi sisältää sisäänrakennettuna tai erillisinä tarjottavina muuntimina ja koosteina valmiit "tidy data" -tyyppiset tietomallit, jotka helpottavat siten tiedon ymmärtämistä ja jatkokäsittelyä tekoälykäyttöön. Tiedon esitystavat voivat valmiina sisältää rinnakkaisina optioina esimerkiksi XML:n, JSON:n ja CSV:n lisäksi normalisoidut vektorimuodot. Tiedon laadun korostuessa valmiit soveltuvat laatumetriikat (esimerkiksi avoimen datan laatumetriikat Immosen (2017) mukaan), suodatukset sekä käyttöoikeuksien hallinta edesauttavat tietolähteiden ja tiedon esivalintaa sekä käyttöönottoa. Lisäksi myös tietolähteiden ja aineistojen riittävän kattavat metatiedot ja saatavilla olevien tietolähteiden ja aineistojen koostaminen ja luetteloiminen katalogeihin edesauttavat käyttöönottoa. Metatiedot voivat sisältää laatutietojen lisäksi tiedot käyttöehdoista, luvituksesta ja omistajuudesta.

Yleensäkin erilaisten tietolähteiden ja niiden tietojen ja koosteiden luetteloiminen on nähty haastattelujen perusteellakin hyödylliseksi myös muunlaiselle tietojärjestelmien kehitykselle. Parhaimmillaan automaattisesti toimivat luettelot tai katalogit pystyisivät automaattisesti muodostamaan tarvittavat laatumetriikat ja listaamaan riittävät metatiedot mukaan lukien ymmärtämistä ja koneluettavaa käyttöä helpottavat skeemat.

Tekoälypohjaisten ratkaisujen kehitystyötä edistäisivät julkisen sektorin tuottamat ja ylläpitämät testidata-aineistot, jotka voisivat sisältää valmita testikäyttöön tarkoitettuja tietoaineistoja ja niiden koosteita. Yleiset ja yhtäläiset testiaineistot mahdollistavat kehityksen lisäksi myös erilaisten sovellusratkaisujen yhteismitallisen vertailun. Testiaineistojen tarjoaminen ja käyttäminen onkin hyvin yleinen käytäntö akateemisessa tutkimus- ja kehitystyössä, jota edustavat esimerkiksi MNIST-käsialanäyte -tietoaineisto, ImageNet -kuva-aineisto ja Canterbury Corpus -tekstiaineisto tiedonpakkauratkaisujen testaamista ja vertailua varten.

### 3.4 Kokoelmat ja katalogit

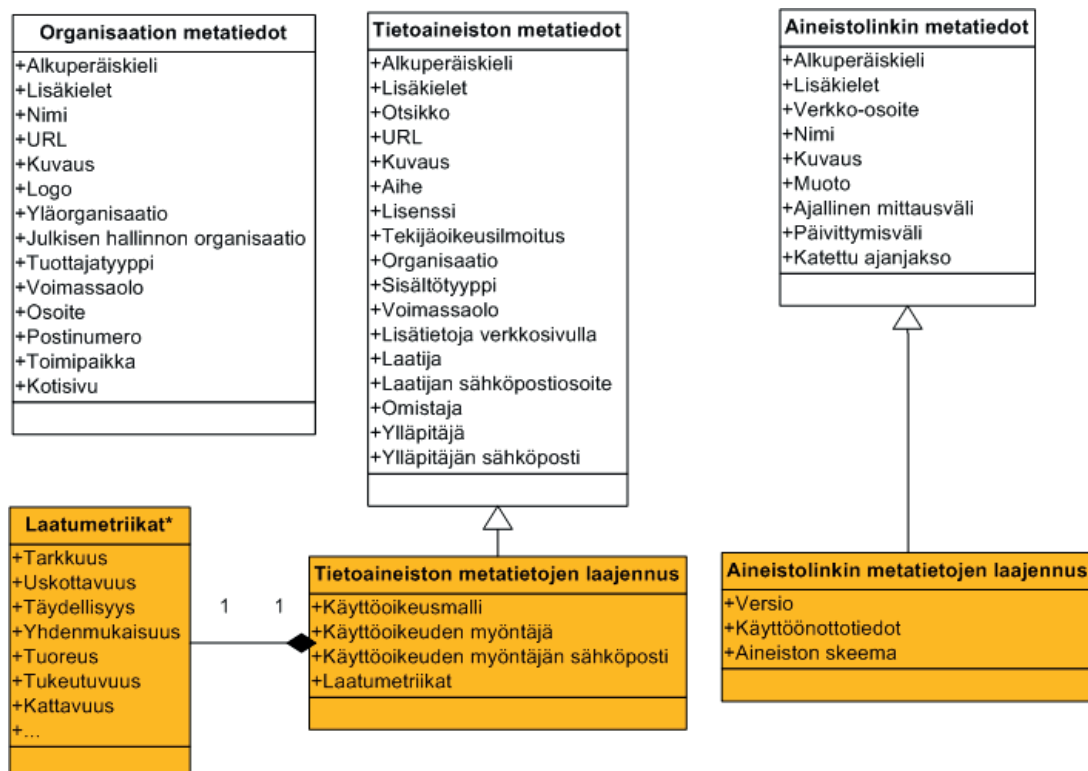
Erilaiset kokoelmat käytettävissä olevista resursseista katalogien muodossa ovat hyödyllisiä kaikkien tietojärjestelmien, myös tekoälyjärjestelmien, kehityksessä. Tällaisia katalogeja voivat olla erilaiset tietolähde-, ohjelmistopalvelu- ja laskentaresurssikatalogit. Katalogit voivat tarjota resurssien näkyvyyttä täysin julkisesti, kuten avoimen datan tietolähdekatalogit, tai esimerkiksi rajoitetulle käyttäjäkunnalle yhteisöissä tai yrityksissä. Olemassa olevia erilaisin ominaisuuksin varustettuja katalogeja tietolähde-, palvelu- ja laskentaresursseista ovat esimerkiksi:

- Kansallisen palveluväylän Liityntäkatalogi (<https://liityntakatalogi.suomi.fi/>)
- VTT DigitalServicesHub ([www.digitalserviceshub.com](http://www.digitalserviceshub.com))
- Industrial Data Space Broker
- Avoindata.fi (<https://www.avoindata.fi/fi>)
- Programmable Web (<https://www.programmableweb.com/>)

Katalogien hyötyinä tekoälyjärjestelmien kannalta voidaan pitää erityisesti sovelluskehityksen helpottumista. Tämä voi toteutua mahdollisesti tarvittavien tietolähteiden ja niiden metatietojen, kuten käyttöoikeuksien ja laatumetietojen, helppona löydettävyytenä yli organisaatorajojen. Myös eri järjestelmien yhteentoimivuutta ja niiden testattavuutta voidaan parantaa niin tietolähte- kuin palvelukatalogien avulla, jotka voivat luetteloida saatavien tietolähteiden ja palveluiden teknisiä tietoja, dokumentaatiota ja testausrajapintoja. Pelkästään resurssien ajantasaiset saatavuustiedot ovat arvokkaita kehittäjille ja käyttäjille toisistaan riippuvaisissa ja monitasoisissa tietolähte- ja palvelurakenteissa, jotka olisi helppo ylläpitää katalogissa kootusti.

Tietolähte-katalogit edustavat kokoelmaa tai inventaariota tietoaineistoista kertoen, mitä ja minkälaista tietoaineistoa on olemassa sekä mistä se on saatavissa. Tällaisia tietoaineistoja voivat olla yhteiset tai omat, mutta muille jaettavat tietoaineistot, yhtäläisesti kuvattuina tarpeellisin metatiedoin varustettuna. Tietoaineistojen peruskuvaukseen ja metatietoihin voivat kuulua tekoälykäytön kannalta olennaiset tietoaineiston laatua indikoivat laatumetriikat, lähdetiedot, omistaja, tuottaja, standardit, saatavuus, käyttöoikeudet, esitysmuodot jne. Kuvio 7 esittää jo käytössä olevan ”avoindata.fi” -tietolähteiden metatietoja, jotka voisivat olla laajennettavissa sopivin laatumetriikoin ja aineiston versiotiedoin erityisesti hyödyntämään tekoälykäyttöä.

**Kuvio 7 Avoindata.fi -tietolähteiden metatiedot ja mahdolliset laajennukset laatumetriikoin ja versioinnein (keltainen väri)**



Referenssi laatumetriikkojen\* osalta (Immonen, 2017).



Ohjelmistopalvelukatalogit taasen sisältävät vastaavat viitteet käytettävissä oleviin ohjelmistopohjaisiin palveluihin. Tekoälykäytössä tällaisia voivat olla valmiit AI-algoritmit palveluina, liitännäiset työkalut, kuten tietolähteiden suodattimet ja muuntimet, sekä valmiit ketjutetut palvelukokonaisuudet. Vastaavasti laskentaresursseja luetteloivat laskenta-alustakatalogit voivat sisältää yhteiset tai muuten jaettavissa olevat GPU-laskenta-alustat ja muut resurssit tekoälysovellusten kehityskäyttöön.

Yleisesti kaikissa katalogityypeissä hyödyllistä ovat koneluettavat rajapinnat katalogin sisältämistä resursseista ja niiden metatiedoista. Ne edesauttavat katalogien hyödyntämistä esimerkiksi nykyistä autonomisemmin toimivien ohjelmisto- ja tekoälyjärjestelmien toiminnassa, jossa sellaiset järjestelmät voivat itsenäisesti selata ja valita käyttöönsä tarvitsemansa tietolähteet tai muut resurssit.



## 4 TIETOTURVAN JA TIETOSUOJAN NÄKÖKULMA

### 4.1 Tietoturvallisuus osana kyberturvallisuutta

Kyberturvallisuusajattelussa yhdistyy tietoturvallisuuden, jatkuvuuden hallinnan ja yhteiskunnan kriisivarautumisen näkökulma. Kyberturvallisuudella taataan yhteiskunnan rattaiden pyöriminen ja tärkeiden kriittisten toimintojen turvaaminen kaikissa olosuhteissa. Tietoturvalisuus on osa kyberturvallisuutta, mutta tietoturvallisuudella on tulevaisuudessa yhä enenevässä määrin keskeinen osa kyberturvallisuuteen liittyvien toimintojen varmistamisessa ja toimenpiteiden toteuttamisessa.

Viranomaisprosessien tietoturvallisuuden arvioinnissa ja määrittelyissä merkittävänä ohje-  
nuorana on VAHTI-toiminnan kautta kehitetty ohjeistus (VAHTI). VAHTI on julkisen hallinnon digitaalisen turvallisuuden johtoryhmä, joka on valtiovarainministeriön asettama julkisen hallinnon digitaalisen turvallisuuden kehittämisestä ja ohjauksesta vastaavien organisaatioiden yhteistyö-, valmistelu- ja koordinaatioelin. VAHTI muun muassa toteuttaa marraskuussa 2018 TAISTO18 -harjoituksen, jonka tarkoituksena on harjoitella julkisen hallinnon organisaatioiden tietoturvapoikkeamissa sekä henkilötietojen tietoturvaloukkausten yhteydessä tarvittavia toimintamalleja ja prosesseja. VAHTI-ohjeista löytyy mm. ohjeistusta sovelluskehityksen tietoturvaan, mutta ohjeistus ei ota niinkään kantaa ohjelmistorobotiikka- ja tekoälykehityksen piirteisiin.

Sääntelyllä ja määräyksillä halutaan ohjata yhteisöt ja yritykset ottamaan tietosuoja-asiat kokonaisvaltaisesti huomioon jo toimintansa suunnittelussa. Silloin kun tiedot voivat johtaa henkilön tunnistamiseen, ne ovat henkilötietoja ja niihin liittyy lakisääteisiä velvollisuuksia niin omistajuuden kuin hallinnan suhteen (Ailisto et al., 2015). Organisaatioilla on näyttövelvollisuus siitä, että tiedot on suojattu asianmukaisesti, ja niiden tulee myös varmistaa tietoturvansa riittävyys sekä varautua ongelmatilanteisiin. Henkilötietojen turvaamiseksi sisäänrakennettu tietoturvallisuus ja tietosuoja tulee huomioida riskiarviopohjaisesti, kun aletaan suunnitella henkilötietojen käsittelyä.

Tietoturvallisuuden kulmakiviä ohjelmistorobotiikka- ja tekoälykentässä ovat tiedolle taattava luottamuksellisuus, eheys ja saatavuus. Pääsy tietoon on oltava ainoastaan luvallisilla henkilöillä tai ohjelmistoroboteilla. Samoin pääsy tietoa prosessoivaan palveluun on oltava ainoastaan luvallisilla henkilöillä tai ohjelmistoroboteilla. Ensisijaisen tärkeää ja eri osapuolten edun mukaista on rajoittaa henkilötietojen käsittely siihen, mitkä tiedon osat tai tiedonkäsittelyyn liittyvä toiminnot ovat ehdottoman välttämättömiä.

Henkilötietojen suojaamisessa merkittävänä näkökulmana ovat myös tapahtumien kiistämättömyys ja jäljitettävyyden. Kiistämättömyydessä tiedon käsittelijä ei voi kiistää tiedonkäsittelytapahtumaa. Jäljitettävyydessä tapahtumiin voidaan palata ja viitata. Näitä varmistetaan muun muassa kattavalla lokitoiminnallisuudella sekä digitaalisella allekirjoituksella.

## 4.2 Riskien arviointi

Tieto- ja viestintätekniiikan modernisointi ja uusien työkalujen sekä menetelmien käyttöönotto edellyttävät aina myös uudentyypisten riskien hallintaa ja huomioonottamista. Riskienhallinta on jatkuva prosessi, johon kuuluu mm. riskienhallintaympäristön määrittelemine organisaatiossa, riskien tunnistaminen, riskianalyysit, riskien merkityksen arviointi, riskien käsittely ja riskien seuranta määräajoin, sekä muutoksissa. Myös VAHTI määrittelee riskien hallinnan tavoitteita ja toimenpiteitä tietoturvallisuuden edistämiseksi valtionhallinnossa.

Riskiarviopohjaista lähestymistapaa korostetaan mm. EU:n uudessa tietosuoja-asetuksessa rekisteröityjen henkilötietojen turvaamiseksi (EU 2016/679). Muutokset antavat ihmisille paremmat edellytykset kontrolloida omia henkilötietojaan ja helpottavat tiedonsaantia omien henkilötietojen käsittelystä. Samoin varmistetaan, että tiedot ovat suojassa kaikissa tilanteissa, joissa tietoja lähetetään, käsitellään tai säilytetään.

Lisäksi erilaiset tietoturvastandardit määrittelevät tietoturvariskien arvioinnin tehtäviä. Esim. International Organization for Standardization (ISO) on määritellyt ISO/IEC 27001-standardin, jossa määritellään yleiset vaatimukset tietoturvallisuuden hallintajärjestelmän luomiselle, toteuttamiselle, käyttämiselle ja muille toimenpiteille.

## 4.3 Tietoturvauhkat

Tietoturvauhka vaarantaa tietoturvan tai osan sen osa-alueista esim. luottamuksellisuuden, eheyden tai saatavuuden. Tiedon käsittelyyn ja käyttöön liittyvät uhkat ovat viimevuosien ilmiö ja vahvistuvat edelleen. Kehitykseen on vaikuttanut mm. mikropalveluiden yleistyminen ja verkkoon näkyvien rajapintojen yleistyminen (OWASP, 2018). Kuviossa 8 on esitetty OWASP:n aineistoa tietoturvauhkien yleisyyden kehityksestä 2000-luvulla.

Tietoturvauhkien yleisyyden kehitys on haittaohjelmista tunnusten kaappauksiin ja datan kalasteluun. Yleisimpiä uhkista ovat vielä injektiot kuten SQL-injektio, joka on tietokantoihin tunkeutumiseen tähtäävä tekniikka. Tunnistautumiseen ja istunnon hallintaan liittyvät uhkat ovat olleet voimakkaita tämän vuosituhannen alun aikana.

## 4.4 Ohjelmistorobotiikan haavoittuvuus

Ulkopuolelta tuleva luottamuksellisiin tietoihin kohdistuva väärinkäyttö on merkittävin turvallisuusuhka ohjelmistorobotiikan kehityksessä ja soveltamisessa. Ulkopuolinen vihamielinen toimija voi tehdä tunnusten kaappauksen ja päästä näin hallitsemaan tietokonetta tai ohjelmistoa. (Kuvio 9)

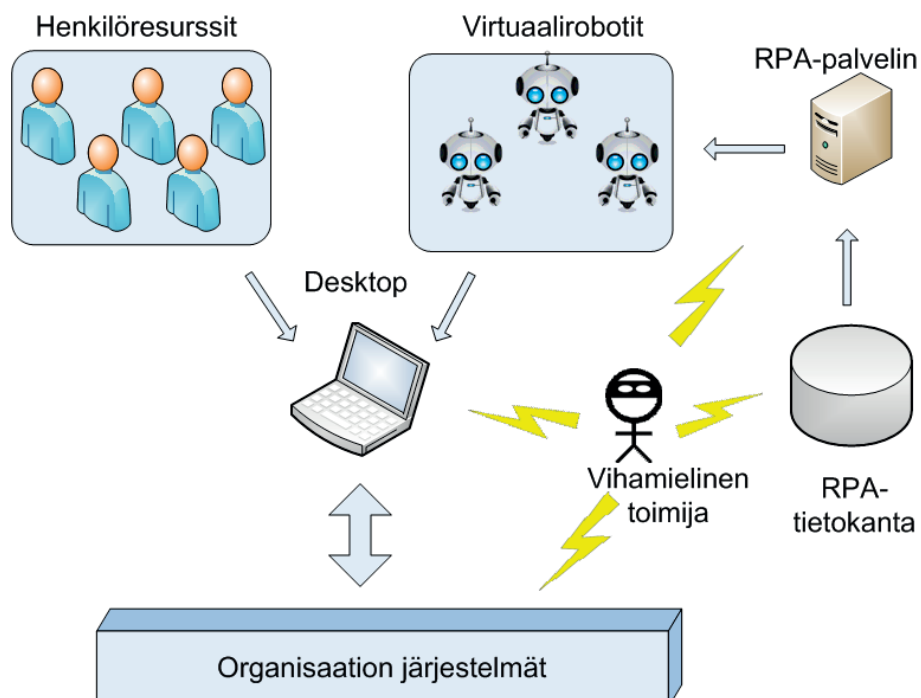
Vihamielinen toimija hyödyntää kohteessa ohjelmistojen ja järjestelmien havaittuja haavoittuvuuksia ja aiheuttaa erilaisia häiritseviä toimintoja, kuten esimerkiksi:

- Palvelunestohyökkäys (engl. Denial of Service, DoS) on tapa, jolla pyritään lamauttamaan toisen sivuston toimintakyky.
- Man-in-the-Middle (MitM), jossa kahden viestijän väliseen viestintäreittiin tunkeutuu viestijöiden huomaamatta ylimääräinen osapuoli, joka saattaa aiheuttaa vahinkoa esim. muuttamalla tai poistamalla viestejä sekä urkkimalla salausavaimia tai muuta tietoa.

**Kuvio 8 Tietoturvahukien kehitys 2000-luvulla**

OWASP Top 10 - 2017	OWASP Top 10 - 2013	OWASP Top 10 - 2010
A1. Injection	A1. Injection	A1. Injection
A2. Broken Authentication	A2. Broken Authentication and Session Management	A2. Cross-Site Scripting (XSS)
A3. Sensitive Data Exposure	A3. Cross-Site Scripting (XSS)	A3. Broken Authentication and Session Management
A4. XML External Entities (XXE)	A4. Insecure Direct Object References	A4. Insecure Direct Object References
A5. Broken Access Control	A5. Security Misconfiguration	A5. Cross-Site Request Forgery (CSRF)
A6. Security Misconfiguration	A6. Sensitive Data Exposure	A6. Security Misconfiguration
A7. Cross-Site Scripting (XSS)	A7. Mission Function Level Access Control	A7. Insecure Cryptographic Storage
A8. Insecure Deserialization	A8. Cross-Site Request Forgery (CSRF)	A8. Failure to Restrict URL Access
A9. Using Components with Known Vulnerabilities	A9. Using Components with Known Vulnerabilities	A9. Insufficient Transport Layer Protection
A10. Insufficient Logging & Monitoring	A10. Unvalidated Redirects and Forwards	A10. Unvalidated Redirects and Forwards
OWASP Top 10 - 2007	OWASP Top 10 - 2004	OWASP Top 10 - 2003
A1. Cross-Site Scripting (XSS)	A1. Unvalidated Input	A1. Unvalidated Input
A2. Injection Flaws	A2. Broken Access Control	A2. Broken Access Control
A3. Malicious File Execution	A3. Broken Authentication and Session Management	A3. Broken Authentication and Session Management
A4. Insecure Direct Object References	A4. Cross-Site Scripting	A4. Cross-Site Scripting
A5. Cross-Site Request Forgery (CSRF)	A5. Buffer Overflow	A5. Buffer Overflow
A6. Information Leakage and Improper Error Handling	A6. Injection Flaws	A6. Injection Flaws
A7. Broken Authentication and Session Management	A7. Improper Error Handling	A7. Improper Error Handling
A8. Insecure Cryptographic Storage	A8. Insecure Storage	A8. Insecure Storage
A9. Insecure Communications	A9. Application Denial of Service	A9. Remote Administration Flaws
A10. Failure to Restrict URL Access	A10. Insecure Configuration Management	A10. Security Misconfiguration

**Kuvio 9 Vihamielinen toimija ohjelmistorobotiikkaympäristössä**



- SQL-injektio, joka on järjestelmiin tunkeutumiseen tähtäävä tietokantapohjaisissa sovelluksissa esiintyvä tekniikka.
- Virukset, madot, Troijan hevoset ja muut ohjelmat, jotka valjastetaan häiritsemään, urkkimaan tietoa tai muuten täyttämään vihamielisen toimijan tavoitteita hyökkäyksen kohteessa.
- Verkkotietoturvaohjelmistojen käyttö vihamielisiin tarkoituksiin.

Itse robottitekniikat ovat tietoturvan näkökulmasta yleensä turvallisempia kuin ihmislähtöiset prosessit. Robotit toimivat tiukasti niiden korvaamien ihmisten sääntely- ja turvallisuusparametrien puitteissa. Robotit seuraavat selvästi ohjelmoitua ja automatisoitua tapahtumasarjaa. Robotit eivät esimerkiksi reagoi juuri saapuviin sähköposteihin tai jätä arkaluonteisia tietoja sisältävää näyttöä lukitsematta.

Tietosuoja on haasteellinen järjestelmissä, joissa toimitaan koneiden kanssa. Uhkana on, että luottamuksellisia tietoja käytetään väärin ohjelmistorobottien tai ohjelmistorobottien työnkulun kehittämisen aikana. Tavoitteena on tietojen luottamuksellinen ja asianmukainen käyttö, jolloin luvattoman käyttäjän mahdollisuudet käyttää ja manipuloida yksityisiä tietoja, joita robotit käsittelevät, poistetaan.

Ohjelmistorobotiikka- ja tekoälyjärjestelmien käyttöönotossa yhdeksi uhkaksi on muodostunut taustajärjestelmien vanhentuminen. Vauhtisokeudessa ei modernisoida taustalla olevia järjestelmiä, koska prosessit on hoidettu robotiikan avulla. Tällöin seuraava esim. tietoturvapäivitys voi mahdollisesti rikkoa järjestelmän. Hakkeri voi myös löytää tämän haavoittuvuuden ja pääsee käsiksi dataan yritystietokannoissa, verkkopalvelimissa tai työntekijöiden tietokoneissa rikkoen järjestelmän ominaisuuksia ja toimintoja.

## 4.5 Tekoälyn haavoittuvuus

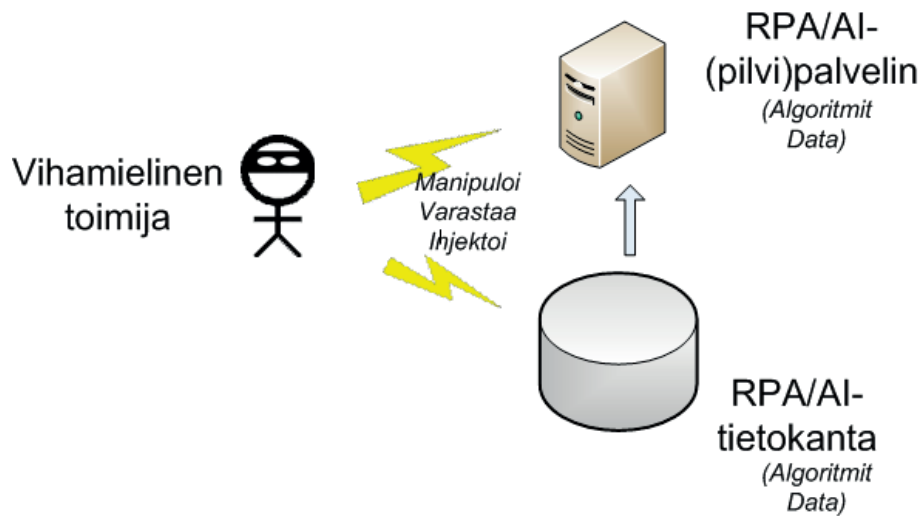
Tänä päivänä tekoälyn soveltaminen tehdään etupäässä koneoppimisen menetelmin (Machine learning, ML). Koneoppimisen algoritmit ovat työkaluja, joiden avulla tekoäly pystyy osoittamaan älykkäämpää käyttäytymistä. Algoritmit tarvitsevat tietoa toimiakseen oikein ja tarkasti. Algoritmit ovat sitä tarkempia mitä enemmän on oppimiseen käytettävää tietoa.

Ensisijainen uhka koneoppimiselle aiheutuu tiedon käsittelyn kautta. Luokitusperusteiset ML-algoritmit toimivat etsimällä kuvioita (patterns) tietolähteestä. Algoritmin tietolähteen tai koulutusmenetelmän tunnistaminen on arvokas keino hakkereille. Sopivasti muotoillut ja järjestelmään injektoidut vihamieliset tai virheelliset syötteet saattavat saada järjestelmän tuottamaan virheellisiä tuloksia (kuvio 10). Vastakeinona voi olla riittävä testaaminen ja syötteiden oikeellisuuden tarkistus ennen käyttöä.

Opetusvaiheessa käytettävän tietolähteen tarkoituksellinen manipulointi voi aiheuttaa tekoälyjärjestelmän päätösten vinoutumista (bias) ja jopa virheellisiä tuloksia. Vastakeinona siihen voi olla normaali tietolähteen turvaaminen ja pääsyn hallittu rajoittaminen.

Vihamielinen toimija voi myös pyrkiä varastamaan tekoälymallien algoritmeja tai opetustietolähteitä esim. mallien kopioiden tuottamiseksi laittomaan käyttöön. Vastakeinona voi olla algoritmin vasteiden hallittu rajoittaminen, tekoälymallien päätöksen teon hajautus ja osatulojen sumeutus sekä järjestelmien yleinen turvaaminen ja pääsyn rajoittaminen.

**Kuvio 10 Vihamielinen toimija RPA- ja tekoäly-ympäristössä**



## 4.6 Tietoturvan varmistaminen ohjelmistorobotiikassa

Tietoturvan kannalta tärkeintä ohjelmistorobotiikan käytössä on se, miten robottia hallitaan, miten prosessit automatisoidaan, ja miten niitä ylläpidetään ja kehitetään. Turvallisuuden ja saatavuuden varmistamiseen on pyrittävä ohjelmistojen ja järjestelmien joka tasolla. Fyysiset järjestelmät asettavat omat haasteensa tietoturvallisuudelle samoin verkkotaso, sovellukset ja inhimillinen vuorovaikutus.

Alla on listattu asioita, joilla pystytään edistämään ohjelmistorobotiikan turvallisuutta:

- Rekisterinpitäjän ja tietojen käsittelijän vastuiden ja velvollisuuksien määrittelyt.
- Roolipohjainen pääsynhallinta sisäänrakennettuna tunnistusjärjestelmänä, jossa RPA-järjestelmän käyttöoikeus voidaan rajata valtuutetuille käyttäjille ja erottaa automaatiota koskevat tehtävät työntekijöiden välillä.
- Automatisoidaan pala kerrallaan, jolloin joka vaiheessa pyritään saavuttamaan stabiili tila, jossa tietoturva ja tietosuoja on varmistettu.
- TLS-protokollaan (Transport Layer Security) perustuvat ohjelmistorobotiikan työkalut suojaavat parhaiten verkossa välitettyjen tietojen yksityisyyttä.
- Salausmekanismien käyttö arkaluonteiselle tiedolle.
- Henkilötietojen anonymisointi tai pseudonymisointi, joilla joko täysin tai osittain piiloteetaan alkuperäinen tiedon sisältö.
- Robottien ja käyttäjien suorittamien toimintojen ja tapahtumien tallennus lokihistoriaan kiistämättömyyden ja jäljitettävyyden takaamiseksi.
- Kattava testaus työkaluille ja järjestelmille niin kehitys- kuin käyttöönottovaiheessa.

## 4.7 Oppivan järjestelmän tietoturvan varmistaminen

Oppivan järjestelmän laadunvarmistamisessa on keskityttävä enemmänkin rajojen ja toleranssien testaukseen (Shaukat et al., 2017). Esimerkiksi käyttöönottovaiheessa chatbotin syötteestä tiedetään vastaava ulostulo, mutta oppimisen jälkeen ulostulo onkin jalostunut

joksikin muuksi. Testijärjestelmässä tätä syötettä vastaava testitapaus ei enää toimikaan samalla tavalla kuin aiemmin. Kun chatbot otetaan käyttöön, on kokonaisuutta testattava myöskin käytön aikana. Käytön aikaiseen testaukseen määritellään testit, joiden avulla tarkistetaan, toimiiko järjestelmä siten kuin siltä odotetaan tai onko järjestelmä oppinut oikeita asioita. Erityisen hyödyllistä on myös järjestelmien käytön aikainen monitorointi. Monitorointiedon perusteella voidaan analysoida muutosten vaikutuksia ja siitä, pysyykö järjestelmä määritellyissä rajoissa ja toleransseissa.

Ohjelmistopohjaisten järjestelmien perinteisiä menetelmiä ovat olleet mm. ohjelmiston lähdekoodinanalyysit, joissa ohjelmakoodin ilmeisimmät virheet saadaan poistettua ennen ohjelman suorittamista. Haavoittuvuuskannanamisella etsitään yleisessä tiedossa olevia kohdejärjestelmästä mahdollisesti löytyviä tietoturvaongelmia. Fuzz-testaus on satunnais-testauksen muoto, jossa ohjelmaan kohdistetaan satunnaisia syötteitä ja seurataan ohjelman tulosteita. Penetraatiotestauksessa arvioidaan järjestelmän tai verkon tietoturvan tasoa tekemällä hyökkäys suoritettavaa ohjelmistoa tai järjestelmää vastaan testausmielessä. Samalla järjestelmässä mahdollisesti olevia haavoittuvuuksia monitoroidaan ja analysoidaan.

Oppivan järjestelmän tietoturvan varmistaminen vaatii perinteisten menetelmien lisäksi erityistä panostusta testauksen suunnitteluun. Tärkeää on pyrkiä tiukkaan tietoturvan varmistamiseen jo ohjelmistojen ja järjestelmien kehitysvaiheessa. Oppivalla järjestelmällä ei välttämättä ole ennalta määriteltyä toimintaa, jota voidaan testata tietyillä syötteillä. Testaus tehdään tietyille konfiguraatiolle ja ennalta määritellylle toiminnallisuudelle, mutta oppimisen kautta ohjelmiston tai järjestelmän toiminta muuttuu. Siksi testauksen suunnitteluun tarvitaan kattavasti historiatietoa, jolla varmistetaan järjestelmän oikeiden asioiden oppiminen, eikä järjestelmä opi haitallisia asioita.

Tekoäly tulee myös tietoturvan varmistamisen työkaluihin. Tekoäly voi esimerkiksi päätellä, millaisilla arvoilla ja testimateriaaleilla virheet saadaan parhaiten esiin. Tulosten perusteella se voi muokata testejä edelleen ja kokeilla uusia asioita. Työkalut tekevät tiettyssä vaiheessa tiettyjä asioita. Ohjelmistotestaukseen liittyy myös muunlaisia alueita kuin sovellusten toimivuus, esimerkiksi järjestelmän suorituskyvyn mittaaminen ja testaaminen ovat tietoturvaongelmien havaitsemisen kannalta erityisen tärkeitä.

Älykkyyttä testaukseen ja testikattavuuden lisäämiseen voidaan saada mm. mallipohjaisen testauksen avulla. Mallipohjaisessa testauksessa ohjelmiston toimintaa kuvataan graafisesti testimalleilla. Kun tuote muuttuu, testaajan tarvitsee muuttaa vain tätä mallia. ”Älykäs” automaattinen generaattori muodostaa mallin pohjalta uusia testitapauksia. Testitapauksia ei siten tarvitse säätää niin paljon käsin.

Myös tehokkaiden data-analyysimenetelmien ja -työkalujen mukaantulo tehostaa testausta. Niiden avulla testitulostamateriaalista pystytään poimimaan olennaiset asiat, jolloin vaadittavat korjaukset voidaan tehdä mahdollisimman nopeasti. Lisäksi data-analyysiratkaisujen hyödyntäminen logien käsittelyssä tuo varmuutta tapahtumien kiistämättömyyden ja jäljitettävyyden takaamiseen.



## 5 NÄKÖKULMIA TULEVAAN

Ohjelmistorobotiikka on tullut käyttäjäystävällisemmäksi graafisten käyttöliittymien myötä mahdollistaen myös liiketoimintaihmissen toteuttaman ratkaisukehityksen. Tämä kehitys tulee jatkumaan myös avoimen lähdekoodin ohjelmistorobotiikkaratkaisuihin (graafiset käyttöliittymät avoimen lähdekoodin RPA-työkaluihin). Ohjelmistorobotiikka ja tekoäly nähdään käsitteellisesti erillisinä. Kuitenkin tulevaisuudessa käytännön ratkaisut voivat osittain integroitua. On odotettavissa, että robotiikkaratkaisuja tarjoavat tahot tulevat integroimaan robotiikkaratkaisuihin mukaan yhä enenevässä määrin myös tekoälyominaisuuksia. Tämä kehitys on nähtävissä jo järjestelmätoimittajilla (Le Clair, 2017), ja se myös nostettiin esiin haastatteluissa. Lisäksi odotettavissa on, että ohjelmistorobotiikan käyttö lisääntyy ja yleistyvät lähivuosien aikana merkittävästi ja voidaankin ajatella, että ohjelmistorobotiikan soveltamisesta syntyykin jopa toimistohenkilöstön seuraava perustaito.

Nykyisen kaltaisena ymmärretty koneoppiminen tekoälyn toteutuskeinona tulee säilymään, vaikkakin käsitteiden muuttuminen aikaa myöten on mahdollista – kuten aikaisemminkin on käynyt erityisesti tekoälyn suhteen. Teknologiat ja muut ratkaisut, joita aikaisemmin pidettiin tekoälynä, eivät sitä nykykäsityksen mukaan enää ole. Koneoppivan järjestelmän kehittäminen vaatii runsaat määrät dataa, jonka kanssa edeltä käsin ovat kulkeneet erilaiset ”big data” ja muut suuren skaalan tiedonkeräämisen ja -käsittelyn pyrkimykset. Koneopitun tekoälyn on siten havaittu runsaastikin tuovan lisäarvoa jo olemassa oleville suurillekin tietoa-aineistoille. Suuren mittakaavan tiedonkeräämistä ovat edesauttaneet luonnollisesti tallennuskapasiteettien halpeneminen ja kiivas kasvaminen.

Lisäksi, kiivaan koneoppimisen kehittymisen on mahdollistanut erityisesti saatavilla olevan siihen soveltuvan laskentakapasiteetin halventuminen ja sitä kautta yleistymisen. Tämä on puolestaan edesauttanut erityisesti uusien neuroverkko- ja syväoppimiskäytöjen kehittämisen, joissa erilaiset algoritmityypit ja arkkitehtuuriratkaisut ovat kehittyneet kilpaa.

Tekoälyn suurten kaupallisten hyödyntäjien, kuten Google ja Facebook, myötä myös erilaiset avoimet ohjelmistot ja niiden mahdollistamat ratkaisut ovat edesauttaneet tätä kehityssykliä. Erittäin tehokkaat ja käyttökelpoiset työkalut laadukkaine dokumentaatioineen sekä tukiyhteisöineen ovat kiihdyttäneet tätä kehityssykliä yhdessä tallennus- ja laskentakapasiteettien kehittymisen kanssa. Suurilla kaupallisilla toimijoilla on ollut – ja on edelleen – omia intressejä ja resursseja kehittää näitä työkaluja, mutta samalla on nähty mahdollinen hyöty jakaa ne ilmaiseksi kaikille. Tämä on ollut mahdollista siksi, että heidän näkökulmastaan kaupallisessa mielessä arvo on jo kerättyssä tiedossa ja siitä muodostetuissa tekoälymalleissa ja niitä käyttävissä palveluissa.

Nämä kolme edellä esitettyä koneoppimisen kehityskulkua tulee jatkumaan siten, että käytävissä olevien aineistojen määrä kasvaa, jonka mahdollistaa tallennuskapasiteetin kehittyminen ja halventuminen edelleen. Tähän liittyy lisäksi tiedonkäsittelyn laskentakapasiteetin lisääntyminen ja yleistymisen samalla tavalla. Näitä rajoittaa pelkästään elektroniikan ja myös sen valmistustekniikan kehittyminen. Nämä mahdollisuudet tiedon varastointiin ja sen käsittelyyn edesauttavat edelleen uusien innovaatioiden tarpeen ja synnyn akateemisissa ja kaupallisissa maailmassa uusien ja entistä monimutkaisempien ja tehokkaampien matemaattisten mallien, algoritmien, oppimismenetelmien ja arkkitehtuurien muodossa. Näiden innovaatioiden ennakointi on luonnollisesti vaikeaa. Jonkinlaista tiiviimpää yhdistelyä algoritmi- ja järjestelmätasolla voidaan ehkä nähdä tulevaisuudessa muun muassa klassisten mallipohjaisten menetelmien ja koneoppimista hyödyntävien tietopohjaisten menetelmien suhteen.

Tulevat kehityssuunnat voivat sisältää uusien tietolähteiden käytön joko yhdistelemällä entisiä tai tuottamalla uusia muun muassa erilaisten uusien ja tarkempien verkottuneiden mittaus- ja anturointiratkaisujen kautta. Lisäksi erilliset tekoälyratkaisut kerrostuvat monimutkaisiksi ja moniosaisiksi rakennelmiksi, joissa jo olemassa olevien ratkaisujen tuottamia tuloksia hyödyntävät ja jalostavat uudet ja tehokkaammat tekoälyratkaisut edelleen. Tulevat 5G-verkko- ja ns. edge-computing -ratkaisut mahdollistavat uudenlaiset verkottuneemmat tekoälyratkaisut, jotka ovat entistä lähempänä yksittäistä käyttäjää samalla ollen yhteydessä suurempiin ja monimutkaisempiin taustalla oleviin tekoälysovelluskokoelmiin.

Nykymuotoisen kiivaan koneoppimisen kehittymisen aikana sen rajoista on keskusteltu. Vaikka on esitetty epäilyjä sen kehityksen mahdollisuuksista jatkua pitkälle tulevaisuuteen, kaikkia sen mahdollisia sovellusmahdollisuuksia ei ole kuitenkaan vielä käytetty, ja jo nykyisetkin menetelmät mahdollistavat paljon uusia ennennäkemättömiä ratkaisuja. Tietoturvan ja muun yleisen uskottavuuden kannalta huolestuttavia käyttökohteita saattavat olla erilaiset kyberrikollisuuteen ja yleiseen harhauttamiseen liittyvät sovellutukset. Tällaisia voivat olla esimerkiksi todentuntuisten väärennettyjen tai valheellisten media-aineistojen tuottaminen.



## 6 KRITEERISTÖT JA ARVIOINTIMALLIT

### 6.1 Taustaa ohjelmistorobotiikan kriteeristölle

Ohjelmistorobotiikkaa sovelletaan toistuvien, sääntöihin perustuvien työtehtävien automatisointiin (Railio, 2018). Tällaisia työtehtäviä löytyy tyypillisesti ainakin organisaatioiden tukitoimintojen ja palvelukeskusten tehtävistä. Asatiani ja Penttinen (2016) esittävät kriteeristön tehtävän/prosessin arvioimiseksi ohjelmistorobotiikan soveltamiseen. Kriteeristö pitää sisällään elementtejä, kuten transaktioiden suuren määrän, alhaiset kognitiiviset vaatimukset ja tehtävän virheettisyys ihmiselle. Lacity ja Willcocks (2016) kuvaavat ohjelmistorobotiikan soveltamiseen sopivien tehtävien luonnetta toiminnan laajuuden (transaktioiden määrä) ja tehtävän kompleksisuuden (yhden transaktion ajallinen kesto) suhteena Telefónica O2 -yrittäjäscasessa. Heidän mukaansa robotiikka on sovelias erityisesti ns. ”high-volume” -tehtävien sekä ajallisesti pitkäkestoisten tehtävien automatisoinnissa, koska näissä on luonnollisesti suuri potentiaali kustannussäästöihin. Muina kriteereinä he esittävät, että prosessien tulee olla sääntöpohjaisia ja standardoituja yrityksessä sekä riittävän kypsiä siinä mielessä, että ne ovat hyvin dokumentoituja ja vakiintuneita ja niiden kustannukset tiedetään.

#### Case Palkeet

Viime aikoina julkisuudessa ovat olleet säästöt, joita on saavutettu Valtion talous- ja henkilöstöhallinnon palvelukeskuksessa (Palkeet). Heillä ohjelmistorobotiikan käytöllä on voitu merkittävästi tehostaa toimintaa rutiininomaisten toimintojen automatisoinnilla. Taloudellisten säästöjen lisäksi on saatu myös toimintaan laatuhyötyjä. Palkeet-organisaatio käyttää kriteeristöä tunnistamaan soveltuvia toimintoja/prosesseja automatisoitaviksi. Sinällään automatisointi voi tarkoittaa ohjelmistorobotiikkaa tai vaikka perinteistä sovelluskehitystä. Kriteeristön Palkeissa muodostivat seuraavat kokonaisuudet:

1. *Automatisoinnin vaativuus*: tarkastellaan, asiantuntija-arvioinnin perusteella, onko tarkasteltava toiminto helppo, keskivaikkea vai vaikea automatisoida. Täällä tulee tarkastella esimerkiksi, onko toiminto rutiinotoimintaa vai asiantuntemusta tarvitsevaa.
2. *Tapahtumavolyymi*: tarkastellaan, kuinka paljon transaktioita tapahtuu ja onko kyseessä työllistävä tapahtuma sekä millaiset ajalliset säästöt voisivat olla mahdollisia.
3. *Asiakaskattavuus*: tarkastellaan, onko toiminto sovellettavissa kaikille asiakkaille vai vain muutamille asiakkaille.
4. *Hyötynäkökulma*: millaisia hyötyjä voidaan saavuttaa, kuten taloudellinen hyöty, ajallinen säästö, laadun paraneminen, asiakastyytyväisyys, henkilökuntatytyväisyys, jne.

Palkeet-arviointimallin mukaan näiden eri tekijöiden kautta lasketaan vaikuttavuus-arvio / prioriteettiluku, jota hyödynnetään kun valitaan ja priorisoidaan toimintoja automatisoitaviksi.

## Case Vero

Verohallinnolla on tehty ohjelmistorobotteihin liittyen pilotteja sekä siirretty niitä tuotantoon. Arviointimalli tehtävien valintaan keskittyi kysymyksiin:

- Kuinka paljon henkilötyötä kohteeseen liittyi ja kuinka suuren prosenttiosuuden robotti voi siitä automatisoida?
- Kuinka helposti robotisoitava kohde on? Esimerkiksi kuuluuko prosessiin kuvamuotoisen pdf-tiedoston käsittelyä, jossa tarvitaan OCR-teknologiaa (Optical Character Recognition). Eli onko lähtöaineisto suoraan robotin hyödynnettävissä vai tarvitaanko tietomuunnoksia ennen robottipohjaista käsittelyä.
- Kuinka monimutkaisesta tehtävästä on kyse?
- Kuinka montaa järjestelmää robotti tehtävässä käyttää ja mikä on näiden järjestelmien elinkaari?

Verolla on myös muodostettu tehtäväluokittelu ohjelmistorobotiikalle soveltuvista tehtävistä, jota voidaan käyttää kehyksenä tunnistettaessa potentiaalisia robotiikalla automatisoitavia tehtäviä:

1. Liukuhihnatyöt: esimerkiksi tiedon kopiointi tietojärjestelmästä toiseen tai tiedon syöttö.
2. Järjestelmäviidakot: järjestelmien välinen käyttö. Täällä toimivien ihmisten työn automatisointi. Voi olla esimerkiksi eri järjestelmissä sijaitsevien tietojen vertailua ja siirtoa.
3. Katvealueetyöt: työt, joita ei tehdä oikeaan aikaan henkilöresurssikapeikkojen vuoksi. Tällainen työ on vastassa prosessin myöhemmässä vaiheessa tai jossain muussa prosessissa eli työtä tehdään osin väärässä paikassa tai väärään aikaan. Katve voi toisaalta olla myös työ, jota ei olla nykyisin tehty, mutta tehtäessä parantaisi esimerkiksi asiakkaan palvelukokemusta. Esimerkiksi luodaan uusi palvelu, jonka ohjelmistorobottiikka mahdollistaa.
4. Nyhtödata: tietojen kaivaminen ja esikäsittely eri lähteistä tukemaan muita tehtäviä.

Haastatteluissa nostettiin esiin toimintavarmuus ja organisaation kyky hoitaa velvoitteensa, vaikka ohjelmistorobotteihin tulisi yllättäen vikaa. Organisaation tuleekin säilyttää tehtävän substanssiosaaminen, jotta tehtävä voidaan tehdä manuaalisesti ihmisen toimesta, mikäli robottiin tulee jokin vika.

## Case Monetra

Monetra on kuntaomisteinen konserni, joka tuottaa asiakkailleen esimerkiksi talous- ja henkilöstöhallinnon palveluja. Monetra on aloittanut ohjelmistorobotiikan hyödyntämisen toiminnassaan ja osallistunut PaRot-hankkeeseen, jossa ohjelmistorobotiikan ratkaisuja on pilotoitu. PaRot-hankkeessa ensimmäisessä vaiheessa on eräänä tavoitteena ollut robotiikan avulla automatisoitavien prosessikohteiden tunnistaminen ja priorisointi kattavasti ja objektiivisesti arvioiden. Tätä tukemaan on muodostettu arviointikriteeristö. Arvioinnissa tarkastellaan seuraavia kriteerejä:

- Käsitelläänkö koko prosessi/käyttötapaus tietokoneella?
- Käytetäänkö useita eri sovelluksia?
- Onko tapauksia määrällisesti paljon?
- Onko poikkeamia vähän?
- Vaatiiko prosessi vain vähän inhimillistä tulkintaa / asiantuntemusta?
- Onko prosessi virheherkkä?
- Onko virheiden vaikuttavuus merkittävä?

Lisäksi huomioitavaa on tarkastella robotiikan soveltamisen mahdollisuuksia tietojärjestelmien näkökulmasta, kuten tietojärjestelmien kypsyys ja tietojärjestelmämuutosten tilanne. Siten arviointia ei välttämättä voi tehdä ainoastaan yksi taho organisaatiossa, vaan tarvitaan eri toimijoita mukaan tekemään arviota (liiketoimintaihmiset, tietohallinto, laki).

## 6.2 Ohjelmistorobotiikan käyttötapausten arviointikriteeristö

Ohjelmistorobotiikan käytännön soveltamisen osalta haastateltiin teknologian soveltamisen eturintamassa olevia organisaatioita. Näissä organisaatioissa oli tyypillisesti nähty ohjelmistorobotiikan hyötypotentiaali ja tehty tietoinen päätös uuden teknologian soveltamiskyvyyden rakentamisesta. Seuraavaksi vuorossa oli päätös eri osaamisten ja resurssien hankkimisesta organisaation sisään tai turvautuminen ulkopuolisiin toimijoihin. Osaamisen kannalta lähes kaikki organisaatiot ovat joutuneet tukeutumaan ulkopuolisiin resursseihin toiminnan käynnistämisen alkuvaiheessa. Oman ja ulkopuolisen osaamisen suhde on ollut kaikissa organisaatioissa tarkan pohdinnan kohteena, ja valinnat ovat eri organisaatioissa painottuneet sen mukaan, millainen etenemispolku ja volyyymi ohjelmistorobotiikan hyödyntämiselle on nähty. Haastatteluissa korostettiin pilotoivaa ja kokeilevaa etenemistä ohjelmistorobotiikan käyttöönotossa. Olennaista on löytää organisaatiosta sopivat käyttötapaukset pilotteja varten ja edetä pienin askelin ennen laajempaa käyttöönottoa. Organisaatiot ovat voineet helposti ulkoistaa toteutusosuudet ja käyttää useampia ulkoisia toimijoita tässä työssä. Ohjelmistorobotiikan soveltamiskohteiden valinnassa, töiden priorisoinnissa ja kokonaisuuden hallinnassa on kuitenkin haluttu luoda kyvykkyys organisaation sisään.

Ohjelmistorobotiikan hyödyntämisen vaiheistus voidaan haastattelujen perusteella jakaa viiteen vaiheeseen:

- *Tunnistaminen*: ohjelmistorobotiikan soveltamisen käyttötapauksen tunnistaminen
- *Arviointi*: käyttötapauksen soveltuvuuden arviointi ohjelmistorobotiikan soveltamiseen
- *Päätöksenteko*: toteutukseen valittavat käyttötapaukset
- *Toteutus*: ohjelmistorobotiikan käytännön toteutus
- *Ylläpito*: tehdyn toteutuksen ylläpito muuttuvassa ympäristössä

Soveltamiskohteiksi oli valittu prosesseja, työnkuluja, prosessin osia ja yksittäisiä tehtäviä. Haastatteluissa kävi selvästi ilmi, että ohjelmistorobotiikan piiriin valitut kohteet ovat tyypillisesti tehtäviä tai lyhyitä prosessin osia. Alkuperäisenä odotuksena hankkeen alussa oli, että arviointi ja soveltaminen olisi kohdistunut kokonaisuun prosesseihin.

Ohjelmistorobotiikan toteutusten osalta soveltamiskohteita haettiin systemaattisen prosessien läpikäynnin ja tarkastelun sijaan tyypillisesti organisaatiosta saatujen havaintojen kautta. Lähtökohtana pidettiin siis tarjolla olevan uuden teknologian hyödyntämistä sille parhaiten sopiviin kohteisiin. Ohjelmistorobotit nähtiin myös keinona paikata olemassa olevien tietojärjestelmien puutteita. Toisaalta toiminnan tehostamisen keinoja tarkasteltiin samalla laajasti ja ohjelmistorobotiikka nähtiin yhtenä keinona tehostamisen toteuttamiseksi. Muina toteutuspolkuina mainittiin muun muassa LEAN-kehitys tai kehitysprojekti toiminnan ja perinteisen järjestelmäkehityksen keinoin.

Ohjelmistorobotiikan soveltamiskohteiden tunnistamisessa korostuivat tehtävien toistettavuus, rutiininomaisuus ja virheettisyys ihmisen tekemänä. Tyypillisiä soveltamiskohteita olivat pullonkaulat, prosessin pysähtymiskohdat ja siirtymät järjestelmien välillä sekä prosessit, joissa on ”kone-ihminen-kone-ihminen” -siirtymiä. Samalla tiedostettiin, ettei täydellinen automaatio ole välttämättä mahdollista ja riittävä kattavuus asettui 60–90 % välille. Tällöin poikkeustapaukset 10–40 % jäivät ihmisen ratkaistaviksi. Korkean automaatiotason ja käyttötapauksen toteutuskelpoisuuden keskeinen edellytys liittyy toteutuksessa käytettävään tietoon. Seuraavien ehtojen tulee täyttyä:

- Tiedon oltava digitaalisessa muodossa.
- Tiedon rakenteisuus: rakenteinen muoto auttaa RPA:n soveltamisessa
- Tiedon on oltava käytettävissä. Tähän voi vaikuttaa esim. salassapidettävyys.
- Tietosuoja: tietojen yhdistämisen kautta voi syntyä sellaista yhdistettyä tietoa, mitä ei pitäisi näyttää.
- Tiedon laadun on oltava hyvää, muuten tulee paljon siirtoja manuaaliseen työhön, toisaalta täälläkin saadaan hyötyä, kun RPA osoittaa, missä ongelma/puute on.

Käyttötapauksen arvioinnin yhteydessä olennaista oli, että arvioinnissa on mukana paitsi ohjelmistorobotiikan teknisen toteutuksen asiantuntijoita myös käyttötapauksen substanssi-osaajia, joiden roolina on arvioida automatisoinnin vaikutuksia käyttötapauksen kohteeseen ohjelmistorobotiikan soveltamisen jälkeen.

Käyttötapauksen arvioinnin osalta organisaatioissa noudatettiin erilaisia malleja. Arvioinnin ensimmäisessä vaiheessa pyrittiin varmistamaan käyttötapauksen soveltuvuus ohjelmistorobotiikan keinoin tapahtuvaan automatisointiin. Tällöin arvioinnin kohteena olivat 1) tarvittavan tiedon saatavuus ja määrämuotoisuus, 2) käyttötapauksen riittävän yksinkertainen luonne, 3) poikkeustapauksen määrä ja 4) saavutettavat hyödyt. Yhden haastatellun organisaation tapauksessa käyttötapauksen arviointi lopetettiin jo tässä vaiheessa, mikäli automatisoinnilla saavutettu hyöty ei ylittänyt yhtä henkilötyövuotta. Edellä mainittujen kriteerien täytyessä arvioinnissa edettiin seuraavaan vaiheeseen, jossa käyttötapausta arvioitiin monipuolisemmalla kriteeristöllä.

Seuraavassa on esitelty ehdotus ohjelmistorobotiikan käyttötapausten arviointikriteeristöksi. Perustuen kirjallisuuteen, ohjelmistorobotiikan käyttötapauksiin ja haastatteluihin voidaan tunnistaa luokkia tehtävien/prosessien arviointikriteereihin. Näitä luokkia ovat:

- *Toiminnan volyymi*: tehtävien toistojen ja keston kautta saatava toiminnan tehostamis-potentiaali
- *Tehtävän / prosessin luonne*: tehtävien rutiininomaisuus, selkeys ja yksinkertaisuus
- *Käsiteltävän datan luonne*: datan sähköisyys
- *Taustatietojärjestelmät*: erilaisten tietojärjestelmien hyödyntäminen ja niiden stabili-teetti
- *Lainsäädäntö*: mahdollisuus RPA:n hyödyntämiseen. RPA:n virheen vakavuus

Taulukossa 5 on kooste käyttötapausten valintakriteereistä ohjelmistorobotiikalle jaettuna eri luokkiin. Lisäksi taulukossa on ehdotettu tahoja, joka kyseisen arvion voi suorittaa.

Käyttötapausten arvioinnissa eri kriteerien täytyminen voidaan koostaa yhdeksi luvuksi summaamalla yksittäisten kriteerien täyttymisen tulokset sellaisenaan tai painottamalla tärkeiksi koettuja kriteereitä. Tilanteesta riippuen voidaan käyttää erilaisia menettelyjä arvi-oitaessa kunkin kriteerin täyttymistä (esimerkki painotuksesta kappaleessa 7.2). Yksinker-taisimmillaan kriteeri joko täytyy tai ei täyty. Tämä lähestyminen on riittävä tilanteissa, joissa toteutuksen piiriin ei ole tulossa suurta määrää priorisoitavia käyttötapaustoteutuksia vaan kyse on enemmänkin käyttötapausten arvioinnista asteikolla voidaan toteuttaa tai ei voida toteuttaa. Mikäli priorisoitavia käyttötapausta on paljon, on hyödyllistä käyttää arviointikri-teerien tuottamaa tulosta käyttötapausten välisessä priorisoinnissa.

Haastatteluissa nousi esiin arjen realismi käyttötapausten priorisoinnissa päätöksentekovai-heessa. Vaikka edellä mainitun kaltaisia arviointikriteerejä käytettiin käyttötapausten arvioin-nissa, olivat päätöksentekovaiheen keskeisenä mittarina saavutettavat kustannussäästöt. Tässä tarkastelussa automatisoinnin tuomat henkilötyösäästöt olivat tärkein toteutukseen valittujen käyttötapausten arviointikriteeri. Tämän lisäksi osassa organisaatioita arvioitiin myös palveluprosessin ajallista lyhenemistä, muita taloudellisia hyötyjä, laadun paranemis-ta, asiakastyytyvää ja henkilöstötyytyvää. Hyötyjen arviointia on käsitelty erikseen kappaleessa 6.5.

Vaikka ohjelmistorobottien käytännön toteutuksessa iso osa työstä tehdään varsinaisen automaatiototeutuksen eli ohjelmistorobotin konfiguroinnin piirissä, korostui prosessin omis-tajan ja substanssiosaajien rooli toimeenpanon yhteydessä. Näin erityisesti silloin, kun oh-jelmistorobotti tuotiin osaksi ihmisen aiemmin hoitamaa prosessia. Tehtävien rajat ja niiden sujuva nivominen yhdeksi kokonaisuudeksi edellyttää syvällistä osaamista automatisoinnin kohteena olevasta prosessista.

Ohjelmistorobottien käytön tehokkuuteen vaikuttaa luonnollisesti niiden käyttöaste. Ro-boteista ei saada teknisen toteutuksen näkökulmasta kaikkea hyötyä irti, mikäli robottien käyttöaste ei ole tasainen, vaan organisaatiossa on ajoittain puutetta ja ajoittain ylitarjon-taa robottiresursseista. Haastatteluissa kävi ilmi, että toteutettujen käyttötapausten luonne vaikuttaa olennaisesti robottien kuormitukseen. Mikäli käyttötapaukset ovat hyvin saman-kaltaisia, voi kuormitus painottua tiettyyn ajanhetkeen, erityisesti yöaikaan. Tästä johtuen käyttötapausten ohjelmistorobotille tuoman kuormituksen ajankohta voisi olla hyödyllinen arviointikriteeri organisaatiotasolla tehtävässä käyttötapausten priorisoinnissa. Joka tapauk-sessa robottien hallinnointiin tulee panostaa kokonaisuutena teknisen resurssin optimoidun käytön varmistamiseksi.

## Taulukko 5 Ohjelmistorobotiikan käyttötapausten arviointikriteerit luokiteltuna

Luokka	Kriteeri	Kriteerin kuvaus	Arvion tekijä
Volyymi	Tehtävää suoritetaan usein	Usein toistuva tehtävä organisaatiossa, jossa säästöpotentiaalia.	Liiketoiminta
Volyymi	Tehtävän ajallinen kesto pitkä	Tehtävän ajallinen kesto pitkä tai siinä on monia yhteen nivoutuvia vaiheita => säästöpotentiaali mahdollinen vaikka tehtävää ei toteutettaisi useasti.	Liiketoiminta
Prosessi	Tehtävät/prosessit ovat hyvin dokumentoituja ja vakiintuneita	Tehtävä suoritetaan aina samojen ennalta määriteltyjen tietojärjestelmien sisällä sekä vakiintuneilla prosesseilla. Tehtävien suoritus tiedetään tarkalleen. Selvä aloituspiste ja päätöspiste. Mikäli tätä ei ole, niin se tulee ensin muodostaa.	Liiketoiminta
Prosessi	Tehtävä eriteltävissä yksitulkintaiseksi säännöstöksi, eikä siinä ole inhimillistä tulkintaa vaativia tehtäviä	Tehtävä on helposti jaettavissa yksinkertaisiin ja suoraviivaisiin, sääntöihin perustuviin askeliin, joissa ei ole tulkinnanvaraa tai mahdollisuutta väärintymmärrykselle vaan voidaan määritellä yksikäsitteiset säännöt toiminnalle. Tehtävän suorittaminen ei myöskään vaadi luovuutta, ns. hiljaisen tiedon tai käytännön kokemuksen hyödyntämistä tai viranomaisen harkintaa (harkintaa ei voida kuvata yksikäsitteisellä säännöstöllä).	Liiketoiminta
Prosessi	Tehtävään tarkoitetuissa tapauksissa on vähäinen tarve poikkeusten käsittelylle	Tehtävä on standardoitu, ja poikkeustapauksia esiintyy vähän tai ei ollenkaan.	Liiketoiminta
Prosessi	Alttius inhimillisille virheille	Tehtävä on altis inhimillisille virheille, joita tietokoneet eivät tee.	Liiketoiminta
Prosessi	Tehtävän tai prosessin kustannukset ovat tiedossa tai ne ovat laskettavissa	Organisaatio ymmärtää tehtävän kustannusrakenteen ja kykenee arvioimaan automatisoinnin vaikutuksen tehtävän kustannuksiin sekä laskemaan automatisoinnin tuottaman säästön. Hyödyt eivät ole aina euromääräisiä => esimerkiksi ikävien töiden väheneminen vaikuttaa ihmisten viihtyvyyteen.	Liiketoiminta
Laki	Inhimillisten virheiden vaikuttavuus merkittävä	Ovatko tehtävässä mahdollisesti tapahtuvien INHIMILLISTEN virheiden vaikutukset merkittäviä, jotka vaikuttavat esimerkiksi toiminnan laatuun tai ihmisten tasavertaiseen kohteluun?	Laki / Liiketoiminta
Laki	Robotin mahdollisesti tekemien virheiden merkitys pieni, ja virheet ovat tunnistettavissa (jotta voidaan korjata)	Ovatko tehtävässä mahdollisesti tapahtuvien ROBOTIN TEKEMIEN virheiden vaikutukset pieniä, eivätkä juuri vaikuta esimerkiksi toiminnan laatuun tai ihmisten tasavertaiseen kohteluun?	Laki / Liiketoiminta
Laki	Laki ei estä tehtävän antamista RPA:n suoritettavaksi	Ei ole lainmukaista estettä tehtävän antamiselle RPA:n suoritettavaksi.	Laki
Data	RPA:lle annettavat syötteet ovat sähköisessä muodossa tai saatettavissa sähköiseen muotoon	Edellytys RPA:n soveltamiseen. Jos ei ole, niin tulee saattaa sähköiseen muotoon.	Business / Tietohallinto
Data	Prosessien/tehtävien tietosisällöt ovat hyvin määritellyt ja sähköisessä muodossa tai saatettavissa sähköiseen muotoon	Prosesseissa käytettävien tietojen tietosisältöjen tulee olla tiedossa ja hyvin määritellyt muodossa, jota RPA voi lukea (mitä ja mistä) tai saatettavissa RPA:n ymmärtämään muotoon. Rakenteinen data.	Business / Tietohallinto
Tietojärjestelmät	Käytetään useita tietojärjestelmiä/sovelluksia tehtävän aikana	Tehtävässä toimitaan useissa tietojärjestelmissä. Esimerkiksi tiedon kokoaminen eri tietojärjestelmistä yhteen raporttiin.	Liiketoiminta / Tietohallinto
Tietojärjestelmät	Käsitelläänkö koko prosessi/käyttötapaus tietokoneella?	Käsitelläänkö koko tehtävä tietoteknisesti, vai onko mukana manuaalista ei tietoteknisesti tehtävää osuutta? Jos koko tehtävä käsitellään tietoteknisesti, niin RPA voi mahdollisesti automatisoida koko ketjun.	Liiketoiminta / Tietohallinto
Tietojärjestelmät	Tietojärjestelmät ovat vakiintuneita organisaatiossa	Taustatietojärjestelmät eivät ole enää kehitysvaiheessa, joten muutosten määrä niihin on vähäinen (versio päivityksiä ei tiheästi, jotka vaikuttavat tehtävään tai sovellusten käyttöliittymään). Muutokset taustajärjestelmiin aiheuttavat monesti muutoksia myös RPA-sovelluksiin.	Tietohallinto
Tietojärjestelmät	Tietojärjestelmien elinkaari loppuvaiheessa	Tilanteet, joissa tietojärjestelmä on elinkaaren loppuvaiheessa, ja kuitenkin tarvitaan välttämättä integraatiota => RPA:n avulla integraatio on mahdollista ilman kallista tietojärjestelmämuutosta.	Tietohallinto

Ylläpitovaiheen osalta koettiin erityisen tärkeäksi, että ohjelmistorobotiikan toteutukset eivät ole erillisiä IT-osaston vastuulla olevia osuuksia, vaan ne nähdään osana palvelutiimin resursseja ja niitä tulee johtaa osana tätä kokonaisuutta. Ohjelmistorobotti menee siis ”töihin” osaksi palvelua tuottavaa tiimiä. Tällainen lähestyminen tarjoaa mahdollisuuden hallita niitä kulttuurisia paineita, jotka helposti syntyvät ohjelmistorobottien käyttöönotossa ihmistyön korvaajana. Yhdessä haastatelluista organisaatioista oli jopa vietetty robotin eläkejuhlia, kun kertaluonteiseen tietojensiirtoon toteutettu robotti sai siirtotyöt valmiiksi.

### 6.3 Taustaa tekoälyn valintakriteeristöille

Mitkä ovat ne liiketoiminnalliset ongelmat, joita yritys voi muuttaa ennusteongelmiksi? Jos osaat vastata edelliseen kysymykseen, niin sinulla on todennäköisesti käsillä tekoälyn soveltamisen käyttökohde (Agrawal et al., 2018). Yksinkertaisesti ajateltuna tekoälyn raaka-aine on yrityksen hallussa olevaa dataa, josta tekoälyä hyödyntäen tuotetaan uusia ennusteita ja ennakoitavuutta organisaation liiketoimintaan. Lisäksi kasvava datan määrä, ennustaminen, ennakointi ja uusi informaatio helpottavat yrityksen päätöksentekoa vähentämällä päätöksenteon epävarmuutta (Desouza et al., 2017). Lisäksi yksilökohtaisemman tuote- ja palvelutarjonnan mahdollistaminen parantuu.

Toisaalta Mehrin (2017) mukaan julkishallinnon tämän hetken tekoälysovellukset kohdistuvat suurelta osin kyselyihin vastaamiseen, dokumenttien täyttämiseen ja hakuihin, pyyntöjen ohjaukseen, käännöksiin ja dokumenttiluonnosten laatimiseen. Potentiaalisimpia tekoälyn sovelluskohteita ovat ne, joissa tekoälyllä voidaan vähentää byrokratiaa, ratkaista resurssiongelmia tai suorittaa erityisen kompleksisia tehtäviä avustavasti.

#### Taulukko 6 Julkishallinnon tekoälyn soveltamiseen potentiaaliset tehtävätyypit

<b>Resursointi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hallinnollista tukea tarvitaan tehtävien valmistumiseksi</li> <li>– Kyselyjen vasteajat ovat pitkiä tukiresurssien vähyden vuoksi</li> </ul>
<b>Suuret datamäärät</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Datamäärä on liian suuri työntekijöiden tehokkaaseen työskentelyyn</li> <li>– Sisäisiä ja ulkoisia dataa voidaan yhdistää tulosten ja näkemysten parantamiseksi</li> <li>– Data on rakenteista ja sitä on pitkältä ajalta</li> </ul>
<b>Asiantuntijapula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tekoäly voi huolehtia peruskysymyksistä, jolloin asiantuntijoiden aikaa vapautuu monimutkaisempiin kysymyksiin</li> <li>– Asiantuntijoita voidaan tukea selvittämällä yksityiskohtia</li> </ul>
<b>Ennustettavat skenaariot</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tilanne on ennustettavissa historiadatan pohjalta</li> <li>– Ennustaminen auttaa aikariippuvaisilla vastauksilla</li> </ul>
<b>Menettelytapa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tehtävä toistuu samanlaisena</li> <li>– Inputit / outputit ovat binäärejä</li> </ul>
<b>Monipuolinen data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Dataan sisältyy visuaalista/spatiaalista ja auditiivistä/lingvististä tietoa</li> <li>– Laadullista ja määrällistä dataa pitää vetää yhteen säännöllisesti</li> </ul>

Lähde: Mehr (2017).



Mikäli tekoälyn soveltamista ei tehdä huolella, voi ongelmia syntyä palvelun tuottamisessa, yksityisyyden suojassa ja eettisiin kysymyksiin liittyen (Mehr, 2017). On tärkeää ottaa tekoäly osaksi tavoiteohjattua, kansalaiskeskeistä ohjelmaa, rakentaa olemassa olevien resursien päälle, huolehtia datavalmiuksista ja yksityisyydensuojasta sekä hallita eettisiä riskejä (etenkin tekoälyn tekemien päätösten suhteen) (Mehr, 2017).

VA-DIGI -osaprojekti 4 (Suvilehto et al., 2018) on selvittänyt valtionavustusten digitalisoinnin mahdollisuuksia erityisesti valtionavustusprosesseihin liittyvän tietosisällön analysoinnin näkökulmasta. Hankkeessa tavoitteena oli selvittää tekoälyn ja kehittyneen analytiikan hyödyntämisen mahdollisuuksia, rajoituksia ja vaatimuksia. Raportin mukaan yrityspuolella vakuutusalan yrityksissä pienissä vakuutus tapauksissa käytetään automaattista päättelyä. Analogisesti voidaan ajatella, että vastaavasti avustushakemuksissa voitaisiin toimia tiettyjen reunaehtojen mukaan päätöksissä, kun päätössummat ovat pieniä. Toisaalta julkisen sektorin puolella lainsäädäntö voi rajoittaa avustushakemusten automaattisia päätöksiä, mutta tekoälyn avulla voidaan kuitenkin esimerkiksi hakemuksia vertailla ja laittaa järjestykseen. Siten raportin mukaan alkuvaiheessa tekoälyn soveltaminen kannattaakin fokusoida kokonaiskuvan muodostamisen avuksi eikä autonomiseen päätöksentekoon. Vastaavasti tekoälyhankekonaisuuden tekoälytyöpajassa (ks. liite 2) maaliskuussa 2018 tuotiin esiin se, että tekoälyn soveltamisessa tulisi lähteä ensin työntekijän avustamisesta ja vasta sitten siirtyä asiakasrajapintaan ja päätöksentekoon (luonnehdittiin polkuna ”tukiälystä-tekoälyyn”). Toimintaa tukeva tekoäly mahdollistaa viranomaisen työn tehokkaamman hoitamisen esimerkiksi keräämällä tietoa analyysiä tai päätöksentekoa varten, kokoamalla mielenkiintoisia tapauksia ihmisen tarkastettavaksi hakemusmassasta tai vaikka tarjoamalla kommunikaatio-tukea asiakasrajapintaan. Tällöin tekoäly on valjastettu viranomaisen tukiälyrooliin, ja viranomaisen tekee lopulliset päätökset. Erityisesti tekoälyn ollessa roolissa päätöksentekijänä kysymyksenä onkin, sallitaanko viranomaispäätösten teko automaattisesti.

Automatiikkaan liittyen Stirling (2017) esittää luonnoksen viidestä tasosta tekoälylle julkisella sektorilla. Tämä auttaa ymmärtämään tekoälyn soveltamista ja tekoälyn roolia julkisen sektorin toiminnassa. Tasoissa on sovellettu yhdysvaltalaisen autoalan standardointijärjestön SAE Internationalin (Society of Automotive Engineers) autonomisten autojen automaatio-tasoa.

## Taulukko 7 Viisi tasoa tekoälyn roolista julkisella sektorilla

---

<b>Taso 5</b>	Täysin automatisoitu järjestelmä, joka ei tarvitse ihmisen osallistumista palvelun tuottamiseen ollenkaan
<b>Taso 4</b>	Automaatio – julkinen palvelu toimii täysin automaattisesti, kunnes törmää erityiseen tapaukseen, jossa tarvitaan ihmistä
<b>Taso 3</b>	Puoliautomaattinen – järjestelmä suorittaa rutiinitehtäviä ilman ihmisen valvontaa, mutta järjestelmä hälyttää, kun ihmisen työpanosta tarvitaan
<b>Taso 2</b>	Valvonta – järjestelmä huolehtii rutiininomaisesta toiminnasta ihmisen jatkuvassa valvonnassa ja osoittaa vaikeampia tapauksia ihmisen suoritettavaksi. Ihmisen on oltava valmis puuttumaan tehtävän suoritukseen jatkuvasti.
<b>Taso 1</b>	Yksinkertainen tuki – antaa tukea palvelun suorittamiseen, esimerkiksi tiedon syöttö, tiedon prosessointi, identifioidaan aineistosta luokkia, jne
<b>Taso 0</b>	Ei automaatiota – julkisen sektorin palvelu suoritetaan ihmisvoimin

---

Lähde: Luonnos, Stirling (2017).



## Case Kela

Kelalla on menetelmä kehitysideoiden arviointiin. Kehitysideat voivat johtaa ohjelmistorobotiikan tai tekoälyn soveltamiseen tai vaikka perinteiseen ohjelmistoprojektiin. Prosessien tehostamisen näkökulma pohjautuu lean-ajatteluun.

Arviointimallissa arvioidaan ideoiden ominaisuuksia, kuten parantaisiko ratkaisu asiakaspalvelua tai työn tehokkuutta. Ominaisuuden toteutumista kuvataan kolmitasoisesti (1–3 tähteä). Myös yhteiskunnallinen vaikuttavuus on yksi mahdollinen arvion kohde. Tämän lisäksi arvioidaan idean kypsyyttä, eli voidaanko toteutus tehdä idean pohjalta vai vaatiiko idea tarkennusta tai lisäselvittelyä. Tämä arviointi tehdään kriteereiden kuten kuvauksen selkeyden ja teknologian nykytilan perusteella. Lisäksi tunnistetaan idean toteutuksen teknologiavaihtoehtoja, eli voitaisiinko idea toteuttaa robotiikan, chatbot-ratkaisun tai vaikka koneoppimisratkaisun avulla. Arvioitavista kohteista tehdään myös ”kustannushyöty” -laskelmat (”panos-tuotos” -laskelmat).

Tulkittaessa tasoja (Taulukko 7) huomataan, että järjestelmän kompleksisuus ja ”vastuu” kasvaa siirryttäessä ”toimintaa tukevasta tekoälystä” autonomisiin päätöksiin. Erityisesti kompleksisuuden kehityksellä voi olla suuria vaikutuksia tasolta toiselle siirtymiseen. Lisäksi vaaditaan lainsäädäntöä sekä myös eettisiä ja moraalisia sääntöjä koskien sitä, miten tällaisia järjestelmiä kehitetään, operoidaan ja ylläpidetään vastaavasti järjestelmän eri tasoilla. Tässä palataan problematiikkaan, jota käsiteltiin jo kappaleessa 2.5.

Digibarometri (2018) raportissa esitetään tekoälyn indeksitaulukko liittyen tekoälyn soveltamiseen organisaatioissa. Indeksitaulukkoa voivat organisaatiot hyödyntää, kun arvioidaan tekoälyn maturiteettia organisaatiossa, eli minkä tyyppisiä asioita pitää ottaa huomioon, missä kehityksen osalta ollaan menossa ja mihin pyritään. Indeksitaulukkoa ollaan muodostamassa web-työkaluksi Oulun yliopiston ja VTT:n toimesta<sup>7,8</sup>. Työkalun avulla organisaatiot voivat web-applikaation avulla arvioida omaa tekoälyvalmiuttaan.

## 6.4 Tekoälyn käyttötapausten arviointikriteeristön luonnos

Kirjallisuuteen, tekoälyn tapauksiin ja haastatteluihin perustuen voidaan tunnistaa luokkia tehtävien/prosessien arviointikriteereihin. Koska tekoälyn soveltamisen lähestymistapa on nykyään pääasiassa koneoppiminen, on myös kriteeristössä painotettu koneoppimista. Tunnistetut luokat arvioinnille ovat:

- *Toiminnan volyymi*: tehtävien toistojen ja keston kautta saatava toiminnan tehostamis-potentiaali
- *Lainsäädäntö*: lainsäädäntö mahdollistaa tekoälyn käytön. Tekoälyn tekemän mahdollisen virheen vakavuus
- *Tehtävän / prosessin luonne*: tehtävien kompleksisuus ja tekoälylle soveltuvuus
- *Käsiteltävän datan luonne*: datan määrä ja laatu
- *Teknologiat*: tekoälyn käytön teknologiset kriteerit

<sup>7</sup> <https://www.vtt.fi/medialle/uutiset/yrityksille-suunnattu-digikypsyystesti-täydentyy-tekoälytyökalulla>

<sup>8</sup> <http://www oulu.fi/yliopisto/node/52981>

## Taulukko 8 Kooste prosessien/tehtävien valintakriteereistä tekoälyratkaisuille

Luokka	Kriteeri	Kriteerin kuvaus	Arvion tekijä
Volyymi	Tehtävää suoritetaan usein	Organisaatiossa usein toistuva tehtävä, joka sitoo resursseja.	Liiketoiminta
Volyymi	Tehtävän ajallinen kesto ihmisen tekemänä olisi liian pitkä	Tehtävää ei ole järkevää tehdä ihmisvoimin, mutta tekoälyn avulla voidaan tehtävä tehdä. Aikariippuvat tehtävät (esim. päätös tulee tehdä tietyssä aikaikkunassa).	Liiketoiminta
Laki	Tehtävä/prosessi on sellainen, jossa on mahdollista soveltaa tekoälyratkaisua	Onko tekoälyn suoritettavaksi tarkoitettu tehtävä sellainen, joka voidaan lain mukaan antaa tekoälyn suoritettavaksi?	Laki
Laki	Tehtävässä ei ole tietosuojan erityisvaatimuksia tai ne voidaan käsitellä asianmukaisesti	Käsitelläänkö tehtävän suorituksen aikana henkilötietoja? Mikäli käsitellään, tulee niiden käsittelyssä huomioida lainsäädäntö.	Laki
Laki	Tekoälyratkaisun tekemät mahdolliset virheet eivät ole suuria yhteiskunnalle / organisaatiolle / yksilölle?	Virheellisen toiminnan vaikutukset: ei suurta vaikutusta, keskimääräinen vaikutus, suuri vaikutus, katastrofaalinen vaikutus. Tulee huomioida tekoälyn soveltuvuuden arvioinnissa, toteutuksessa, operoinnissa ja ylläpidossa.	Liiketoiminta / Laki
Prosessi	Tehtävän tyyppi on tunnistettavissa	Onko tehtävä muodostettavissa ennustamis-, optimointi-, luokittelu- tai muiksi tekoälyalgoritmin ratkaistaviksi tehtäviksi?	AI asiantuntija
Prosessi	Vastaavan tehtävätyypin ratkaisusta on onnistuneita sovellusesimerkkejä	Onko vastaavanlaisesta tehtävätyypin ratkaisusta onnistuneita sovellusesimerkkejä muualla?	AI asiantuntija / Liiketoiminta
Prosessi	Tehtävässä on kognitiivisia vaatimuksia (ihmellinen tulkinta / asiantuntemus / luonnollisen tekstin ymmärrys)	Tehtävän suorittamiseen vaaditaan monimutkaisten tulkintojen tekemistä.	AI asiantuntija / Liiketoiminta
Prosessi	Tekoälyn avulla saadaan suoritettua uusi muita toimintoja tehostava tehtävä	Saadaanko tekoälyn avulla suoritettua kokonaan uusi muita toimintoja tehostava tehtävä, kuten tiedon keruu väärinkäytösten tunnistamiseksi?	Liiketoiminta
Prosessi	Suoritettavalla tehtävällä voidaan säästää julkisen sektorin varoja?	Voidaanko suoritettavalla tehtävällä säästää julkisen sektorin varoja, esimerkiksi väärinkäytösten poistamisen kautta, väärin päätösten välttämässä, jne.?	Liiketoiminta
Data	Datan määrä on riittävä	Onko dataa riittävä määrä tekoälyn opettamiseen ja onko sitä on riittävän pitkältä ajalta?	AI asiantuntija
Data	Datan ymmärrys on olemassa	Ymmärretäänkö opetusdata siten, että sitä voidaan käyttää asianmukaisesti opettamisessa? Data dokumentoitu.	AI asiantuntija
Data	Datan laatu on riittävä	Onko datan laatu riittävällä tasolla opettamista varten? Onko data muutettavissa kohtuullisin kustannuksin hyödynnettävään muotoon?	AI asiantuntija
Data	Data on saatavissa ja siihen on käyttöoikeus	Onko data saatavissa ja onko siihen käyttöoikeus?	AI asiantuntija / Liiketoiminta / Laki
Data	Data on koneluettavassa muodossa	Onko data koneluettavassa muodossa tai kohtuullisin kustannuksin saatettavissa koneluettavaan muotoon?	AI asiantuntija
Teknologia	Tehtävä on teknisesti mahdollista suorittaa olemassa olevin ja koetelluin tekoälyteknologioin	Onko tehtävä teknisesti ratkaistavissa olemassa olevin ja koetelluin tekoälyteknologioin?	AI asiantuntija
Teknologia	Tekoälyn opetusvaiheessa on saatavissa riittävästi tallennus-, laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteettia	Onko käytettävissä riittävästi talletus-, laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteettia opetusvaiheessa?	AI asiantuntija
Teknologia	Tarvitavat tietolähde-, palvelu- ja laskentaresurssit voidaan valita ja etsiä asianmukaisista katalogeista	Onko käytettävissä katalogeja tarvittavien tietolähde-, palvelu- ja laskentaresurssien löytämiseksi ja valitsemiseksi?	AI asiantuntija
Teknologia	Tietoaineisto on käsitelty käytettävissä olevaan muotoon valmiiksi	Onko käytettävissä oleva tietoaineisto jo valmiiksi käsitelty käytettävään muotoon?	AI asiantuntija

Taulukossa 8 on kooste prosessien/tehtävien valintakriteereistä tekoälyratkaisuille jaettuna eri luokkiin. Lisäksi taulukossa on ehdotettu tahoja, joka kyseisen arvion voi suorittaa. Taulukko on ohjeellinen ja tulee tarkentumaan myöhemmin ja toimiikin ennemmin tarkastuslistana tekoälyn soveltamista pohdittaessa.

## 6.5 Hyötyjen arviointimalli

Panostukset ohjelmistorobotiikkaan tai tekoälyyn tulee nähdä investointeina, joiden tekemisen taustalla on selkeä tavoite ja odotus tulevasta hyödystä. Hyötyjen ja niiden saavuttamiseksi tarvittavien investointien kustannusten arviointia voidaan suorittaa monin eri tavoin. Tyypillisesti arviointien pääasialliset näkökulmat liittyvät taloudelliseen ja laadulliseen hyötyyn. Taloudellisen hyödyn arvottamiseen on tarjolla kypsiä menetelmiä, joiden hyödyntämistä tulisi harkita laajemmin myös julkisella sektorilla. Yksityisellä sektorilla tavalliset investointien taloudellisen järkevyyden arviointiin käytetyt sijoitetun pääoma tuotto (ROI) ja nettonykyarvo (NPV) tarjoavat hyvän pohjan myös julkisen sektorin investointien arviointiin, vaikka tavoitteena ei tällöin välttämättä ole tuoton tai nettonykyarvon maksimointi. Kustannus-hyöty-analyysi ja sen perusteella laskettava investoinnin takaisinmaksuaika tarjoavat edellä mainittuja menetelmiä suoraviivaisemman tavan arvioida investointipäätöksiä.

Kustannus-hyöty-analyysin laatimisen osalta suuntaviivoja hyötyjen arvionnille löytyy mm. julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan JHS-suositusten (JHS171, 2012) ja Valtiovarainministeriön (2012) ohjeistuksen muodossa. JHS171-suosituksessa tarkastellaan yleisesti kehitettävien ICT-palveluiden hyötyjen arviointia neljästä eri näkökulmasta: 1) taloudelliset hyödyt, 2) hyödyt asiakkaille ja sidosryhmille, 3) prosessien ja toimintojen tehostuminen ja 4) hyödyt henkilöstölle ja organisaatiolle. Valtiovarainministeriön ohjeistus ottaa kantaa nimenomaan laajalle käyttäjäkunnalle (esim. kansalaisille) suunnatun verkkopalvelun hyötyjen arviointiin neljän näkökulman avulla: 1) hyöty organisaatiolle, 2) palvelun tunnettavuus, 3) käyttäjien mahdollisuus vaikuttaa ja 4) käyttäjien saama lisäarvo. Arvioinnissa keskeisenä ajatuksena on, että palvelun tulee saavuttaa tärkeä rooli käyttäjien arjessa ja tätä suhdetta ylläpidetään.

Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarjassa Julkishallinnon digitalisaatio – tuottavuus ja hyötyjen mittaaminen (Parviainen et al., 2017b) on käsitelty laajasti hyötyjen arviointia ja tuottavuusvaikutuksia julkishallinnossa. Selvitys keskittyi digitalisaation edistämiseen julkishallinnossa. Sen keskeisenä osana esitettiin suosituksia tarvittavista julkishallinnon toimenpiteistä sekä määriteltiin kehikko tavoiteltavista hyödyistä ja mittareita hyötyjen mittaamiseen. Suositukset painottuivat asenteiden muuttamiseen digitalisaatiolle ja sen tuomille muutoksille myönteisiksi, yhteistyöhön ja läpinäkyvyyteen sekä digitalisaatiota tukeviin toimintatapoihin.

Yleisenä havaintona oli, että vaikka digitalisaatiokehitys on hyvässä vauhdissa, on hyötyjen mittaaminen vielä varsin vähäistä sekä Suomessa että verrokkimaissa. Selvityksen mittarit kohdistuivat sekä julkishallinnon toimijoiden että asiakkaiden saamiin hyötyihin. Lisäksi esille nostettiin tarve datan hyödyntämisen mittaamiseen, koska digitalisaation suurimpia mahdollisuuksia on monipuolinen datan hyödyntäminen sekä julkishallinnon toimijoiden kesken että julkisen ja yksityisen sektorin välillä. Selvityksen pohjalta merkittäväksi haasteeksi julkishallinnon digitalisaatiossa todettiin asiakaskeksyyden puute. Digitaalisia palveluja kehitetään edelleen pitkälti yksittäisen hallinnonalan tai viraston näkökulmasta sen sijaan, että huomioitaisiin asiakkaan tarve yli hallinnonalojen ja virastojen.

Selvityksessä esitettiin tuottavuuden ja hyötyjen arvioinnin mitattaviksi asioiksi ja osa-alueiksi seuraavia kokonaisuuksia (Parviainen et al., 2017b):

*Julkishallinnon saamat kustannushyödyt:*

1. Suorat rahalliset hyödyt
2. Tehokkuuden parantuminen
3. Parantunut palvelun tuottaminen
4. Parantunut työtyytyväisyys
5. Parantunut päätöksenteko ja demokratia

*Julkishallinnon asiakkaiden saamat kustannushyödyt:*

1. Suorat rahalliset hyödyt
2. Ajansäästö
3. Parantuneet palvelut
4. Parantunut päätöksenteko ja demokratia

*Datan hyödyntäminen:*

1. Hallinnon yhteinen data
2. Datan hyödyntäminen hallinnossa
3. Avoin data

Muutoksen hyötyjen arviointiin on siis jo entuudestaan tarjolla monipuolisesti muutosta arvioivia kriteerejä, mutta niiden järjestelmällinen hyödyntäminen on vielä verrattain vähäistä. Haastatelluissa organisaatioissa hyötyjen arviointi tapahtui huomattavasti suppeamman kriteeristön avulla. Organisaation sisäiset säästöt (Tehokkuuden parantuminen) olivat vahvasti edustettuina kaikissa organisaatioissa. Tämän lisäksi esillä olivat prosessin läpimenoajan nopeutuminen ja virheiden väheneminen (Parantunut palvelun tuottaminen) sekä parantunut asiakaskokemus (Parantuneet palvelut) ja henkilöstön mielekkäämmät työtehtävät (Parantunut työtyytyväisyys).

Valtaosa ohjelmistorobotiikan käyttötapauksista kohdistui olemassa olevien prosessien tehostamiseen, ja tästä johtuen niistä oli todellista mittaustietoa tehostumisen arvioinnin tueksi. Käyttötapausten toteutuksissa oli vähemmän epävarmuutta, ja siksi investointien hyödyllisyyden karkeakin arviointi tuotti melko luotettavia tuloksia. Tekoälyn käyttötapauksien osalta kyseessä oli lähes poikkeuksetta chatbot tai virtuaaliavustaja. Toiminnan uuden luonteen vuoksi mitattua tietoa oli vähemmän ja samalla hyötyjen arviointi painottui enemmän uskomuksiin ratkaisun tuomasta tehostumishyödydestä. Kun tähän lisätään tekoälypohjaisten ratkaisujen toteutuksen onnistumisen epävarmuus, osoittautui hyötyjen luotettava arviointi ennen investointia vaikeaksi.

Mikäli ohjelmistorobotiikan toteutus tehdään ympäristöön, johon kohdistuu ratkaisun käyttöaikana paljon muutoksia, on erityisen tärkeää huomioida myös ratkaisun ylläpidon kustannukset. Löyhän integraation ratkaisuna ohjelmistorobotiikan toteutukset altistuvat perinteisiä integraatioita useammin muutospaineille. Melko pienetkin muutokset, kuten kohdeohjelmiston uuden version käyttöönotto, saattavat edellyttää ohjelmistorobotin uudelleenkonfigurointia. Tästä johtuen on tärkeää, että investointivaiheessa huomioidaan alkuperäisen toteutusprojektin kustannusten lisäksi myös arvioidun käyttöiän mukaiset ylläpitokustannukset.

set. Lisäksi kokonaiskustannuksiin tulisi laskea käyttöiän mukaiset jatkuvat kustannukset. Kertaluonteisten toteutusten (esim. tietojen siirto) osalta hyötyjen ja kokonaiskustannusten arviointi on luonnollisesti suoraviivaisempaa ja sisältää vähemmän epävarmuustekijöitä.

Perustuen kirjallisuuteen, ohjelmistorobotiikan käyttötapauksiin ja haastatteluihin voidaan tunnistaa seuraavat hyötyjen ja kokonaiskustannusten arvioinnin näkökulmat:

Hyötyjen arvioinnin näkökulmat:

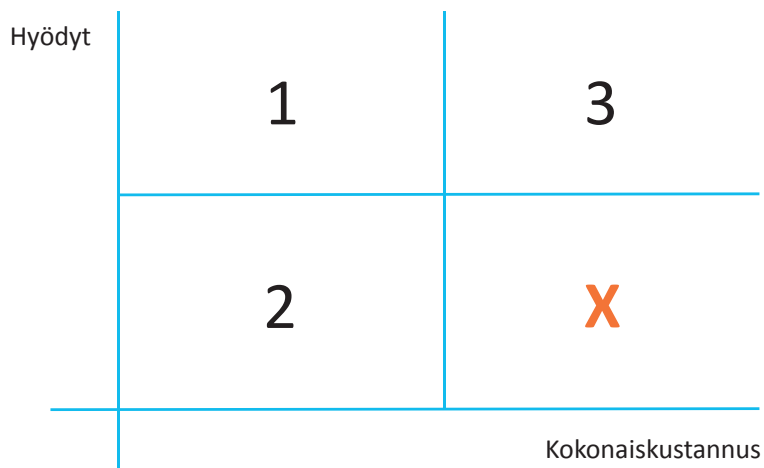
- Laskennallinen taloudellinen säästöpotentiaali (mm. käsittelyaika, henkilömäärä, tapahtumamäärä)
- Mahdolliset laadulliset tavoitteet (mm. muutoksen jälkeen saavutettava automaatioaste, parantunut asiakaskokemus ja työtyytyväisyys)

Kokonaiskustannusten arvioinnin näkökulmat:

- Toteuttamisen kustannus (toteutusprojektin kustannukset) ja helppous (järjestelmäympäristön monimutkaisuus)
- Ylläpidon kustannukset (järjestelmäympäristön muutosvauhti) ja jatkuvat kustannukset

Näiden arviointinäkökulmien perusteella voidaan käyttötapaukset jaotella nelikenttään (kuvio 11) ja valita toteutettavat käyttötapaukset kuviossa esitetyssä järjestyksessä.

### **Kuvio 11 Hankkeiden priorisointi ohjelmistorobotiikan tuomien henkilötöösäästöjen ja hankkeen kokonaiskustannusten näkökulmasta**



Hankkeiden priorisoinnissa tulisi lähtökohtaisesti suosia suurinta kokonaistuottoa (esim. säästö henkilötövuosissa), mutta muuttuvassa ympäristössä takaisinmaksuaika tulee olla keskeinen kriteeri toteutettavien hankkeiden priorisoinnissa. Tästä johtuen suosituksena on valita edellä kuvatussa nelikentässä vasemman alakulman käyttötapaukset toteutukseen ennen oikean yläkulman käyttötapauksia.

# 7 KESKEISET VIRANOMAISPROSESSIT OHJELMISTOROBOTIIKAN JA TEKOÄLYN HYÖDYNTÄMISELLE

## 7.1 Potentiaaliset viranomaisprosessit ja vaikutukset toiminta-arkkitehtuureihin

Kokonaisarkkitehtuuri on systemaattinen lähestymistapa organisaation toiminnan, rakenteiden ja sen käyttämien välineiden jäsentämiseen, kehittämiseen ja hallinnoimiseen. Julkisen hallinnon kokonaisarkkitehtuuri (JHKA) toimii tällaisen jäsenyyksen ylimpänä tasona. Se määrittää julkisen hallinnon arkkitehtuurikokonaisuuden, selkeyttää osien (kuten palvelut, toimialat ja muut osa-alueet) välistä vuorovaikutusta ja tukee yksittäisten organisaatioiden (virastot ja kuntatoimijat) arkkitehtuurien kehittämistä sekä tarjoaa käytettäväksi yhteisesti hyödynnettäviä arkkitehtuuri-elementtejä. (Valtiovarainministeriö, 2017a)

Julkisen hallinnon tietohallinnon neuvottelukunnan JHS179-suositus (Valtiovarainministeriö, 2017b) määrittelee kokonaisarkkitehtuurin suunnittelun ja kehittämisen menetelmän, jota julkisen hallinnon organisaatioiden on noudatettava. Suosituksessa kuvataan kattavasti yhtenäinen suunnittelumenetelmä sekä yhtenäiset kuvaustavat ja -mallit julkisen hallinnon organisaatioiden kokonaisarkkitehtuurin kehittämiseen sen eri vaiheissa.

Ylätasolla menetelmän kuvaukset koostuvat seuraavista osa-alueista: 1) periaatteellinen taso, 2) toiminta-arkkitehtuuri, 3) tietoarkkitehtuuri, 4) tietojärjestelmäarkkitehtuuri, 5) teknologia-arkkitehtuuri ja 6) toimeenpanon kuvaukset. Tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan tehokas soveltaminen tuo muutoksia lähes kaikilla osa-alueilla, mutta nyt keskitymme erityisesti vaikutuksiin toiminta-arkkitehtuurissa.

Toiminta-arkkitehtuurin kuvaamisen tasot:

- Palvelukartta
- Toimijoiden välinen vuorovaikutus
- Prosessikartta
- Prosessien välinen vuorovaikutus
- Prosessikaavio

**Palvelukartta** kuvaa organisaation palveluryhmät ja palvelut ylätasolla. Vaikka organisaatioiden palvelukarttakuvauksista löytyy elementtejä asiakaslähtöisestä palveluiden jäsentämisestä ja tuottamisesta, on kuvausten lähtökohtana usein organisaation oman palvelutuotannon nykymalli.

**Toimijoiden välinen vuorovaikutus** tarjoaa ylätason näkymän organisaation vuorovaikutuksesta toimintaympäristön kanssa. Kuvaus on yleensä tehty varsin karkealla tasolla, ja sen tärkein tehtävä on tehdä näkyväksi eri toimijoiden välinen vuorovaikutus tieto-, raha- ja tavaravirtojen muodossa.

**Prosessikartta** antaa kokonaiskuvan palvelujen toimittamiseen liittyvistä keskeisistä prosesseista.

**Prosessien välisessä vuorovaikutuksessa** kuvataan organisaation prosesseja ja niiden välisiä tieto- ja materiaalivirtoja. Prosessien väliset tieto- tai materiaalivirrat ovat oleellinen osa toimintamallia.

**Prosessikaaviossa** kuvataan yksittäisten tietojen kulku, prosessin toimintojen vaiheet ja niiden suorittamiseen liittyvät roolit.

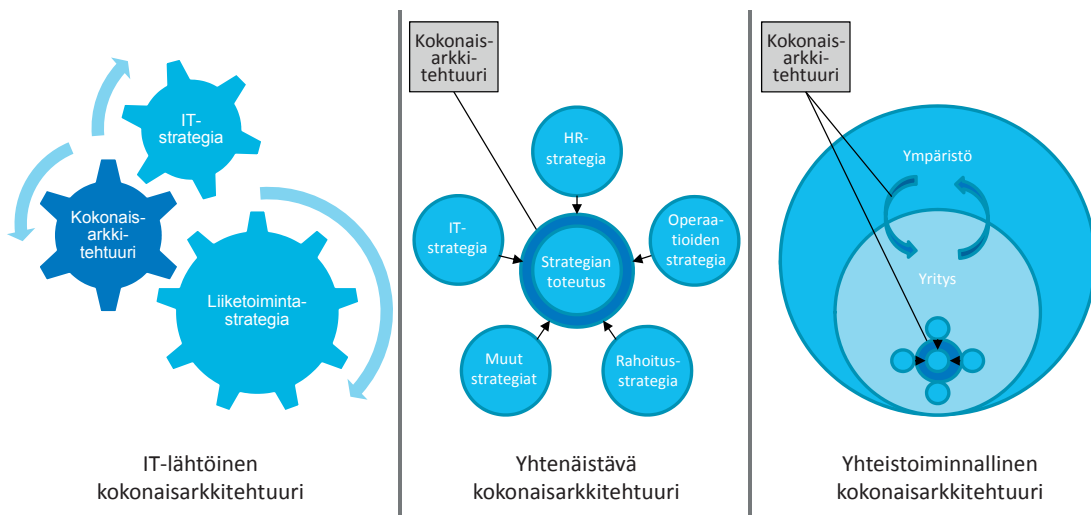
Ohjelmistorobotiikan soveltamisen näkökulmasta edellä mainituista kuvaustasoista merkityksellisimmät ovat kaksi vuorovaikutuskuvausta ja prosessikaaviokuvaus.

Toimijoiden välisen vuorovaikutuksen kuvaus mahdollistaa palvelun tuottamiseen osallistuvien toimijoiden ja näiden välisten suhteiden hahmottamisen selkeästi. Tämä kuvaus on käyttökelpoinen myös keskusteltaessa toiminnan kehittämisestä kansantajuisesti kuvausmenetelmää syvemmin tuntemattomien kanssa.

Prosessien suurimmat ongelmat ja haasteet ovat usein niiden rajapinnoissa naapuriprosesseihin. Prosessien välisen vuorovaikutuksen tietovirrat ovat juuri niitä kohtia, joihin ohjelmistorobotiikan käyttötapaukset prosessikaaviossa kuvattujen prosessin toimintojen lisäksi kohdistuvat. Nämä kuvaukset tarjoavat siis pohjan ohjelmistorobotiikan soveltamiskohtien ja käyttötapauksen systemaattiselle tunnistamiselle.

Julkisen hallinnon kokonaisarkkitehtuurityöhön on Suomessa panostettu voimakkaasti. Tarjolla olevat yhtenäiset ohjeet (Valtiovarainministeriö, 2017a ja 2017b) ovat kattavat ja mahdollistavat laadukkaan kokonaisarkkitehtuurikehittämisen. Tuotettavat palvelut on nostettu hyvin esille, mutta kuvausten näkökulma on edelleen usein organisaationlähtöinen ja ylittää harvoin ministeriö- tai virastorajan. Palveluiden käyttäjät odottavat entistä enemmän kulloiseenkin elämäntilanteeseen liittyviä kokonaispalveluita. Tämä edellyttää organisaatioilta palveluiden ja toiminnan suunnittelua yli organisaatorajojen. Samalla kokonaisarkkitehtuurin näkökulma siirtyy organisaation sisäisestä tarkastelusta organisaatioiden väliseen yhteistyöhön. Lapalme (2012) on kuvannut kokonaisarkkitehtuurin koulukuntia kolmella tasolla: 1) IT-lähtöinen kokonaisarkkitehtuuri (engl. Enterprise IT Architecture), 2) yhtenäistävä koko-

**Kuvio 12 Kokonaisarkkitehtuurin kolme koulukuntaa**



Lähde: Lapalme, kirjoittajien käännös (2012).

naisarkkitehtuuri (engl. Enterprise Integration) ja 3) yhteistoiminnallinen kokonaisarkkitehtuuri (engl. Enterprise Ecological Adaption).

Nykyinen kokonaisarkkitehtuurityö on vienyt suomalaiset julkisen hallinnon organisaatiot hyvälle tasolle yhtenäistävissä kokonaisarkkitehtuurissa. Toimintaympäristön muutokset ja asiakkaiden odotukset edellyttävät kuitenkin jo siirtymistä kohti yhteistoiminnallista kokonaisarkkitehtuuria. JHKA on pyrkinyt huomioimaan tämän näkökulman ottamalla osaksi kuvauksia ekosysteemimallin ja julkisen hallinnon yhteisen palvelukartan. Nämä ovatkin keskeisessä roolissa, kun julkisen hallinnon yhteistoiminnallista kokonaisarkkitehtuuria suunnitellaan ja kehitetään.

Valtioneuvoston tietopoliittisen selonteon ”Eettistä tietopoliittikkaa tekoälyn aikakaudella” (Valtiovarainministeriö, 2018) luonnoksen taustamuistiossa kuvataan tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan soveltamisen nykytilaa ja suunnitelmia eri ministeriöissä. Ohjelmistorobotiikan kokeiluja ja hankkeita on liikkeellä useiden ministeriöiden alueella ja tuotannossakin jo muutama (mm. Palkeet ja Verohallinto). Tekoälyn hyödyntämisen suunnitelmia ja kokeiluja tehdään laajalla rintamalla. Joitain hankkeita on jo edennyt toteutukseen asti (mm. diagnoosinnan ja hoitopäätösten tuki erikoissairaanhoidossa, asiakirjojen anonymisointi, älykäs digitaalinen virasto, valtionavustusten digitalisointi, Kansallisarkiston ontologiatietovaranto). Tekoälyn yleisin soveltamiskohde on virtuaalinen palveluavustaja. Tämän alueen kokeiluja on tehty eri menetelmillä ja hallinnonaloilla. Kelassa chatbottien käyttöä on pilotoitu (mm. vanhempainpäivärahat) erilaisiin rajattuihin kohteisiin, mutta vuoden 2018 lopulla käyttöön otettava Sobotti kykenee vastaamaan laajasti eri aihealueita koskeviin kysymyksiin. Työ- ja elinkeinoministeriön hallinnonalalla useat chatbotit ovat avustaneet erilaisten tukien hakemisessa. Verohallinnon chatbot-kokeilut eivät vielä tuottaneet toivottuja tuloksia, vaikka opetusdatan määrä oli valtava. Hallinnonalojen rajat ylittävä Aurora-hanke etenee pääosin suunnitelman mukaan ja on tulossa tuotantoon vuoden 2018 lopulla.

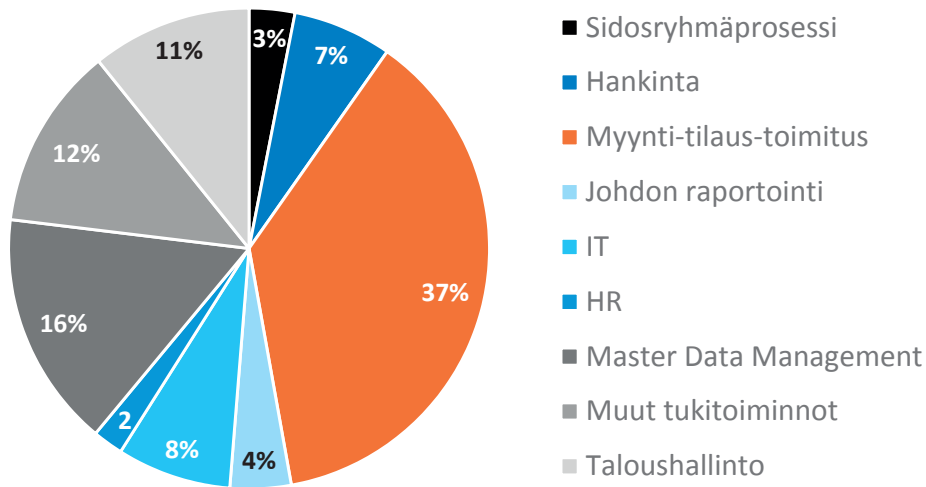
Ohjelmistorobotiikan soveltaminen tulee pääosin keskittymään organisaatioiden sisäisen tehokkuuden parantamiseen ja joissain määrin organisaatioiden väliseen tiedonsiirtoon. Valtaosa käyttötapauksista kohdistuu tukiprosesseihin ja näiden osalta tehokkuudessa on suuria eroja eri organisaatioiden välillä. Ohjelmistorobotiikan hyödyntämisen myötä nämä erot kasvavat entisestään. Mahdollisuuksien mukaan tulisi arvioida mahdollisuutta tukiprosessien tuottamiseen keskitetyissä palvelukeskuksissa. Näin myös toiminnan ja tehokkuuden kehittämisen panostukset voidaan tehdä kertaalleen ja hyödyntää tuloksia kaikkien palvelun käyttäjien eduksi.

Osana selvitystä kävimme läpi ohjelmistorobotiikan käyttötapauksien joukon, jossa oli mukana 878 arvioitua ohjelmistorobotiikan käyttökohdetta eri organisaatioissa Suomessa. Aineisto sisälsi käyttötapauksia sekä yksityisen että julkisen sektorin organisaatioista. Kuten aiemmin todettiin, käyttökohteet eivät tyypillisesti olleet kokonaisia prosesseja vaan yksittäisiä tehtäviä tai prosessin osia. Materiaali luokiteltiin käyttötapauksiin liittyneiden prosessien ja toteutuksen priorisoinnin mukaisesti. Prosessit jaettiin ydin- ja tukiprosesseihin. Seuraavaksi tarkastelemme jo toteutettujen (prioriteetti 0) tai seuraavaksi toteutukseen tulevien (prioriteetti 1–2) käyttötapauksien jakaumaa yksityisellä ja julkisella sektorilla.

Käyttötapauksien jakaumat ovat karkealla tasolla varsin samanlaiset. Yksityisellä sektorilla ydinprosessien osuus on 47 % ja tukiprosessien 53 % käyttötapauksista. Julkisella sektorilla vastaava jakauma on 45 % ja 55 %. Yksityisellä sektorilla käyttötapauksissa painotus oli julkista sektoria enemmän tiedonhallinnassa (MDM) ja IT-alueen omissa prosesseissa.

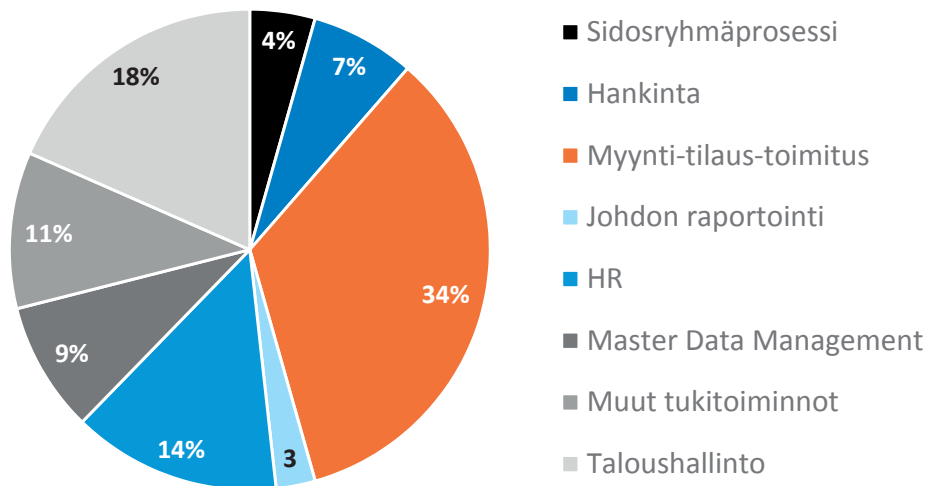


**Kuvio 13 Käyttötapausten jakauma yksityisen sektorin ensi vaiheessa toteutettavissa käyttötapauksissa**



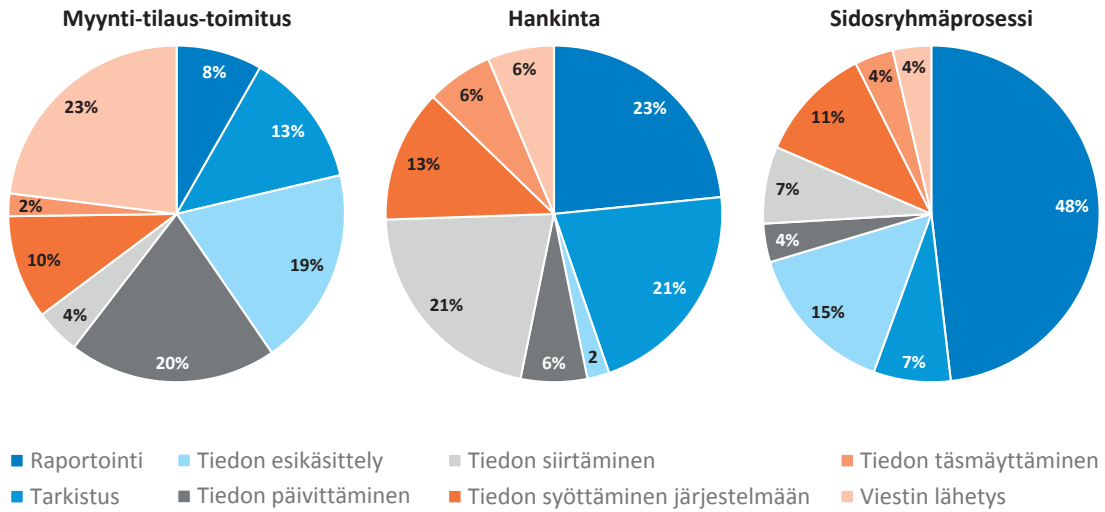
Julkisen sektorin käyttötapauksissa painottuivat yksityistä sektoria enemmän taloushallinnon ja henkilöstöhallinnon prosessit.

**Kuvio 14 Käyttötapausten jakauma julkisen sektorin ensi vaiheessa toteutettavissa käyttötapauksissa**

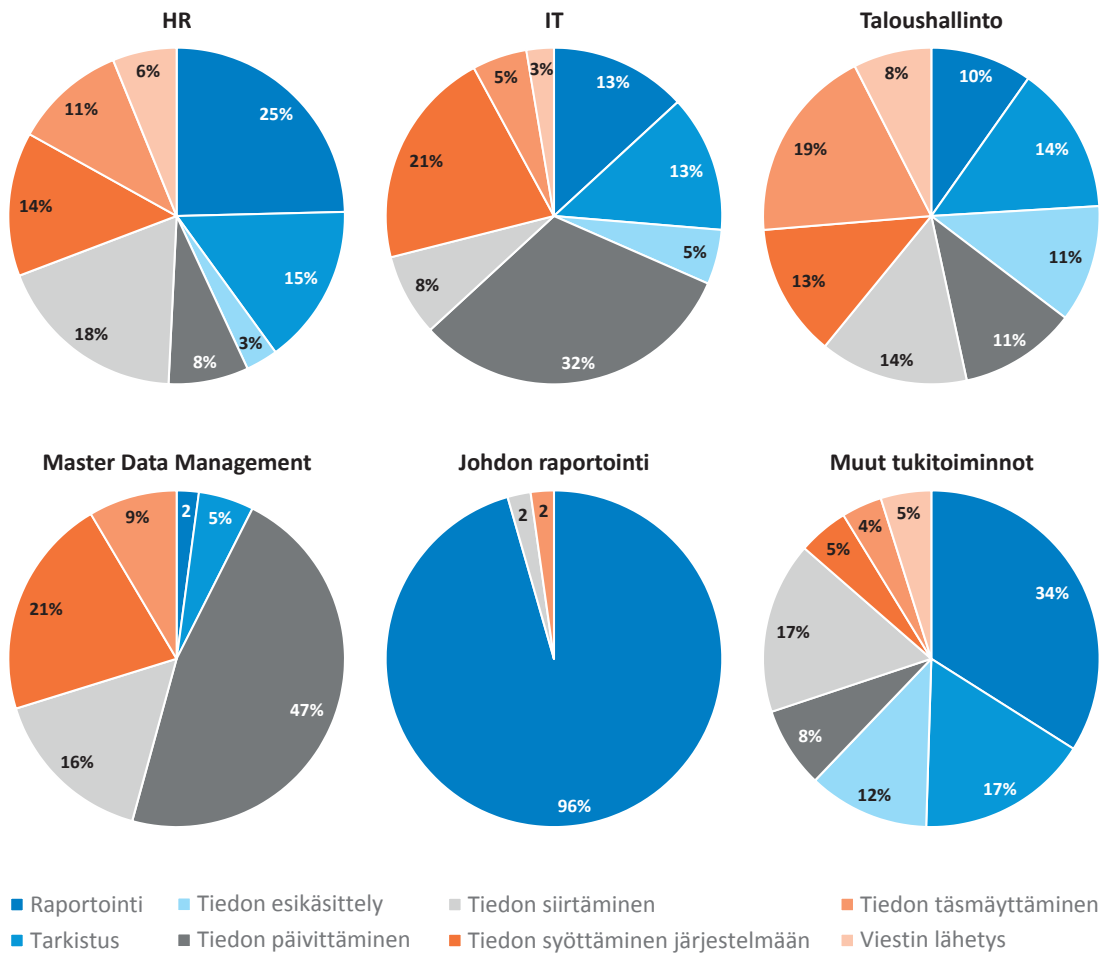


Eri prosessien toteutettaviksi suunniteltujen käyttötapaustyyppien jakaumat poikkeavat paljon toisistaan (kuviot 15 ja 16). Henkilöstöhallinnossa on vahva painotus raportointiin ja tiedon siirtämiseen. Taloushallinnossa tiedon täsmäyttäminen ja tarkistus ovat keskeisessä roolissa. Tiedonhallinnassa (MDM) keskitytään tiedon päivittämiseen ja syöttämiseen järjestelmään. Tilaus-toimitus-prosessissa merkittävimpiä käyttötapaustyyppisiä ovat viestin lähetyksen, tiedon esikäsittely ja päivittäminen. Alla kuvattuja jakaumia voidaan hyödyntää potentiaalisten käyttötapaustyyppien tunnistamisessa riippuen siitä, mitä prosessia automatisointi koskee.

**Kuvio 15 Esimerkkejä käytötapauusten jakaumasta ydintoiminnoissa**



**Kuvio 16 Esimerkkejä käytötapauusten jakaumasta muissa toiminnoissa**



Tekoälyn soveltamisen osalta hallinnonaloilla on hyvin erilaisia tarpeita, ja käyttötapausten kirjo on siksi jatkossa nykyistä laajempi. Riippumatta siitä, mille hallinnonalalle tekoälyratkaisua rakennetaan, on tärkeää pohtia mahdollisuutta soveltamisnäkökulman laajentamiseen ja palveluiden tarjoamista rajapintojen kautta muidenkin organisaatioiden hyödynnettäväksi. Esimerkiksi Aurora-palvelulla on hyvä mahdollisuus nousta julkisen hallinnon yhteisen palvelukartan palveluksi.

Suomella on hyvät edellytykset ottaa tekoäly ja ohjelmistorobotiikka laajaan hyötykäyttöön julkisella sektorilla. Tekoälyaika-hanke koordinoi eri hallinnonalojen ponnisteluja, mutta tarvittavan osaamisen kasvattaminen on vielä liikaa kunkin hallinnonalan vastuulla. Teknologian ja sen soveltamisen osaaminen karttuu vain kokemuksen kautta. Ensi vaiheen soveltajat (esim. Palkeet ja Verohallinto) ovat ehtineet kartuttaa osaamista, jonka hyödyntämistä laajemmin tulisi harkita. Lisäksi tekoälyn ja ohjelmistorobotiikan potentiaalin täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää panostusta tietovarantojen harkittuun avaamiseen ja tietojen laajamittaiseen muuttamiseen koneellisesti käsiteltävään muotoon. Terveystieteiden laajat tietovarannot mahdollistavat tekoälyn hyödyntämisen niin perusterveydenhuollon kuin erikoissairaanhoidon puolella, mutta niiden hyödyntäminen edellyttää tietoturvan ja -suojan tarkkaa huomioimista.

## 7.2 Case Oulun kaupunki

Tässä hankkeessa hyödynnetään Oulun kaupunkia tapauksena arviointimenetelmien pilotointiin, toiminta-arkkitehtuurien sekä teknisten edellytyksien tunnistamiseen ja potentiaalisten ohjelmistorobotiikkaa ja tekoälyä hyödyntävien viranomaisprosessien tunnistamiseen.

Oulun kaupungin tavoitteena on hyödyntää digiteknologiaa uusien toimintamallien suunnittelussa. Oulun kaupungin digistrategian tavoitteet ovat:

- Digitaalisuus ja automaatio kasvavat sisäisissä ja ulkoisissa prosesseissa
- Digiteknologiaa hyödyntävät uudet toimintamallit tulevat palvelutuotantoon
- Tiedon hyödyntäminen johtamisessa, tutkimuksessa ja toiminnassa kasvaa

Siten Oulun kaupunki näkee ohjelmistorobotiikan sekä tekoälyn merkittävänä mahdollisuutena tehostaa palveluprosesseja tai niiden osia. Kaupungissa on tunnistettu seuraavat tekoälyn soveltamisen osa-alueet:

1. Asiakaspalvelu:
  - a. Älykkäät chatbotit: tavoitteena tarjota asiakasneuvontapalvelua 24/7.
  - b. Palautejärjestelmä: nykyään noin 10 000 vuosittaista palautetta sähköisessä ja osittain vapaatekstimuodossa (esimerkiksi teiden kunnossapito, jne.). Palautteisiin vastaa aina todellinen henkilö. Palautteiden sisältöjen läpikäynti johtopäätösten ja tarkkojen analyysien tekemistä varten on suuritöinen ja vaivalloinen. Tavoitteena olisi, että tekoäly kävisi läpi valtavaa palautemassaa ja nostaisi sieltä esille eri palautteiden yhteisiä tekijöitä, joiden avulla voidaan poistaa juurisyyt.
2. Lupaprosessit (asiakasrajapinta):
  - a. Tekoälyn rooli: avustavassa roolissa tiedon tarkistamisessa, koostamisessa ja ehdotusten tekemisessä liittyen viranomaisen päätöksentekoon.

3. Johtamisen / päätöksenteon tuki kaupungin sisäisissä päätöksissä (esim. mihin rakennetaan puistot/leikkipaikat):
  - a. Tekoäly voisi kerätä faktoja päätöksen pohjaksi ja antaa faktapohjaisen ehdotuksen.
  - b. Lainsäädäntö haasteena. Milloin – ja miten – fiksumpi autonominen päätöksenteko olisi mahdollista?

Ohjelmistorobotiikka nähdään rutiininomaisten tehtävien tai osaprosessien automatisoijana ja välivaiheena siihen, että siirrytään tekoälyn hyödyntämiseen. Robotiikka korvaa olemassa olevien järjestelmien – joskus hyvinkin vanhojen – automatisoinnin ja käytettävyyden puutteita. Kun organisaatiolla on käytössä useita järjestelmiä, joiden välillä on manuaalista tiedonsiirtoa, voidaan ohjelmistorobotiikka käyttää korvaamaan integraatioita.

Oulun kaupunki on testannut toiminnassa ohjelmistorobotiikkaa sekä tekoälyä. Testausten tavoitteena on ollut teknologioiden mahdollisuuksien parempi ymmärtäminen sekä kyvykkyyden ja osaamisen parantaminen ohjelmistorobotiikan ja tekoälyn hyödyntämisessä. Seuraavassa esitetään tapaukset ja kokemukset ohjelmistorobotiikan ja tekoälypohjaisen chatbotin piloteista.

## Ohjelmistorobotti

Oulun rakennusvalvonnassa on käytössä rakennuspiirustusten sähköisen leimaamisen ja sähköisen allekirjoituksen ratkaisu. Piirustusten sähköinen leimaaminen ja vieminen sähköiseen arkistoon sekä sähköisen allekirjoituksen vaiheeseen on kuitenkin varsin monimutkainen prosessi, jossa joudutaan tekemään tietojärjestelmissä monia eri vaiheita ja painikkeiden painamisia. Tehtävien suorittamisen haasteellisuus korostuu tilanteessa, jossa leimattavien lupien ja niiden sisältämien leimattavien piirustusten määrät ovat suuria. Lisäksi edellä mainittujen tehtävien suorittaminen on käyttäjälle varsin ikävää ja yksitoikkoista sekä riski inhimillisille virheille suuri.

Oulun rakennusvalvonta rakensi ohjelmistorobotin kesällä 2018, ja robotin pilotti aloitettiin syyskuussa 2018:

- 21.9.2018 tehtiin ensimmäinen tuotantokokeilu 4 luvalla. Löydettiin pari puutetta, mitä ei huomattu testauksessa.
- 28.9.2018 tehtiin toinen tuotantotesti 3 luvalla, joka onnistui täydellisesti.
- Syksyn 2018 aikana testataan robottia edelleen ja tehdään päätös, otetaanko robotti tuotantoon auttamaan lupasihteerien työtä.

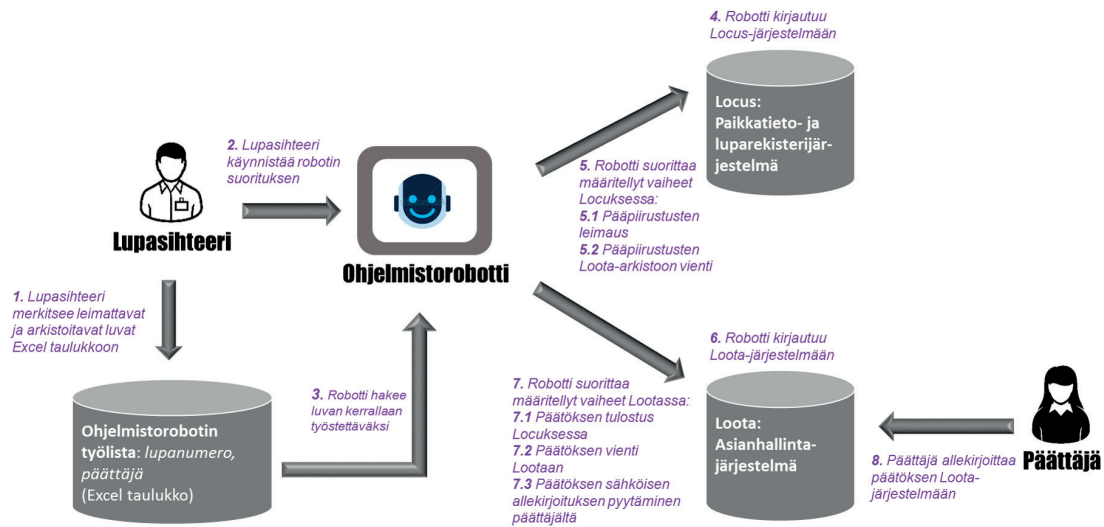
Kuvio 17 esittää ohjelmistorobotin toimintaperiaatteen pääpiirustusten sähköisessä leimaamisessa ja arkistoon viennissä sekä sähköisen allekirjoituksen pyytämässä päättäjältä.

Seuraavassa on esitetty Oulun rakennusvalvonnan ohjelmistorobotin hyödyntämisen tavoitteet, vaatimukset sekä haasteet.

Hyödyntämisen tavoitteet:

- Vähentää sähköiseen leimaamiseen, sähköiseen arkistoon vientiin ja sähköiseen allekirjoittamiseen liittyvää työmäärää.
- Parantaa käyttäjien työn mielekkyyttä poistamalla toistuvia ja ikäviä rutiinitehtäviä.
- Vähentää tehtävien rutiinomaisuuden vuoksi syntyviä mahdollisia inhimillisiä virheitä.

## Kuvio 17 Robotin toimintaperiaate Oulun rakennusvalvonnassa



### Vaatimukset ohjelmistorobotille:

- Ohjelmistorobotin pitää pystyä suorittamaan määritellyn prosessin kaikki vaiheet ja tehtävät.
- Ohjelmistorobotin pitää pystyä ilmoittamaan poikkeustilanteista sekä kirjoittamaan lokia prosessin etenemisestä.

### Vaatimukset prosessille:

- Prosessissa ei saa olla ns. hiljaiseen tietoon perustuvaa laadunvarmistusta.
- Prosessissa ei saa olla laadunvarmistusta, joka perustuu liialliseen tulkintaan esim. piirustusten laatuun.
- Ohjelmistorobotin työsuorituksen jälkeen tulee olla mahdollisuus tarkistaa työn lopputulokset ja tarvittaessa perua robotin tekemät toimenpiteet.

### Haasteet ohjelmistorobotin soveltamiselle:

- Robotti ei pysty tekemään esim. piirustusten laadunvarmistusta: puuttuuko sivuja, onko piirustus oikea jne.
- Robotille piti määritellä lähtöaineisto, jonka avulla robotti työskentelee. Tämä aiheuttaa yhden uuden työvaiheen, vaikka monia työvaiheita poistuu robotin avulla.

### Kokemukset ohjelmistorobotin soveltamisesta:

- Robottiikka voi edellyttää myös prosessimuutoksia. Robottiikkaprojektin tulee sallia tarvittaessa prosessimuutokset.
- Ohjelmistorobotin tekeminen ei ole vaikeaa robotin tekemiseen erikoistuneen ohjelmistotalon kanssa.
- Haasteellisimmat kohdat eivät liittyneet teknologiaan, vaan seuraaviin asioihin:
  - Missä kohdassa prosessia robotti voi suorittaa tehtäviä?
  - Mistä kohdasta prosessia robotti aloittaa työskentelyn ja mihin kohtaan se lopettaa työskentelyn?

## Taulukko 9 Arvioitavana tehtävänä rakennuslupaprosessin osaprosessi (pääpiirustusten sähköinen leimaaminen, e-arkistoon vienti sekä e-allekirjoituspyynnön esittäminen päättäjälle)

Luokka	Kriteeri 0 = Ehto ei täyty 1 = Ehto täyttyy osittain 2 = Ehto täyttyy kokonaan	Kommentit arvioinnissa
Volyymi	Tehtävää suoritetaan usein	2 Vuodessa on yli 2 000 lupahakemusta, joissa on useita leimattavia pääpiirustuksia kussakin.
Volyymi	Tehtävän ajallinen kesto on pitkä	2 Leimaaminen, arkistoon vienti ja allekirjoituspyynnön esittäminen ovat perättäiset tehtävät, joiden ajallinen kesto ihmisen tekemänä on suhteellisen pitkä ja vaatii useita tietojärjestelmiä.
Prosessi	Tehtävät/prosessit ovat hyvin dokumentoituja ja vakiintuneita	2 Tehtävät on kuvattu.
Prosessi	Tehtävä eriteltävissä yksitulkintaiseksi säännöstöksi, eikä siinä ole inhimillistä tulkintaa vaativia tehtäviä	2 Rutiinitoimenpide, joka tulee tehdä kaikille luvulle. Etukäteiskäsittely lupasihteerin toimesta, jossa tehdään mahdollisten puuttuvien tietojen täydentäminen jne.
Prosessi	Tehtävään tarkoitetuissa tapauksissa on vähäinen tarve poikkeusten käsittelylle	2 Rutiinitoimenpide, joka tulee tehdä kaikille luvulle. Lupasihteerin toimesta etukäteiskäsittely estää poikkeukset.
Prosessi	Alttius inhimillisille virheille	2 Tehtävissä on erilaisia yksitoikkoisia tehtäviä ja tiedon kopiointia, jotka ovat virhealttiita.
Prosessi	Tehtävän tai prosessin kustannukset ovat tiedossa tai ne ovat laskettavissa	1 Tehtävän kustannuksia ei tiedetä tarkalleen. Sisältää yksitoikkoista työtä, joka on virhealtista.
Laki	Inhimillisten virheiden vaikuttavuus merkittävä	2 Inhimilliset virheet aiheuttavat merkittävää lisätyötä.
Laki	Robotin mahdollisesti tekemien virheiden merkitys pieni ja virheet ovat tunnistettavissa (jotta voidaan korjata)	2 Lupasihteerin on jo etukäteen käynyt läpi aineiston, joten perusasiat ovat jo kunnossa. Viranomaisen katsoo vielä läpi ja allekirjoittaa.
Laki	Laki ei estä tehtävän antamista RPA:n suoritettavaksi	2 Ei päätöksentekoa vaan arkistointia ja valmistettavaa työtä.
Data	RPA:lle annettavat syötteet ovat sähköisessä muodossa tai saatettavissa sähköiseen muotoon	2 Otettu käyttöön Excel-taulukko, johon lupasihteerin listaa robotille työjonoon menevät lupanumerot. Robotti hakee tiedostosta lupa kerrallaan leimattavia, arkistoitavia ja allekirjoitettavia lupia.
Data	Prosessien/tehtävien tietosisällöt ovat hyvin määritellyt ja sähköisessä muodossa tai saatettavissa sähköiseen muotoon	2 Luvat ja piirustukset sähköisessä muodossa. Allekirjoituspyyntö sähköisesti.
Tietojärjestelmät	Käytetään useita tietojärjestelmiä/sovelluksia tehtävän aikana	2 Käytetään kahta tietojärjestelmää, joissa siirrytään järjestelmästä toiseen ja käsitellään yhteenkuuluvaa tietoa.
Tietojärjestelmät	Käsitelläänkö koko prosessi/käyttötapaus tietokoneella?	2 Koko prosessin osa voidaan käsitellä alusta loppuun tietokoneella.
Tietojärjestelmät	Tietojärjestelmät ovat vakiintuneita organisaatiossa	1 Taustatietojärjestelmään tulee muutos noin vuoden kuluttua. Mahdolliset UI-muutokset voivat aiheuttaa muutoksia robotin toimintaan.
Tietojärjestelmät	Tietojärjestelmien elinkaari loppuvaiheessa	1 Taustatietojärjestelmään tulee muutos noin vuoden kuluttua. Kyseessä versiomuutos – ei korvaava järjestelmä.
<b>YHTEENSÄ (max 32)</b>		<b>29</b>

- Mistä robotti saa käskyn aloittaa työskentelyn ja mikä ohjaa robotin työskentelyä?
- Miten valvotaan robotin työtä ja työn lopputuloksia?
- Mitä tehdään, jos robotti ei toimikaan tai toimii väärin?

Taulukossa 9 on esitetty arvio prosessin soveltuvuudesta ohjelmistorobotiikan soveltamiseen käyttäen tässä selvityksessä esitettyä ohjelmistorobotiikan prosessien/tehtävien ehdotettua valintakriteeristöä. Arvion on suorittanut Oulun kaupungin edustaja.

Arvion mukaan automatisoitavana olevassa osaprosessissa ja toimintaympäristössä lähes kaikki ohjelmistorobotiikan kriteerit täyttyvät. Prosessin osa on valittu siten, että siihen ohjautuvat tapaukset, jotka ovat jo käyneet läpi laadunvarmistuksen (lupasihteeri). Samoin robotin valmisteleva sähköinen allekirjoituspyyntö menee vielä virkamiehen sähköiseen allekirjoitukseen ja samalla tarkastukseen. Siten on voitu minimoida mahdollisia robotin virheitä sekä mahdollisten robotin virheiden päätyminen lopullisiksi päätöksiksi. Tulee huomata, että kyseessä on Oulun kaupungin ensimmäinen ohjelmistorobotiikan pilotointi lupaprosessissa, joten kyseessä ei ollut suuremman prosessi-/tehtävämäärän automatisoinnista. Ainoastaan arvioitavana olevan prosessin osan kustannukset eivät olleet tarkasti tiedossa ja taustatietojärjestelmiin oli tulossa muutoksia, mutta niitä ei arvioitu merkittäviksi. Tulevissa tapauksissa Oulun kaupungin tuleekin huomioida paremmin lähtötilanteen kustannusten tunnistaminen, jotta voidaan arvioida ohjelmistorobotiikasta saavutettavia hyötyjä. Pilotista odotetaan syntyvän lisäksi laadullisia hyötyjä virheiden vähenemisen kautta sekä hyötyjä henkilöstölle yksitoikkoisten ja mekaanisten tehtävien vähenemisenä. Tällöin henkilökuntaa voidaan keskittää ihmistä erityisesti vaativiin tehtäviin, kuten asiakaspalveluun.

## Tekoäly

Oulun rakennusvalvonnalle tulee paljon kyselyjä liittyen rakentamiseen. Osa kysymyksistä on monimutkaisia ja vastauksen laatiminen vaatii perehtymistä, mutta osa kysymyksistä on yksinkertaisia ja usein toistuvia, joihin voidaan antaa helposti vastaus. Usein toistuvat kysymykset vievät aikaa asiantuntijaresurssien vaativampien kysymyksiä vastaamisesta sekä lupavalmistelusta.

Ensimmäisessä vaiheessa Oulun rakennusvalvonta rakensi chatbot-kokeilunratkaisun korjausrakentamisen neuvontaan. Aihepiiri rajattiin tarkoituksella, koska muutoin chatbot-ratkaisun opettaminen olisi ollut liian iso työ. Ensimmäinen versio robotista opetettiin kysymys-vastaus -pareilla, jotka olivat asiantuntijoiden määrittelemiä.

Seuraavissa kappaleissa on kuvattu Oulun rakennusvalvonnan chatbot-ratkaisun tavoitteet, vaatimukset sekä haasteet:

Hyödyntämisen tavoitteet:

- Tarjota neuvontapalvelua myös virka-ajan ulkopuolella ja siten parantaa asiakaspalvelua ja saavutettavuutta.
- Vähentää asiantuntijan neuvontatarvetta peruskysymyksiä osalta ja sitä kautta vapauttaa ihmisresursseja lupavalmisteluun sekä vaativampien kysymysten käsittelyyn.

Vaatimukset chatbotille:

- Chatbot-vastauksilla asiakkaan tulee saada vastaus kysymykseen, mutta ei saa antaa asiakkaalle käsitystä, että on saanut luvan tai ohjeet luvan hakematta jättämiseen.

Haasteet chatbotin soveltamiselle:

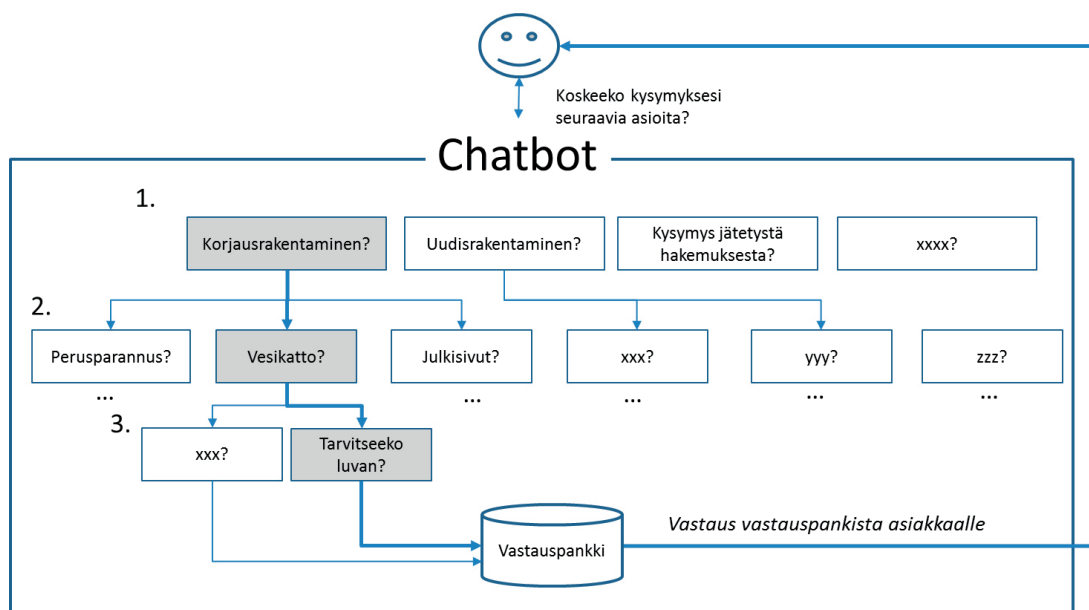
- Saman kysymyksen voi esittää todella monella eri tavalla. Esimerkiksi peruskysymykseen: ”*Tarvitseeko vesikaton uusintaan rakennuslupaa, jos väri ja materiaali ei muutu?*” Testi tilanteessa edellä mainittu kysymys esitettiin usealla eri tavalla, joka aiheutti sen, että chatbot ei voinut antaa vastausta.
- Osa vastauksista piti laatia siten, että asiakkaalle ei synny käsitystä, että hän saa chatbotilta luvan tai lupaa ei tarvitse hakea ollenkaan.

Kokemukset chatbotin soveltamisesta:

- Hyvin alussa huomattiin, että ongelmaa ei ratkaista siten, että asiakas kysyy chatbotilta ja chatbot vastaa. Asiakas voi kysyä ongelmaa hyvin monella tavalla. Siten kysymys-vastaus -parien käyttämistä opettamisessa ei tässä tilanteessa nähty toimivaksi ratkaisuksi.
- Seuraavassa vaiheessa ongelmaa lähestytäänkin siten, että chatbotin vastaukset perustuvat sääntöpohjaiseen päätöspuuhun (kuviokuva 18) eikä ollenkaan tekoälyn opettamiseen. Chatbotin pitääkin olla aktiivinen asiakasta kohtaan eli chatbot kyselee asiakkaalta. Tulevan ratkaisun visiossa chatbot antaa asiakkaalle tietyt kysymykset, joista asiakas valitsee sopivimman. Chatbot edelleen tarkentaa kysymyslistaa eteenpäin ja vie kysymyksen fokusta yhä enemmän detalleihin, kunnes asiakkaan valintojen pohjalta asiakkaalle voidaan antaa oikea vastaus. Tavoitteena on ohjata asiakas oikean vastauksen ääreen:
  - antamalla linkki oikealle www-sivulle,
  - antamalla vastaus vastauspankista,
  - ohjaamalla asiakas asiakaspalveluun.
- Chatbot-kehittämisen täytyy lähteä valitulta alueelta liikkeelle, jotta resurssit riittävät laadukkaasti vastauspankin laatimiseen.

Taulukossa 10 on esitetty arvio prosessin ja käytettävissä olevan opetusdatan soveltuvuudesta tekoälyn soveltamiseen käyttäen tässä selvityksessä ehdotettua valintakriteeristöä.

**Kuvio 18 Seuraavan vaiheen chatbotin toimintalogiikka (vaihe 2)**





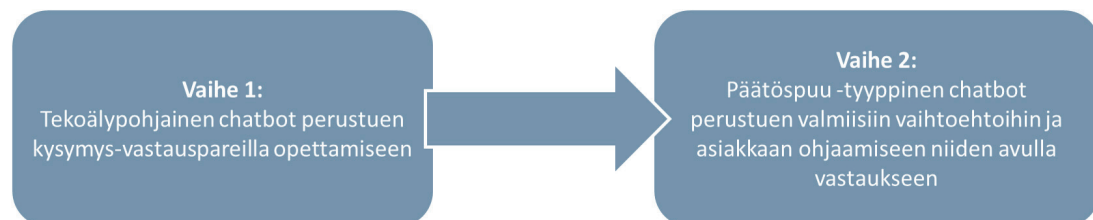
**Taulukko 10 Arvioitavana tehtävänä korjausrakentamisen neuvonta**

Luokka	Kriteeri 0 = Ehto ei täyty 1 = Ehto täyttyy osittain 2 = Ehto täyttyy kokonaan	Kommentit arviosta
Volyymi	Tehtävää suoritetaan usein	2 Kyselyjä tulee paljon rakennusvalvonnalle, mikä kuormittaa asiantuntijoita.
Volyymi	Tehtävän ajallinen kesto ihmisen tekemänä olisi liian pitkä	1 Osa kysymyksistä on rutiininomaisia ja helppoja, ja nimenomaan näihin halutaan automatisointia.
Laki	Tehtävä/prosessi on sellainen, jossa on mahdollista soveltaa tekoälyratkaisua	2 Ei estettä neuvontapalvelun tekemiselle.
Laki	Tehtävässä ei ole tietosuojan erityisvaatimuksia tai ne voidaan käsitellä asianmukaisesti	2 Tehtävässä ei käsitellä tietosuojan alaista tietoa. Yleisluontoinen chatbot, joka antaa yleisluontoisia ohjeita.
Laki	Tekoälyratkaisun tekemät mahdolliset virheet eivät ole suuria yhteiskunnalle / organisaatiolle / yksilölle?	1 ChatBot-vastauksilla asiakkaan tulee saada vastaus kysymykseen, mutta ei saa antaa asiakkaalle käsitystä, että on saanut luvan tai ohjeet luvan hakematta jättämiseen.
Prosessi	Tehtävän tyyppi on tunnistettavissa	2 Ratkaistava tehtävä on tyypiltään tunnistaa/ennustaa, mihin vastausluokkaan asiakkaan tekemä kysymys parhaiten liittyy.
Prosessi	Vastaavan tehtävätyypin ratkaisusta on onnistuneita sovellusesimerkkejä	2 Chatbot-ratkaisuja on käytössä tai pilotoinnissa julkisella sektorilla useita.
Prosessi	Tehtävässä on kognitiivisia vaatimuksia (inhimillinen tulkinta / asiantuntemus / luonnollisen tekstin ymmärrys)	2 Luonnollisen kielen ymmärtäminen asiakkaan tekstistä.
Prosessi	Tekoälyn avulla saadaan suoritettua uusi muita toimintoja tehostava tehtävä?	0 Kyseessä ei ole tämän tyyppinen tehtävä.
Prosessi	Suoritettavalla tehtävällä voidaan säästää julkisen sektorin varoja?	2 Asiantuntijoiden aikaa säästyy monimutkaisempaan työhön, kuten harkintaa vaativien lupa-asioiden hoitamiseen.
Data	Datan määrä on riittävä	0 Dataa oli 20 kysymys-vastaus -paria. Tämä osoittautui liian rajalliseksi.
Data	Datan ymmärrys on olemassa	0 Asiantuntijoiden muodostamia kysymys-vastaus-pareja. Asiakas voi kuitenkin kysyä samaa asiaa hyvin monella eri tavalla, ja ymmärrystä kaikista näistä variaatioista ei ollut olemassa.
Data	Datan laatu on riittävä	1 Kysymys-vastaus -pareja, jotka ovat asiantuntijoiden muodostamia. Ei huomioitu sitä, että asiakas voi kysyä samaa asiaa hyvin eri tavoin.
Data	Data on saatavissa ja siihen on käyttöoikeus	2 Data on saatavissa.
Data	Datan on koneluettavassa muodossa	2 Data on koneluettavassa muodossa.
Teknologia	Tehtävä on teknisesti mahdollista suorittaa olemassa olevin ja koetelluin tekoälyteknologioin	2 Chatbot-ratkaisuja on käytössä tai pilotoinnissa julkisella sektorilla useita.
Teknologia	Tekoälyn opetusvaiheessa on saatavissa riittävästi talletus-, laskenta- ja tiedonsiirtokapasiteettia	2 Hoidetaan AI-toimittajan puolesta. Ei ongelma Oulun kaupungille.
Teknologia	Tarvittavat tietolähde-, palvelu- ja laskentaresurssit voidaan valita ja etsiä asianmukaisista katalogeista	2 Hoidetaan AI-toimittajan puolesta. Ei ongelma Oulun kaupungille.
Teknologia	Tietoaineisto on käsitelty käytettävissä olevaan muotoon valmiiksi	2 Asiantuntijoiden muodostamia kysymys-vastaus-pareja.
<b>YHTEENSÄ (max 38)</b>		<b>29</b>

Arvio on suoritettu jälkikäteen vasten Oulun kaupungin ensimmäisen vaiheen tekoäly-casea. Arvion on suorittanut Oulun kaupungin edustaja.

Tekoäly-casen ensimmäisessä vaiheessa huomattiin, että data-aineisto ei ollut riittävä tekoälyn opettamiseen, koska asiakas voi kysyä samaa asiaa hyvin monella eri tavalla. Siten tässä tilanteessa opetusdata osoittautui pullonkaulaksi nykyteknologialla. Muuten volyymin, prosessin, lain ja teknologian osalta ei ole estettä tekoälyratkaisulle. Oulun kaupunki onkin seuraavassa vaiheessa kokeilemassa "ei-tekoäly" -ratkaisua chatbotille, jossa toimitaan päätöspuun mukaan antaen asiakkaan valita valmiista vaihtoehdoista johdattaen asiakas oikean vastauksen äärelle.

### Kuvio 19 Oulun rakennusvalvonnan tekoäly-casen vaiheistus



## LÄHTEITÄ JA TAUSTA-AINEISTOJA

- Ailisto, H., Heikkilä, E., Helaakoski, H., Neuvonen, A. & Seppälä, T. (2018). Tekoälyn kokonaiskuva ja osaamiskartoitus, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, 46/2018.
- Ailisto, H., Mäntylä, M., Seppälä, T., Collin, J., Halén, M., Juhanko, J., Jurvansuu, M., Koivisto, R., Kortelainen, H. & Simons, M. (2015). Suomi – Teollisen Internetin Piilaakso, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja, 4/2015.
- Agrawal, A., Gans, J. & Goldfarb, A. (2018). Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence.
- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). "The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis", OECD Social, Employment and Migration Working Papers, OECD Publishing, Paris, No. 189.
- Asatiani, A. & Penttinen, E. (2016). Turning Robotic Process Automation into Commercial Success – Case OpusCapita.
- Capgemini Consulting (2016). Robotic Process Automation – Robots conquer business processes in back offices, A 2016 study conducted by Capgemini Consulting and Capgemini Business Services.
- Desouza, K.C., Krishnamurthy, R. & Dawson, G.S. (2017). Learning from public sector experimentation with artificial intelligence, TechTank. <https://www.brookings.edu/blog/techtank/2017/06/23/learning-from-public-sector-experimentation-with-artificial-intelligence/> (luettu 1.10.2018)
- Digibarometri (2018). Helsinki, Taloustieto Oy.
- EU 2016/679. Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R0679&from=EN>, (luettu 11.10.2018)
- Frey, C.B. & Osborne, M.A. (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation? OMS Working Paper, September 17, 2013.
- Immonen A. (2017). Quality in open data based digital service ecosystem, VTT Science 159, Doctoral Dissertation.
- JHS 171. 2012. JHS171 ICT-palvelujen kehittäminen: Kehittämiskohteiden tunnistaminen. (<http://www.jhssuosituks.fi/suomi/jhs171>).
- Kantola, M., Sairanen, E., Laesterä, E., Pesonen, K., Hanhela, T., Grannas, M. & Kilpimaa, J. (2016). Kuntien digitalisaation ja digikokeilujen säästö- ja tuottavuus selvitys, KuntaPro Oy yhteenliittymä.
- Klementtinen, M. & Peltola, V. (2018). Tekoälyaika, esitysmateriaali 15.2.2018, Tietoyhteiskunta-Akatemia.

- Lacity, M. & Willcocks, L. (2016). Robotic Process Automation at Telefónica O2, MIS Quarterly Executive, March 2016 (15:1).
- Lapalme, J. (2012). 3 schools of enterprise architecture, IT Prof., vol. 6, s. 37–43.
- Le Clair, C. (2017). The Forrester Wave: Robotic Process Automation – The 12 Providers That Matter Most And How They Stack Up, February 13, 2017.
- Lowes, P., Cannata, F., Chitre, S. & Barkham, J. (2017). Automate this. The business leader's guide to robotic and intelligent automation. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/process-and-operations/us-sdt-process-automation.pdf> (luettu 29.5.2018)
- Maimon, O. & Rokach, L. (2010). Data Mining and Knowledge Discovery Handbook, Second Edition, Springer Verlag.
- Mattila, J., Seppälä, T. & Lähteenmäki, I. (2018). Kuka vie ja ketä? – Pankit alustatalouden ristitulessa, ETLA Raportti No. 84.
- Mehr, H. (2017). Artificial Intelligence for Citizen Services and Government, Harvard Kennedy School, ASH Center for Democratic Governance and Innovation.
- OWASP, The Open Web Application Security Project. <https://owasp.org> (luettu 20.9.2018)
- Pajarinen, M. & Rouvinen, P. (2014). Computerization threatens one third of Finnish employment. ETLA Brief No 22.
- Parviainen, P., Tihinen, M., Kääriäinen, J. & Teppola, S. (2017a). Tackling the digitalization challenge: how to benefit from digitalization in practice, International Journal of Information Systems and Project Management, Vol. 5, No. 1, 2017, s. 63–77.
- Parviainen, P., Kääriäinen, J., Honkatukia, J. & Federley, M. (2017b). Julkishallinnon digitalisaatio – tuottavuus ja hyötyjen mittaaminen, Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 3/2017.
- Railio, J. (2018). Organisaation prosessien automatisointi ohjelmistorobotiikan avulla. Case: Espoon kaupungin Sosiaali- ja terveystoimi, Laurea-ammattikorkeakoulu, Tietojenkäsittelyn koulutusohjelma, Opinnäytetyö.
- Ransbotham, S., Kiron, D., Gerbert, P. & Reeves, M. (2017). Reshaping Business With Artificial Intelligence, MIT Sloan Management Review and The Boston Consulting Group.
- Russell, S. & Norvig, P. (2014). Artificial intelligence – A Modern Approach. Prentice Hall.
- Samuel, A. (1959). Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers, IBM Journal of Research and Development.
- Seppälä, T. (2018). Ennustaminen paremmaksi tekoälyllä?, Suomen Tuotannonohjausyhdistys ry, Stoori-jäsenlehti, 2018/03, s. 30.

Shaukat, H., Gansel, T. & Marselis, R. (2017). Testing of Artificial Intelligence, AI Quality Engineering Skills – An Introduction, Sogeti Report.

Stirling, R. (2017). Five levels of AI in public service. <https://www.oxfordinsights.com/insights/2017/7/12/five-levels-of-ai-in-public-service> (luettu 29.5.2018)

Suvilehto, J., Ropponen, A., Pesonen, J. & Himberg, J. (2018). Tekoälyn ja kehittyneen analytiikan hyödyntäminen valtionavustusprosessissa, OKM VA-DIGI: osaprojekti 4, projektiraportti.

VAHTI, Julkisen hallinnon digitaalisen turvallisuuden johtoryhmä. <https://vm.fi/vahti> (luettu 10.10.2018)

Valtiovarainministeriö (2012). Verkkopalvelujen laatukriteeristö.

Valtiovarainministeriö (2017a). Julkisen hallinnon kokonaisarkkitehtuuri, Yleiskuvaus.

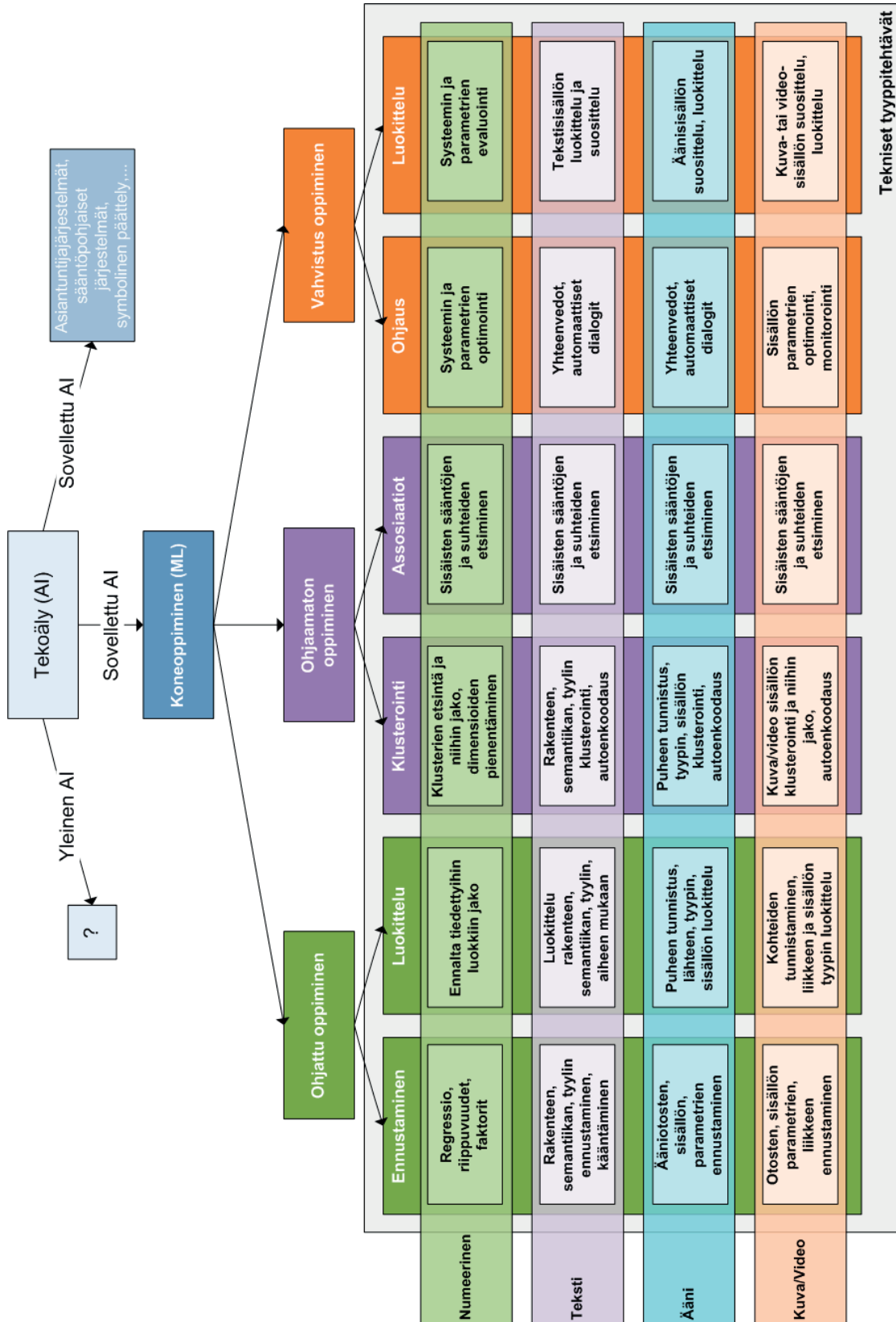
Valtiovarainministeriö (2017b). JHS 179 Kokonaisarkkitehtuurin suunnittelu ja kehittäminen.

Wickham, H. (2014). Tidy Data, Journal of Statistical Software, August 2014, Volume 59, Issue 10.

Vierula, H. (2018). ”Tekoälyä, ohoi”, Lääkärilehti, Nro. 38, vsk 73, s. 2058–2061.

# LIITE 1

## Tekoälyn kehityshaarat, koneoppimisen opetustavat ja niiden tekniset tyyppitehtävät kullakin tietoaineistotyyppillä



## LIITE 2

### Selvityksen tekemiseen osallistuneet tahot

Seuraavassa on lueteltu asiantuntijat, jotka ovat osallistuneet haastatteluihin sekä selvityksessä esitettyjen tapausten kuvaamiseen:

**Kela:** Seppo Toivonen, Ari Vähä-Erkkilä

**Monetra/Oulun kaupunki:** Raili Takkinen, Timo Ritola

**Oulunkaari (Oulunkaaren kuntayhtymä):** Tarja Veijola, Satu Keskitalo

**Palkeet:** Juha Koljonen, Eija Mikkonen

**Työmarkkinatori:** Henriikka Kokkola (Keha-keskus)

**Valtiovarainministeriö:** Olli-Pekka Rissanen

**Vero:** Mikko Laakso, Jarkko Levasma

**KnowIT:** Juhani Teeriniemi

**Korkia:** Tomi Torri, Ilari Immonen

**Siili Solutions:** Marek Matusiak, Timo Kostamo, Toni Petäjämaa

RoboÄly-hanke on osallistunut maaliskuussa 2018 VN-TEAS tekoälykokonaisuuden (5.2 Tekoälykokonaisuus) työpajaan, jossa tavoitteena oli antaa osallistujille kokonaiskuva hankekokonaisuuden tavoitteista sekä kuulla sidosryhmien näkemyksiä tekoälyteknologian hyödyntämisestä yleensä ja odotuksia hankkeiden tuloksista. Lisäksi 4.9.2018 on esitelty ja keskusteltu välituloksista Valtiovarainministeriön valtionhallinnon kehittämissosaston kanssa.

VALTIONEUVOSTON  
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

[tietokayttoon.fi](http://tietokayttoon.fi)

ISSN 2342-6799 (pdf)

ISBN 978-952-287-616-4 (pdf)

