

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu
No. 41/2017

Pekka Neittaanmäki
Martti Lehto

Value from public health data with cognitive computing

Loppuraportti



Tekes

SITRA

JYVÄSKYLÄ 


KESKI-SUOMEN LIITTO


ksshp
Keski-Suomen sairaanhoitopiiri

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja
No. 41/2017

Editor: Pekka Neittaanmäki ja Martti Lehto
Covers: Jarno Kiesiläinen

Copyright © 2017

Pekka Neittaanmäki, Martti Lehto ja Jyväskylän yliopisto

ISBN 978-951-39-7220-2 (verkkokj.)

ISSN 2323-5004

Jyväskylä 2017

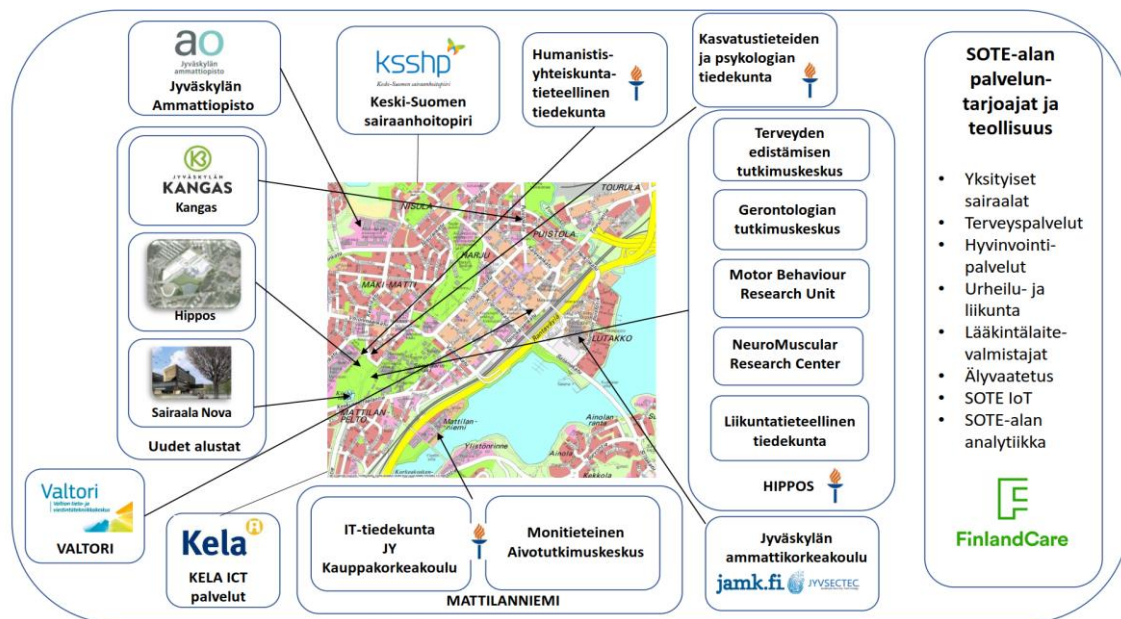
VALUE FROM PUBLIC HEALTH DATA WITH COGNITIVE COMPUTING

Loppuraportti

Pekka Neittaanmäki

Martti Lehto

1.12.2017



UNIVERSITY OF JYVÄSKYLÄ
FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
2017

SISÄLLYS

1	TIIVISTELMÄ.....	4
2	KANSALLISTEN SOTE IT-JÄRJESTELMIEN KEHITTÄMISEN TAVOITTEET	8
3	SUOMEN SOTE IT –JÄRJESTELMÄ	10
4	TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN EKOSYSTEEMIT	16
5	TEKOÄLY JA KOGNITIIVINEN TIETOJENKÄSITTELY SOTE-ALALLA	19
5.1	Kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollisuudet SOTE-alalla.....	19
5.2	Esimerkkejä tekoälyn hyödyntämisestä terveydenhuollossa	24
5.2.1	Digitaalinen terveys ja älykäs terveydenhuollon teknologia	24
5.2.2	Digitaalisista sairaaloista kognitiivisiin sairaaloihin.....	25
5.2.3	Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä	27
5.2.4	Tekoäly terveydenhuollossa.....	28
6	IBM WATSON HEALTH -RATKAISU.....	30
6.1	Watson platform.....	30
6.2	Watson Health Cloud	33
7	IBM WATSON KYVYKKYYDEN KARTOITUS.....	37
7.1	Asiantuntijaseminaarit	37
7.2	Konferenssit, vierailut ja ulkomainen tiedonhankinta	38
7.3	Esimerkkejä IBM:n kognitiivisista palveluista	39
8	TYÖPAJOISSA SAAVUTETUT TULOKSET.....	43
8.1	Työpajatyöskentelyn osallistujat	43
8.2	mHealth.....	43
8.3	Digitaalinen sairaala.....	46
8.4	mHealth ja Digitaalinen sairaala -työpajojen tulokset	49
8.4.1	Työpajatyöskentelyn tuloksena tunnistetut käyttötapaukset/ mHealth:.....	49
8.4.2	Työpajatyöskentelyn tuloksena tunnistetut käyttötapaukset/ Digitaalinen sairaala:.....	52
8.5	Kognitiivisten kyvykkyyksien suhteellinen jakautuminen.....	55
8.6	Yhteenveto kognitiivisuuden tuomasta lisäarvosta	56
9	ALUSTAVAT ARVIOT SAAVUTETUISTA SÄÄSTÖISTÄ	61
9.1	Arvonmäärittäytöskentely	61
9.2	SOTE-kustannus selvitykset.....	62
10	KÄYTTÖTAPAUKSISTA TEHDYT PROTOTYYPIIT	63

11	KOGNITIIVISTEN MENETELMIEN KYVYKKYYSTESTAUS	68
12	RISKITEKIJÖIDEN MÄÄRITYS JA KOKONAISSRISKIN ARVIOINTI KOGNITIIVISTA TIETOJENKÄSITTELYÄ HYÖDYNTÄEN	72
13	KYBERTURVALLISUUS SOTE- JA SAIRAALAYMPÄRISTÖSSÄ.....	75
14	TUTKIMUKSEN TIETOTEKNINEN INFRASTRUKTUURI.....	77
	LÄHTEET.....	79

1 TIIVISTELMÄ

Value from Public Health Data with Cognitive Computing -hankkeessa (VFH) tutkittiin, miten suomalaista terveystietoa voidaan saada nykyistä oleellisesti laajemmin hyötykäyttöön nopealla aikajänteellä. Hankkeessa tutkittiin IBM:n kehittämien kognitiivisen tietojenkäsittelyn Watson Health (WH) ja Watson Health Cloud (WHC) ratkaisuiden soveltuvuutta Suomen digitalisaatioon pohjautuvaan uuteen älykkääseen SOTE-järjestelmään. Tavoitteena oli saada tietoa siitä, kuinka kognitiivisen tietojenkäsittelyn ratkaisut voivat edesauttaa kansallisessa digi-SOTE-ratkaisussa saavuttamaan merkittävää toiminnan tehostumista, palvelujen parantumista ja kokonaissäästöjä.

Hankkeen aikana muodostui visio siitä (kts. kuva 1), miltä kognitiivinen terveydenhuolto voisi näyttää 2025?

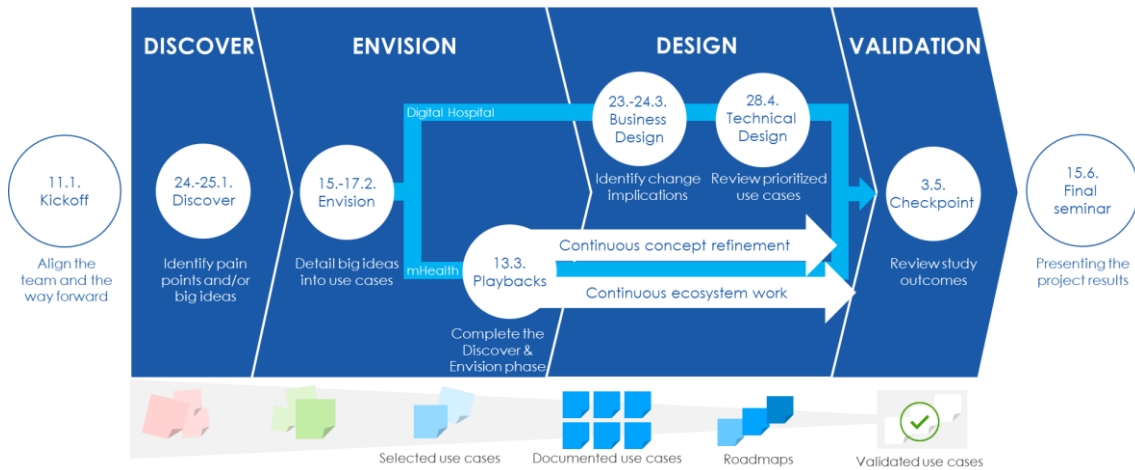


Kuva 1 Kognitiivisen terveydenhuollon visio 2025

Hanketta varten suunniteltiin IBM WH/WHC -teknologiaan perustuvan testausympäristön konsepti. Tietojen hyödyntämisessä tarvittiin teknologiaa, jonka avulla voidaan yhdistellä ja analysoida automaattisesti (kognitiivinen laskenta) eri lähteistä, erityisesti sairaalaympäristöön asennetuista tai sinne soveltuvista instrumenteista ja toisaalta yksilön toiminnasta (paikkatieto, liikkuminen, fysiologiset tiedot, muut kannettavien tai puettavien antureiden antamat tiedot), syntyviä tietoaineistoja. Analysoinnin perustana oli tarve ohjata sitä ilman syvällistä analyysiä ja tietojenkäsittelyosaamista (luonnollisella kielellä kommunikointi).

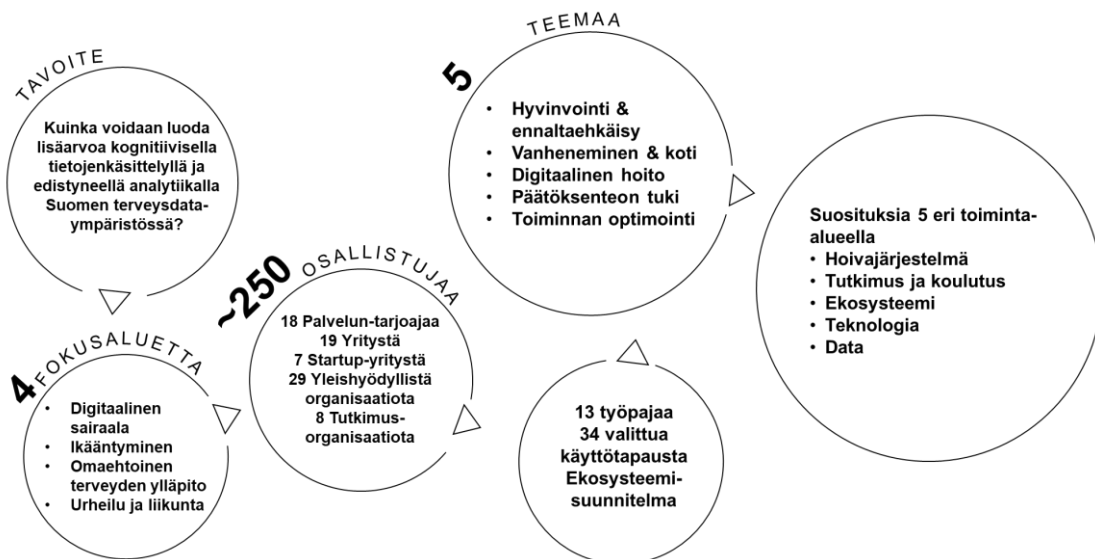
Hanke toteutettiin Tekesin, Jyväskylän yliopiston, IBM:n, SITRA:n, KSSH:n, KYS:n, HUS:n, UEF:n Jyväskylän kaupungin ja Keski-Suomen liiton yhteistyönä. Lisäksi hankkeessa tehtiin yhteistyötä Duodecim, THL:n, STM:n, VM:n sekä muiden alan johtavien asiantuntijoiden kanssa. Tutkimushankkeen tavoitteina oli löytää WH ja WHC -teknologioihin perustuvia ratkaisuja, joiden avulla voidaan tehostaa potilaan kotoa-kotiin hoitoketjua, vähentää hospitalisaatiota (sairaalassaoloa), tehostaa hoitotoimenpiteitä sekä laadullisesti että taloudellisesti, parantaa kansanterveyttä ja samalla pienentää kansallisia SOTE-kustannuksia ja lisätä toiminnan laatua ja tehokkuutta.

Value from Public Health Data with Cognitive Computing -hankkeessa (1.10.2016-31.10.2017) toteutettiin 13 työpajaa ja hankkeeseen osallistui noin 250 henkilöä tutkimusorganisaatioista, yrityksistä, yleishyödyllisistä organisaatioista ja palveluntarjoajista. Kuvassa 2 on esitetty hankeprosessin eri vaiheet ja työpajojen aikataulu.



Kuva 2 Hankeprosessi

Kuvassa 3 on esitetty hankkeen tavoitteet, fokusalueet, osallistujat ja prosessi.



Kuva 3 Hankkeen toimintaympäristö

Kuvassa 4 on esitetty hankkeen neljä fokusaluetta tavoitteineen.

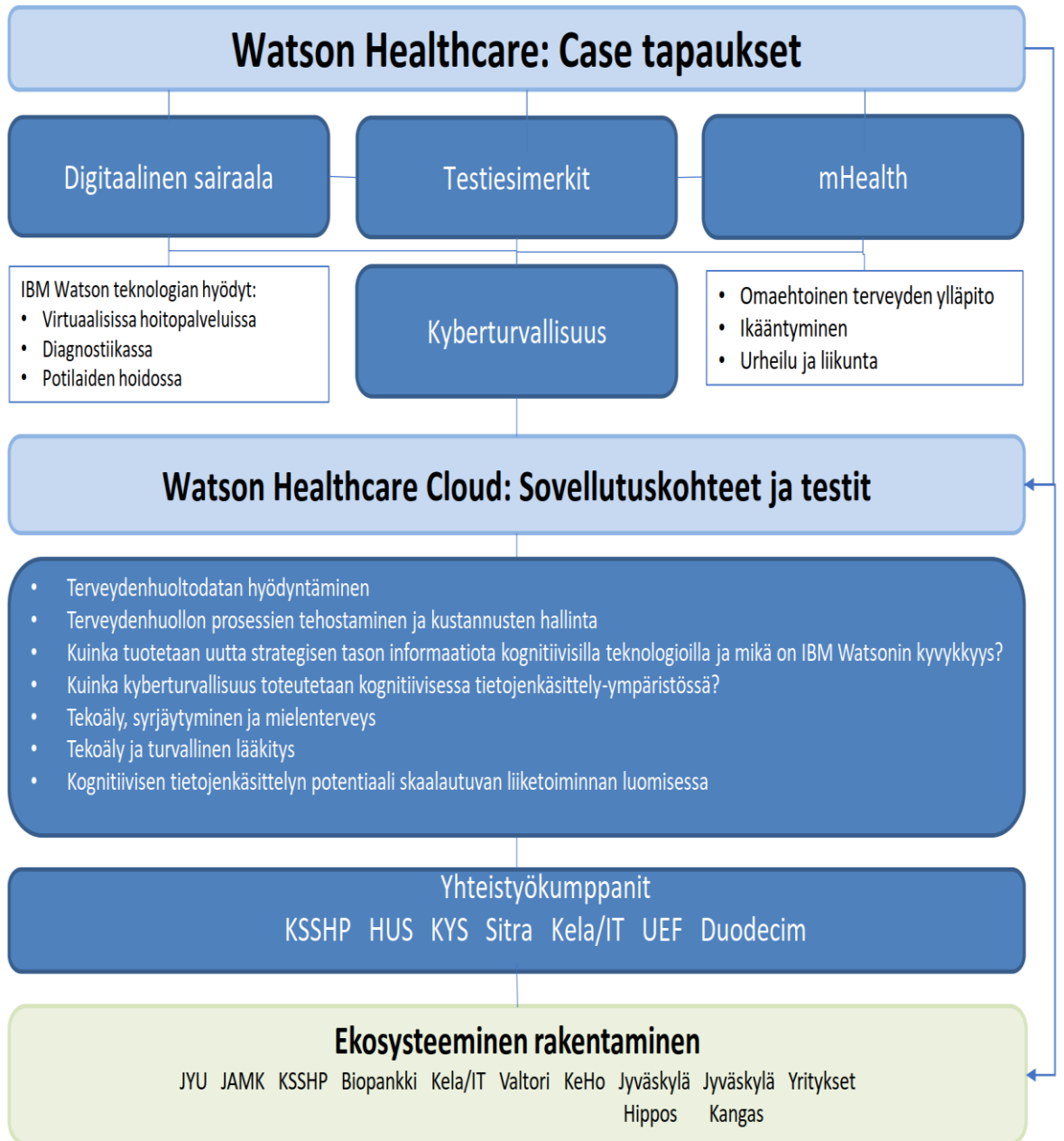


Kuva 4 Hankeen neljä fokusaluetta

Kuvassa 4 mainittujen fokusalueiden lisäksi hankkeessa toteutettiin seuraavat osakokonaisuudet:

- 1) Kansallinen terveysdata ja sen hyödyntäminen
- 2) SOTE IT -kokonaisarkkitehtuuri ja IT-järjestelmä
- 3) SOTE -kokonaisuuden kulujen kehityksen hillitseminen
- 4) Tekoälyteknologiat terveysdatan analyysissä ja ennustamisessa
- 5) Hyvinvointisuunnitelman tekoälytuettu toteuttaminen
- 6) Tietoturva ja yksilön tietoturva digitaalisessa terveysjärjestelmissä.

VFH-hanke oli osa kokonaishanketta, jonka seuraavassa vaiheessa (1.11.2017-30.9.2018) **Watson Health Cloud Finland (WHC)** case-tapauksina tarkastellaan Watson-teknologioiden soveltuvuutta digitaalisen SOTE-järjestelmän tehostamiseen ja terveydenhoitoon. Kuvasta 5 nähdään vaiheessa II toteutettavat kokonaisuudet.



Kuva 5 Hankekokonaisuus

2 KANSALLISTEN SOTE IT-JÄRJESTELMIEN KEHITTÄMISEN TAVOITTEET

SOTE IT-järjestelmien tavoitteena on seurata väestön hyvinvointia ja terveyttä ja antaa tarvittavia tietoja siitä huolehtimiseksi. Tavoitteena on siirtyä terveyden- ja sairaudenhoidosta ennakointiin. SOTE IT-järjestelmillä haetaan säästöjä poistamalla päällekkäisyyksiä, yhdistämällä hankintoja ja organisoimalla IT-ylläpitotehtäviä. Uusien järjestelmien on tarkoitus myös parantaa potilastietojärjestelmien käytettävyyttä ja sujuvoittaa IT-ratkaisujen toimintaa. Tietojärjestelmien suurin hyöty tulee kuitenkin toiminnan tehostumisella ja palveluiden parantamisella.

Sosiaali- ja terveysministeriö on tehnyt sosiaali- ja terveydenhuollon sähköisen tiedonhallinnan strategian laajassa yhteistyössä kansalaisten, sosiaali- ja terveydenhuollon organisaatioiden sekä eri ministeriöiden ja Kuntaliiton kanssa. Strategisten tavoitteiden mukaan vuoteen 2020 mennessä:

- Kansalainen asioi sähköisesti ja tuottaa tietoja omaan ja ammattilaisten käyttöön. Kansalaisilla on asuinpaikasta riippumaton mahdollisuus asioida sähköisesti palveluiden antajien kanssa. Kansalaisen itse tuottamaa ja ylläpitämää tietoa hyödynnetään hoidon ja palvelun suunnittelussa ja toteuttamisessa kansalaisen sallimassa laajuudessa.
- Luotettava hyvinvointitieto ja sen hyödyntämistä tukevat palvelut ovat saatavilla ja auttavat kansalaista elämänhallinnassa ja oman tai lähiomaisen hyvinvoinnin edistämässä. Sähköiset omahoitopalvelut sekä niihin kytketty omien tietojen hallinta voivat tukea terveysongelmien ennaltaehkäisyä, palvelun tarpeen itsearviointia ja itsenäistä selviytymistä.
- Palveluiden laatu- ja saatavuustieto on valtakunnanlaajuisesti saatavilla ja auttaa palveluntarjoajan valinnassa. Luotettava ja vertailukelpoinen tieto eri vaihtoehdoista ja palveluiden tarjoajista lisää valinnanvapautta.¹

Strategian yhtenä toimenpiteenä on omien hyvinvointi- ja terveystietojen hallinta-alustan aikaansaaminen. Sen mukaan ”toteutetaan kansalaisten ja ammattilaisten käyttöön kansallinen, kansalaisten henkilökohtaisten hyvinvointi- ja terveystietojen hallinta-alusta. Toteutuksessa hyödynnetään tietoturvallisesti Kanta-palveluita ja avoimia rajapintoja. Kansalainen päättää itse tietojensa tallentamisesta alustalle sekä tietojensa luovuttamisesta alustan päälle rakennettaviin sovelluksiin.”²

Strategian mukaan SOTE-alueet rakentavat yhteistyönä kansallisen alustan päälle keskeiset sähköiset omahoito- ja asiointipalvelut. Omahoitopalveluita ovat esimerkiksi lääketieteellinen päätöksentuki kansalaisen käyttöön, riskitestit, hoitoon ohjauksessa tar-

¹ Tieto hyvinvoinnin ja uudistuvien palvelujen tukena, Sote-tieto hyötykäyttöön -strategia 2020, 2014

² Ibid.

vittavat avuntarpeen itsearviointimenetelmät, sähköinen terveystarkastus tai omahoitoa tukevat muistutus- ja kalenteriratkaisut. Sähköisistä asiointipalveluista edistetään erityisesti sähköisten ajanvarausten, etuuksien tai palvelujen hakemisen, asian käsittelyprosessin seurannan ja turvallisen viestinnän ratkaisuja. Palvelut ovat saatavilla kansallisista, alueellisista ja paikallisista asiointikanavista.³

Terveysala perustuu korostetusti tutkimukseen, tuotekehitykseen ja innovaatiotoimintaan, mikä edellyttää korkeatasoista ja erityistä osaamista. Suomi on panostanut merkittävästi julkisia varoja terveyteen liittyvään tutkimukseen ja noussut monella sektorilla terveysalan tieteen ehdottomaan maailman kärkeen. Tutkimusinvestointia ei ole kuitenkaan pystytty täysimääräisesti hyödyntämään yhteiskunnallisesti ja tuottamaan riittävästi myös taloudellista lisäarvoa. Suomella on ainutlaatuinen mahdollisuus kehittyä henkilökohtaisen lääketieteen ja terveydenhoidon suunnannäyttäjäksi.⁴

³ Ibid.

⁴ Terveysalan tutkimus- ja innovaatiotoiminnan kasvustrategia, TEM raportteja 12/2014, 26.5.2014

3 SUOMEN SOTE IT –JÄRJESTELMÄ

Terveydenhuollon tietovarannot ovat Suomelle korvaamattoman arvokkaita niin operatiivisen toiminnan kuin tutkimuksen tueksi. Tämän tiedon tehokas hyödyntäminen vaatii, että tieto on mahdollisimman helposti ja laajasti käytettävissä, kyberturvallisuuden ja henkilötietolain (523/1999) sekä EU:n tietosuoja-asetuksen (2016/679) yksityisyyden vaatimukset huomioiden. Keskeisimmät muutosvoimat SOTE-toimintaympäristössä ovat terveysteknologian kehittyminen, palveluiden kuluttajistuminen, ennakointi ja ennaltaehkäisevä toiminta, sähköisten SOTE-palvelujen kehittyminen, genomisen tiedon määrän kasvu ja avoin data.

SOTE-uudistuksen tavoitteita ovat palveluiden nykyaikaistaminen ja julkisen talouden kestävyuden parantaminen. Toimilla ja lainsäädännöllä on tarkoitus varmistaa, että palvelut voitaisiin tuottaa vaikuttavasti ja kustannustehokkaasti ja palvelut integroitaisiin asiakaskeskeisesti ihmisten tarpeet huomioiden. Tavoitteena on myös pienentää eroja ihmisten hyvinvoinnissa. SOTE-uudistuksen tavoitteisiin pääseminen vaatii toiminnan muutosta, jonka tueksi rakennetaan uusia yli organisaatio ja aluerajojen meneviä prosesseja ja toimintatapoja. SOTE IT mahdollistaa asiakkaan osallistamisen hoitotapahtumaan, ja asiakas- ja potilastietojen käytön eri organisaatioissa hoidon tai palvelun edellyttämällä tavalla. Myös esimerkiksi järjestämislain luonnos säätää SOTE IT:stä: maakunnan on huolehdittava, että asiakasta koskeva tieto liikkuu sujuvasti järjestelmissä.⁵

Suomessa yksilöstä kerätään tietoja lukuisiin kansallisiin ja paikallisiin järjestelmiin. Hajallaan olevaa tietoa ja siitä systematisoitua dataa hyödynnetään tällä hetkellä vain alkuperäiseen käyttötarkoitukseen eli yksilön akuutin ongelman tai vaivan ratkaisemiseen. Yksilön merkitys tiedon tuottajana, hyödyntäjänä ja vahvana hallitsijana on mullistumassa. Yhä useampi ymmärtää itseään koskevalla datalla olevan arvoa. Sosiaali- ja terveydenhuollon kokoamien tietojen lisäksi tietoa syntyy jatkuvasti myös oman toimintamme tuotteena (esim. hyvinvointi- ja aktiivisuustiedon kerääminen).⁶

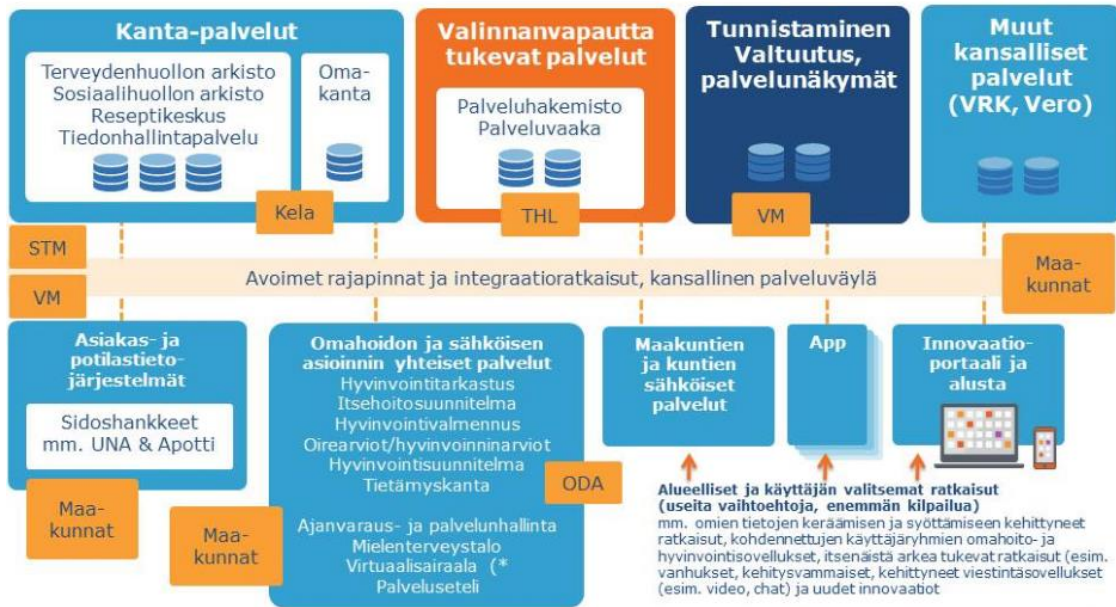
Eri järjestelmiin tallennettu data on arvokasta ja sen nykyistä laajempi hyödyntäminen palvelisi yksilöä, terveydenhuoltoa, hoiva-alaa, tutkimusta ja liiketoimintaa. Laajat tietovarannot voitaisiin hyödyntää nykyistä monipuolisemmin ja tuottaa entistä laadukkaampia sosiaalipalveluja ja terveydenhuoltoa sekä muita palveluja. Uudenlainen toimintatapa tarjoaisi merkittäviä mahdollisuuksia liiketoiminnalle, tutkimukselle ja uudelle kasvulle. Tiedon jalostaminen ja jalostettuun tietoon perustuvien innovatiivisten tuotteiden ja palveluiden tuottaminen tulisi nykyistä helpommaksi. Lisäksi Suomeen voisi rakentua

⁵ Sote- ja maakuntauudistuksen lainsäädäntö. Tiivistelmä hallituksen esityksen keskeisistä asioista. 2017. Hallituksen reformi. <http://alueuudistus.fi/documents/1477425/3223876/tiivistelma-sote-ja-maakuntauudistuksen-lainsaadannosta-2.3.2017.pdf/ea7f35db-c837-4baf-b267-363c0b17d1e2>

⁶ SITRA, <http://www.sitra.fi/hyvinvointi/hyvinvointidata>

houkutteleva terveys- ja hyvinvointialan tutkimus- ja kehitysympäristö. Tämä tukisi myös jo virinneen hyvinvointiliiketoiminnan kehitystä.⁷

Kuvassa 6 on esitetty sosiaali- ja terveydenhuollon tietojärjestelmäratkaisut.



Kuva 6 Sosiaali ja terveydenhuollon tietojärjestelmäratkaisut

Valtakunnallisia toimijoita tietojärjestelmäpalveluiden toteuttamisessa ovat STM, THL, Kela, Väestörekisterikeskus ja Valvira. Järjestelmiin kerättyä tietoa tullaan hyödyntämään myös muuten kuin ensisijaiseen käyttötarkoitukseen. Muita uuden lainsäädännön mahdollistamia käyttötarkoituksia ovat tietojohdaminen, tieteellinen tutkimus, toiminnan ja hoitomuotojen kehittäminen, tuotekehitys, viranomaisohjaus ja valvonta, opetus ja monialainen yhteistyö. Toissijaisessa käytössä tieto on anonymia, mutta tietoa voidaan hyödyntää myös tunnisteellisena lupaviranomaisen luvalla. Tiedon hyödyntäminen vaatii sen mahdollistavan lainsäädännön, henkilön antaman suostumuksen ja viranomaisen antaman luvan hyödyntää tietoja. Tällä hetkellä tietoa käytetään ainoastaan tieteelliseen tutkimukseen.⁸

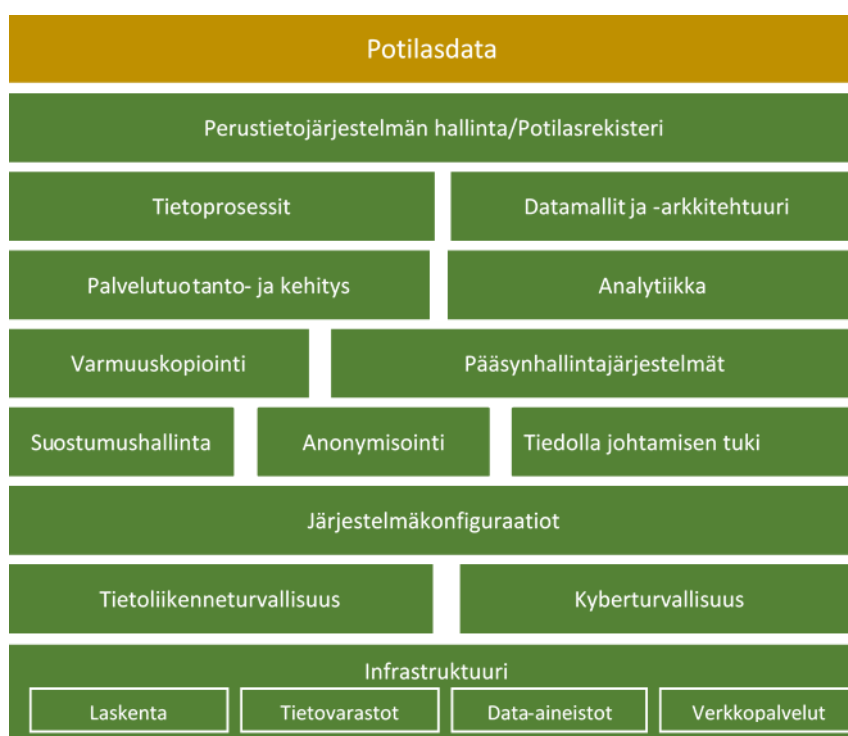
SOTE-alalla tiedonhallinta on tiedon keräämistä, organisointia, tallentamista, käsittelyä ja jalostamista siten, että tieto saadaan tarkoituksenmukaisesti ja hallitusti käyttöön. Tietohallinto, asiakas- ja potilastietojen rekisterinpito ja niissä käytettävän teknologian hallinta liittyvät oleellisesti:

- Palveluverkon rakenteeseen ja ohjattavuuteen
- Palvelujen tuotantoon ja palvelujen integraatioon
- Hallinto- ja tuotantorakenteen toimivuuteen.

⁷ SITRA, <http://www.sitra.fi/hyvinvointi/hyvinvointidata>

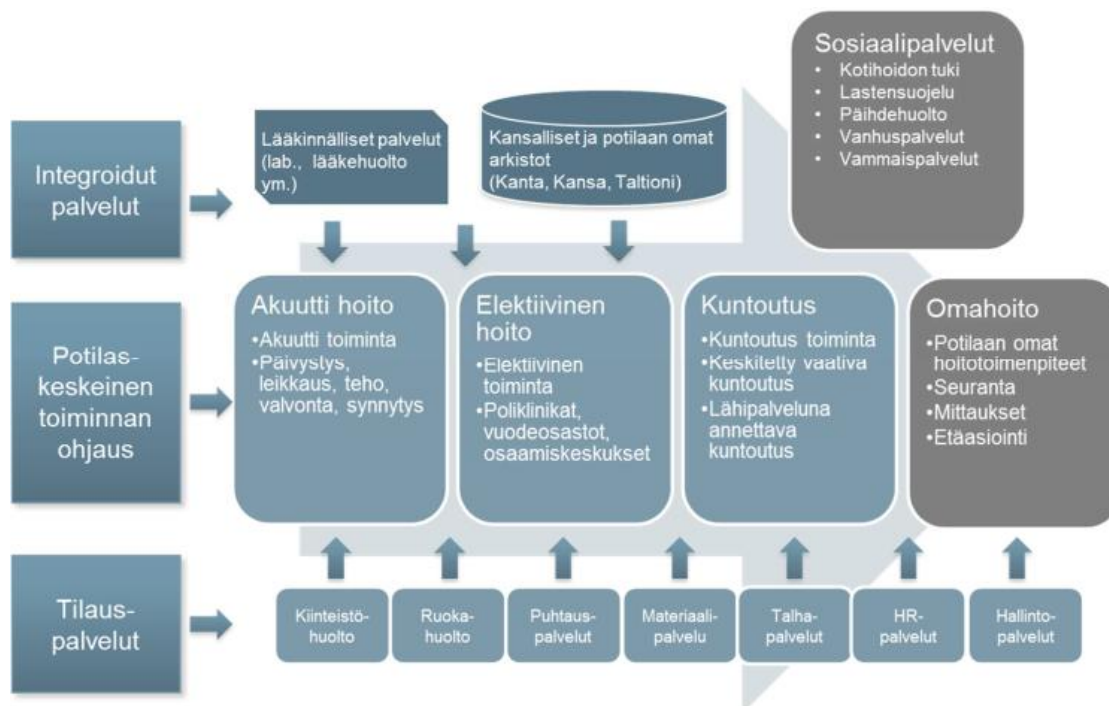
⁸ Harvia, Pirjo. 10.2.2017. Suomen terveysdataympäristö.

Kuvassa 7 on kuvattu SOTE-teknologia-alustan rakennemalli. Potilaasta kerätty data tallennetaan perustietojärjestelmään tai potilasrekisteriin. Tietoprosessi ja datamallit ja -arkkitehtuurit määrittävät, kuinka data järjestyy ja miten sitä voidaan käyttää. Palvelutuotanto- ja kehitys hyödyntävät dataa ja analytiikan avulla siitä saadaan uutta tietoa. Varmuuskopiointi ja pääsynhallintajärjestelmä pitävät tiedon turvassa. Suostumushallinta, anonymisointi ja tiedolla johtamisen tuki suojaavat potilasta. Rinnakkain toimivia ympäristöjä hallitaan järjestelmäkonfiguraation kautta. Tietoliikenneturvallisuus ja kyberturvallisuus suojaavat järjestelmiä. Kaiken tämän pohjalla toimii infrastruktuuri, johon kuuluvat laskenta, tietovarastot, data-aineistot ja verkkopalvelut. Infrastruktuuri on perusta järjestelmän toimimiselle.



Kuva 7 SOTE-alan IT-alustan rakennemalli

Kuvassa 8 on esitetty Keski-Suomen uuden sairaalan integroitu ICT-ohjattu palvelujärjestelmä.

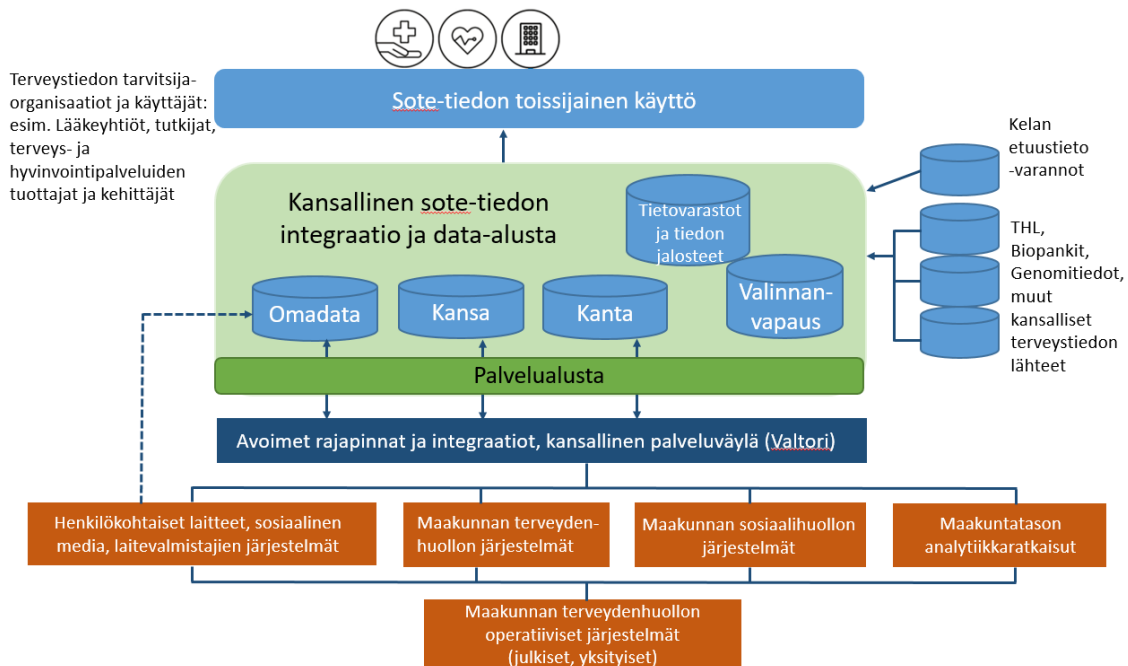


Kuva 8 Keski-Suomen uuden sairaalan integroitu ICT-ohjattu palvelujärjestelmä (KSSHP)

Tehokkaan SOTE-arkkitehtuurin rakentaminen edellyttää keskitettyä johtamista ja organisoitumista, jotta informaatioteknologian hyödyt saadaan täysimittaisesti käyttöön sekä yhteen toimivuuden, että taloudellisuuden näkökulmasta.

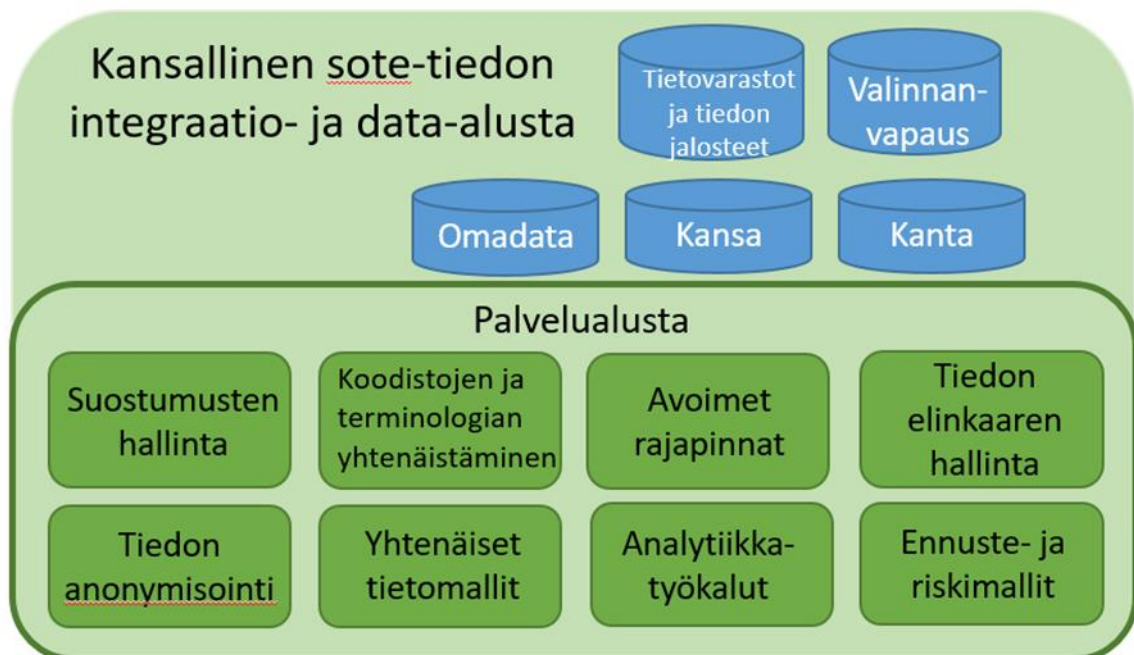
Terveyteen ja hyvinvointiin liittyvää tietoa kertyy reaaliajassa valtavat määrät eri lähteistä, kuten esimerkiksi liikkumista mittaavista rannekkeista, implanteista ja muista terveyden ja lääketieteen laitteista. Ihminen tuottaa elinaikanaan keskimäärin yli miljoona giga-tavua terveyteen liittyvää dataa. Lisäksi käytettävissä ovat perinteiset tietolähteet, kuten potilas-, tutkimus- ja perimätiedot. Data on siis pirstaloitunut sinne tänne, eikä sitä ole helppo jakaa tai analysoida.

Kuvassa 9 on kansallisen SOTE IT -arkkitehtuurin luonnos. Kansallisen palveluväylän välityksellä siirretään tietoa tietovarantojen ja niitä hyödyntävien tietojärjestelmien välillä. Palveluväylä on tapa standardoida tiedon siirto. Se ei itsessään ole tapa tarjota palveluja vaan tarjoaa tavan siirtää tietoa paikasta toiseen. Kansallisen SOTE IT-järjestelmien ytimen muodostavat Kelan IT-järjestelmät, joita laajennetaan kuvan 9 esittämällä tavalla. Kansallinen SOTE-tiedon integraatioalusta mahdollistaa tiedon keräämisen, rakenteellistamisen, integroinnin, jalostamisen ja jakamisen. Integraatioalustalla toimivat Omadata, joka kerää asiakkaiden oman datan, valinnanvapauden tietovaranto, Kanta, joka on terveystietojen kansallinen tietovaranto, Kansa, joka on sosiaalihuollon kansallinen tietovaranto ja tietovarasto, ja tiedon jalosteet. Nämä tietovarannot sisältävät tietoa esimerkiksi Kelan etuustietovarannoista ja biopankeista. Integraatioalustalta saatua tietoa hyödyntävät SOTE-tiedon toissijaiset käyttäjät kuten lääkeyhtiöt, tutkijat, terveys- ja hyvinvointipalveluiden tuottajat ja kehittäjät. Järjestelmien yhteensopivuus ja tiedonkulku tulevat olemaan avain asemassa toimivaa SOTE IT-arkkitehtuuria suunniteltaessa.



Kuva 9 Kansallinen SOTE-IT-arkkitehtuurin luonnos

Kuvassa 10 on kuvattu tarkemmin luonnos kansallisesta SOTE-tiedon integraatio- ja data-alustasta ja palvelualustan toiminnoista. Palvelualusta on tietoturvallinen, skaalautuva ja monitoiminen. Se sisältää erilaisia toimintoja: suostumusten hallinta, koodistojen ja terminologian yhtenäistäminen, avoimet rajapinnat, tiedon elinkaaren hallinta, tiedon anonymisointi, yhtenäiset tietomallit, analytiikkatyökalut ja ennuste- ja riskimallit. Alustassa on multitenantti-arkkitehtuuri eli yhdellä tietojärjestelmällä (tässä kansallinen SOTE-tiedon integraatio- ja data-alusta) on monta asiakasta (SOTE-tiedon ensisijaiset käyttäjät, esim. julkisten terveystietojen tuottajat). Alustaa hyödyntää siis useampi asiakas, jotka käyttävät saman tietokannan tietoja.



KUVA 10 Kansallinen sote-tiedon integraatio- ja data-alusta

Kela toteuttaa Kanta-palveluihin Omakannan omatietovarannon. Sosiaali- ja terveystietopalveluiden ammattilainen voi kirjata Omakantaan tietoja potilaan hoidosta ja lääkityksestä. Potilas voi käyttää Omakantaa antaakseen suostumuksen tietojensa hyödyntämiseen, ja katsoakseen tai poistaakseen tallennettuja tietoja tai liitettyjä sovelluksia. Omatietovaranto eli PHR mahdollistaa kansalaisen omien terveystietojen syöttämisen. Sinne voi kirjata esimerkiksi fysiologiset mittaukset, riski- ja itsearviointitestit ja kyselyt.⁹

Kela on kehittänyt IT-järjestelmäänsä pitkään. Suomen väestöpohja on pieni ja IT-ratkaisuissa on pyrittävä kustannustehokkuuden saavuttamiseksi mahdollisimman pitkälle yhteisiin ratkaisuihin. Terveystieto tulee asettamaan korkeat vaatimukset tietoturvalle ja tiedon tallentamiselle, kun osa KANTA-arkiston tiedoista on tallennettava 120 vuodeksi. Huoltovarmuuden takia ohjelmistot ja tietojärjestelmät ynnä muut kriittiset komponentit, tulee olla hallittavissa kansallisesti. Aiemmin on jo rakennettu hyviä asiantuntijajärjestelmiä (esimerkiksi Duodecim) ja nykyisestä maakunnallisesta IT-järjestelmästä iso osa jää edelleen toimimaan.

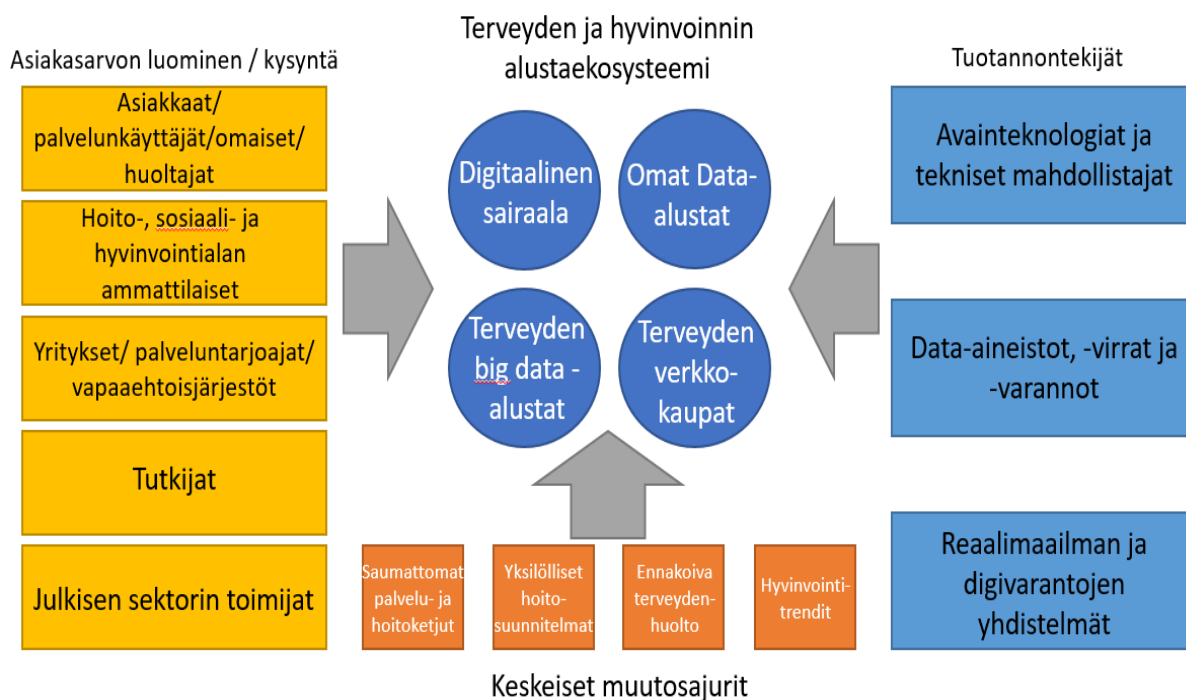
Sairaanhoitopiirien omat virtuaalipalvelinjärjestelmät kannattaa sijoittaa samaan tilaan Kelan kanssa, koska siten saadaan parempi tietoturva (2 x varmistus ja peilausmahdollisuus Erillisverkkojen järjestelmään), kustannustehokkuus, tietojen nopea käsittely ja koska KANTA-arkiston säilytysvelvoite on 120 vuotta. Kelalla on valmiina pilviteknologiaa käyttävät Ciscon USC-palvelimet, virtuaaliset levylaitteet ja virtuaaliset tietoliikennelaitteet. Kelalla on mahdollisuus allokoida kaikille SOTE-toimijoille omat ympäristöt, joihin tarjotaan yhteiset palvelut.

Lisätietoja raporteista [SOTE IT-järjestelmäkokonaisuus](#) (Ruuhonen, Räisänen, Neittaanmäki), [SOTE-kokonaisarkkitehtuuri](#) (Nurmi, Nurmi, luonnos), [Enterprise Architecture in Healthcare v2.0](#), (Lehto, Ogbechie, Neittaanmäki), [Data Lakes and Their Implication on the Global Health Sector v2.0](#), (Lehto, Ogbechie, Neittaanmäki) ja [Semantic Data Lake](#) (Ogbechie, Neittaanmäki).

⁹ Pöyhönen, Jouni & Niinimäki, Esko. 2017. Omadata terveydenhuollon tietointensiivisessä rakenteessa. Jyväskylän yliopisto.

4 TERVEYDEN JA HYVINVOINNIN EKOSYSTEEMIT

Digitaalisen alustatalouden raportissa on tarkasteltu eri toimialojen ekosysteemejä. Kuvassa 11 on esitetty terveyden ja hyvinvoinnin alustaekosysteemi.



Kuva 11 Terveyden ja hyvinvoinnin alustaekosysteemi ¹⁴

Jyväskylän alueella toimii Kuvan 12 mukainen SOTE-IT:n ekosysteemi ja siihen liittyvä alan tutkimus ja koulutus. Ekosysteemiin kuuluvat KELA:n IT-keskus, Valtori, Puolustusvoimien ja muiden turvallisuusviranomaistoimijoiden yksiköitä (mm. Johtamisjärjestelmäkeskus, erillisverkot), alan yrityksiä sekä Keski-Suomen keskussairaala, joka suuntaa toimintaansa vahvasti digitaaliseen terveydenhuoltoon ja tekee tutkimusta tekoälyyn ja terveydenhuoltoon liittyen (IBM Watson). Keski-Suomen Sairaanhoidopiiri (KSSHP) toimii valtakunnallisena pilottina digisaairaala- ja digitaalisessa SOTE kokonaisuudessa.

Jyväskylä on myös mukana valinnanvapauskokeilussa ja sen tietojärjestelmähankeessa. Kaupunkikehityshankkeet liikunnan ja hyvinvoinnin Hippos, tulevaisuuden terveydenhuollon Kukkula (sis. uusi sairaala Nova) sekä Smart City Kangas tarjoavat monipuolisia kehitysalustoja myös SOTE-IT:n tarpeisiin.

¹⁴ Viitanen Jukka, Paajanen Reijo, Loikkanen Valto & Koivistoinen Aki: Digitaalisen alustatalouden tiekartasto, liite 1. Teemakartasto, Tekes 2017



Kuva 12 Terveyden ja hyvinvoinnin alustaekosysteemi

Jyväskylän yliopistossa digitaalisten terveydenhuoltopalvelujen toteutusta on tutkittu sekä SOTE-järjestelmän systeeminäkökulmasta, että palvelujen tuottamisen suunnasta, mukaan lukien hyvinvointirobotiikka, keinoälyn mahdollisuudet, digitaaliset palvelualustaekosysteemit sekä terveys- ja hyvinvointitietojen tietoinfrastruktuurin ja sen kyberturvallisuuden sekä ohjelmistoekosysteemien, -alustojen, arvon luonnin ja startupien näkökulmista.

Tulevaisuuden käyttäjälähtöinen digitaalinen terveydenhuollon palvelualusta nojaa tietoon, jota kerätään ympäristöstään luotettavasti, turvallisesti ja automaattisesti. Jyväskylän yliopistossa on tutkittu, miten tiedon hyödyntäminen onnistuu yksilöiden ja yhteisöiden hyvinvoinnin lisäämiseksi ja ylläpitämiseksi.

Tutkimustieto ihmisten fyysiseen, psyykkiseen ja sosiaaliseen hyvinvointiin vaikuttavista tekijöistä on lisääntynyt merkittävästi. Jyväskylän yliopistokin on tunnistanut, että muutokset hyvinvoinnin toimintaympäristössä ovat terveysteknologian kehittyminen, palveluiden kuluttajistuminen, ennakointi ja ennaltaehkäisevä toiminta, digitaalisten palvelujen kehittyminen, genomisen tiedon määrän kasvu ja avoin data.

Kantavana ajatuksena on, että yhä monimutkaisempien ilmiöiden tutkimuksessa laskennallisen ajattelun käyttäminen mahdollistaa monimutkaisten ja hankalien yhteiskunnallisten haasteiden ratkaisemisen.

Jyväskylän yliopiston tutkijoille keskeistä on löytää välineitä palvelujen käyttäjien digitaalisen ”hyvinvointilukutaidon” parantamiseksi eri elämänvaiheiden erityispiirteet sekä teknologiavalmiudet huomioiden. Jyväskylässä tutkimukselle on luontaista monitieteellinen lähestymistapa.

Jyväskylän IT- ja humanistis-yhteiskuntatieteellinen tiedekuntien professorit ovat tutki-
neet sekä hyvinvointia edistävien digitaalisten palvelujen tarvetta, luontia, käyttöä,
käyttövalmiuksia että kuluttamista. Lisäksi tutkimusryhmässä on vahvaa osaamista iän
ja elämänvaiheiden sosiaalitieteellisestä tutkimuksesta. Palvelujen omaksumista ja käyt-
töä on tutkittu useista näkökulmista, kuten innovaatioidiffuusion, kognitiotieteiden, pal-
velujen yhteisluonnin ja palvelusuunnittelun näkökulmista. Terveystieteiden digipalve-
luita tutkivaan ryhmään kuuluu kokeneita tutkijoita, joilla on vahvoja kansainvälisiä tut-
kimusnäyttöjä alallaan sekä menestyksekkäitä tutkimusryhmiä.

5 TEKOÄLY JA KOGNITIIVINEN TIETOJENKÄSITTELY SOTE-ALALLA

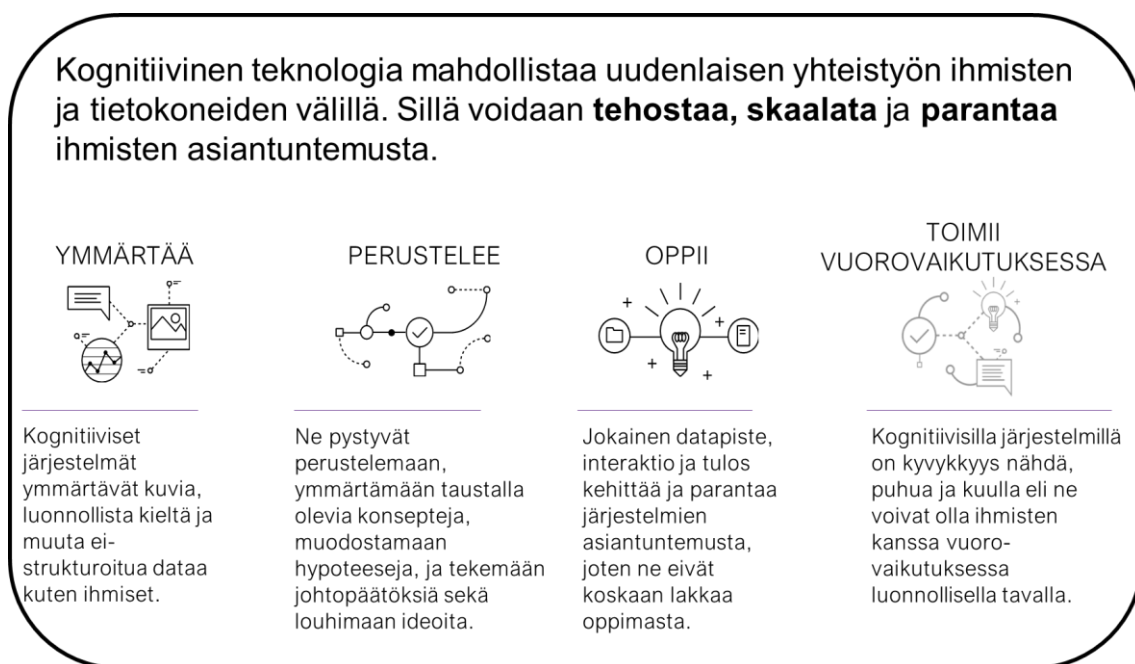
5.1 Kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollisuudet SOTE-alalla

Tulevaisuuden terveydenhuollossa tulee olemaan suuressa roolissa yksilön kokonaisvaltainen hyvinvoinnin edistäminen ja hoito. Pieni osa ihmisistä kerryttää suurimman osan kustannuksista. Järjestämällä näiden henkilöiden hoito koordinoitummin ja ennakoiden, saadaan terveyshyötyjä yksilölle, mutta myös säästöjä karsimalla päällekkäisiä hoivaihteita ja tehostamalla toimintaa.

Kognitiivisen tietojenkäsittelyn taustalla on pyrkimys laajentaa ja syventää ihmisten asiantuntemusta. Kognitiiviset järjestelmät oppivat, päättelevät ja tukevat päätöksentekijää luonnollisella kielellä tapahtuvan vuorovaikutuksen kautta. Parhaat käyttötapaukset liittyvät tilanteisiin, joissa ihmisen pitää tehdä päätöksiä suurten tietomassojen sisältämän informaation pohjalta, ja vieläpä vuorovaikutustilanteissa.

Kognitiivinen järjestelmä oppii kolmella tavalla: siihen syötetystä datasta, ohjatusta opeuksesta sekä itse käytöstä. Tämä on keskeinen ero verrattuna nykyisiin ohjelmoitaviin tietojärjestelmiin, jotka oppivat ainoastaan silloin, kun niihin ohjelmoidaan uutta logiikkaa.

Oheisessa kuvassa 13 on esitetty kuvaus kognitiivisen teknologian mahdollisuuksista ihmisen ja tietokoneen välillä.



Kuva 13 Kognitiiviset ratkaisut ovat uuden aikakauden teknologiaa

Organisaatiot hyötyvät kognitiivisista järjestelmistä, niiden mahdollistaessa asiantuntijuuden nopean kehittymisen ja sen jakamisen kaikille tarvitsijoille. Parhaiden asiantuntijoiden tietotaito saadaan nopeasti kaikkien käyttöön, kun heidän osaamistaan vastaava aihealue opetetaan kognitiiviselle järjestelmälle sen käyttöönoton alussa. Käytön myötä järjestelmä antaa entistä osuvampia vastauksia ja lopulta niiden tarkkuus on jopa asiantuntijoita korkeampi.

Kuvassa 14 on esitetty kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollisuuksista potilaan, terveydenhuollon ammattilaisen, terveydenhuollon organisaation ja kansallisen terveydenhuoltojärjestelmän näkökulmasta.

POTILAS			TERVEYDENHUOLLON AMMATTILAINEN		
Terveysdata potilaan omassa hallinnassa	Vahvempi osallistuminen oman terveyden ylläpitoon	Hoitopalvelut paremmin saatavilla	Kattava tieto päätösten tukena	Etäpalvelut perinteisten työtapojen rinnalle	Työn painopiste rutiineista vaativiin tapauksiin
<ul style="list-style-type: none"> Potilaalla on aina pääsy/näkymä omaan terveysdataansa Potilas saa päätöksilleen tukea terveysdatasta Potilas ymmärtää paremmin oman terveydentilansa ja sairautensa 	<ul style="list-style-type: none"> Yksilöä tuetaan ylläpitämään terveyttään ennakoivasti Itse toteutettu "omahoito" yleistyy Potilas saa yksilöllistä ohjausta Kotona tehdyt mittaukset ja niistä saatu palaute motivoivat potilasta 	<ul style="list-style-type: none"> Potilas saa nopeasti yhteyden terveydenhuollon ammattilaiseen Etähoito yleistyy ja hoito painottuu koteihin Hoitopalvelut ovat yksilöllisiä ja potilaan omaan dataan perustuvia 	<ul style="list-style-type: none"> Kaikki potilasdata saatavilla helposti ja tiivistetysti Uusin tieto aina saatavilla hoitopäätösten tueksi Paremmat päätöksenteon työkalut antavat suosituksia ja vaihtoehtoja 	<ul style="list-style-type: none"> Työ keskittyy enemmän datan hyödyntämiseen ja etäpalveluiden tarjoamiseen Työajat ovat joustavammat, koska vastaanotto ei rajoitu virka-aikoihin tai tiettyyn sijaintiin Koulutus tukee uusien työtapojen oppimista 	<ul style="list-style-type: none"> Ammattilaisen rooli muuttuu, erikoisosaaminen korostuu Rutiinityö vähentyy, analyysit automatisoituvat ja aikaa jää enemmän potilaalle Työn painopiste "hankalissa" tapauksissa, joita ei voi hoitaa kognitiivisilla ratkaisuilla suoraan
TERVEYDENHUOLLON ORGANISAATIOT			SUOMEN TERVEYDENHUOLTOJÄRJESTELMÄ		
Toiminnanohjaus uusien työtapojen tukena	Organisaatorajat eivät rajoita palvelutarjontaa	Toiminnot kustannustehokkaiksi	Eettiset kysymykset ratkaistu	Terveysdataekosysteemi luo uutta liiketoimintaa	Edellytykset kognitiivisille ratkaisuille täyttyvät
<ul style="list-style-type: none"> Data mahdollistaa toiminnan tehokkaamman analysoinnin Johtaminen pohjautuu tarkempaan tietoon Toiminnanohjaus tukee uusia toimintatapoja ja teknologian käyttöä 	<ul style="list-style-type: none"> Virtuaaliset sairaalat ja organisaatiot eivät rajoitu rakennuksen seiniin Tietoa jaetaan ja palveluita tuotetaan yli organisaatorajojen Palveluvalikoimaan tulee kokonaan uusia palveluita ja olemassa olevia virtualisoidaan 	<ul style="list-style-type: none"> Henkilötyötä ja välineiden käyttöä tehostetaan ja optimoidaan uusilla kognitiivisilla ratkaisuilla Hoidon vaikuttavuuden mittaamiseen saadaan uusia ratkaisuita Fyysisiä tiloja tarvitaan vähemmän etäpalveluiden yleistyessä 	<ul style="list-style-type: none"> Palveluiden yhdenvertaisuus uusien teknologioiden käytössä on varmistettu Eettisten päätösten tekemisen vastuu on ihmisellä, kognitiivinen ratkaisu tarjoaa tukea ja tietoa päätösten pohjaksi 	<ul style="list-style-type: none"> Keskittetty ja avoin terveystieto mahdollistaa uudet palveluinnovaatiot Terveysdatan ympärille syntyy elinvoimainen ekosysteemi Yksityissektorilla suurempi rooli yhteistyökumppanina ja osana kokonaisjärjestelmää 	<ul style="list-style-type: none"> Lainsäädäntö ja kognitiivisuus linjassa toistensa kanssa Koulutusjärjestelmä huomioi uudet osaamistarpeet Vahva tietosuojaturvaa yksilö- ja väestötason datan hyödyntämisen

Kuva 14 Kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollisuudet SOTE-alalla

Kokonaisvaltaisessa kansallisessa sosiaali- ja terveydenhuollon hallinnassa erilaisista SOTE-alan tietojärjestelmistä (KELA (Kanta, Omakanta), sairaanhoitopiirien potilastietojärjestelmät, potilaiden omadata, henkilökohtaisten sensoreiden tuottama data, kliininen data, kuvantamisdata, tutkimusdata ja muut datalähteet) muodostetaan kognitiivisen tietojenkäsittelyn avulla relevantteja ratkaisuja sosiaali- ja terveydenhuollon tarpeisiin. Kognitiivisen tietojenkäsittelyn avulla voidaan saavuttaa mm. seuraavia etuja ja hyötyjä:

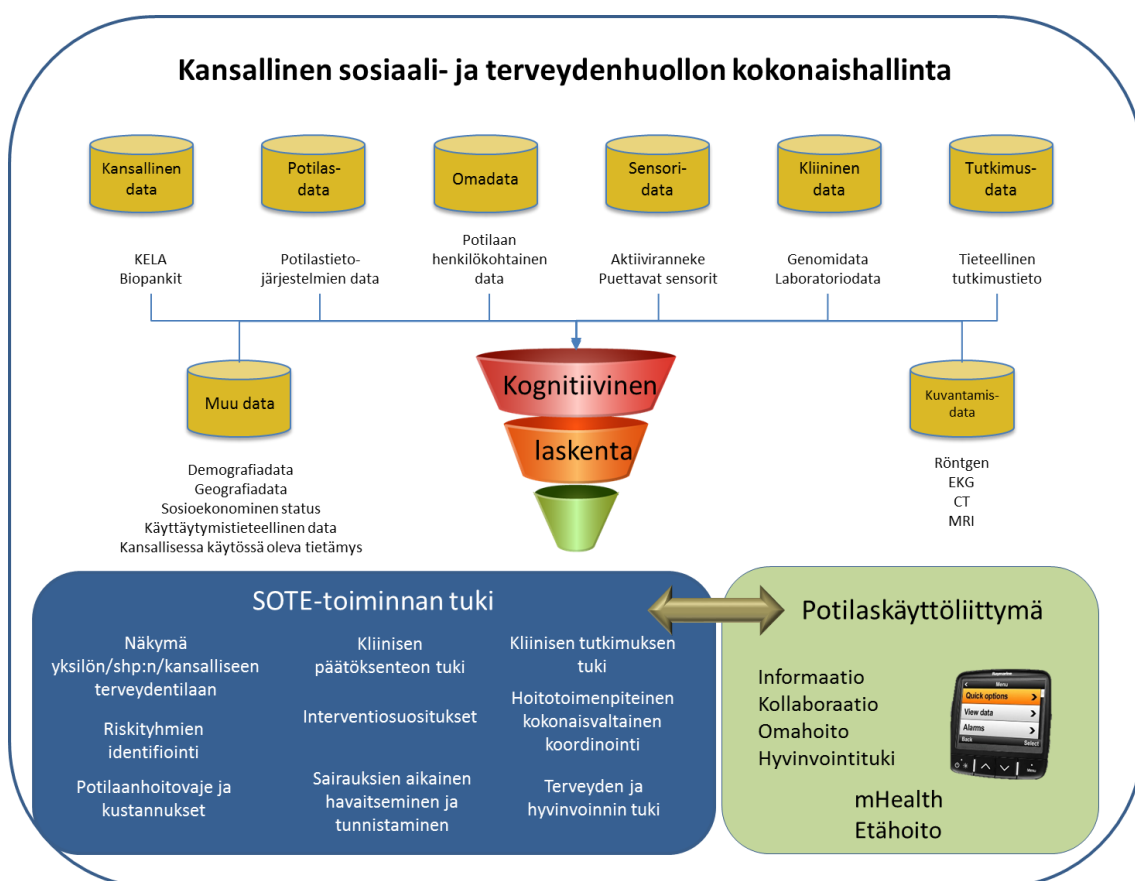
- Näkymä yksilön/shp:n/kansalliseen terveydentilaan
- Riskityhmien identifiointi
- Potilaanhoitovaje ja kustannukset
- Kliinisen päätöksenteon tuki
- Interventiosuositukset
- Sairauksien aikainen havaitseminen ja tunnistaminen

- Kliinisen tutkimuksen tuki
- Hoitotoimenpiteinen kokonaisvaltainen koordinointi
- Terveyden ja hyvinvoinnin tuki

Kokonaisuuteen kuuluvat lisäksi potilaskäyttöliittymäratkaisut, joiden avulla voidaan toteuttaa mm:

- Informaation jakaminen
- Kollaboraatio potilaan ja hoito-organisaation välillä
- Omahoidon tukeminen
- Hyvinvoinnin tukeminen

Kuvassa 15 on esitetty kansallinen sosiaali- ja terveydenhuollon kokonaishallinta data-varantojen näkökulmasta.

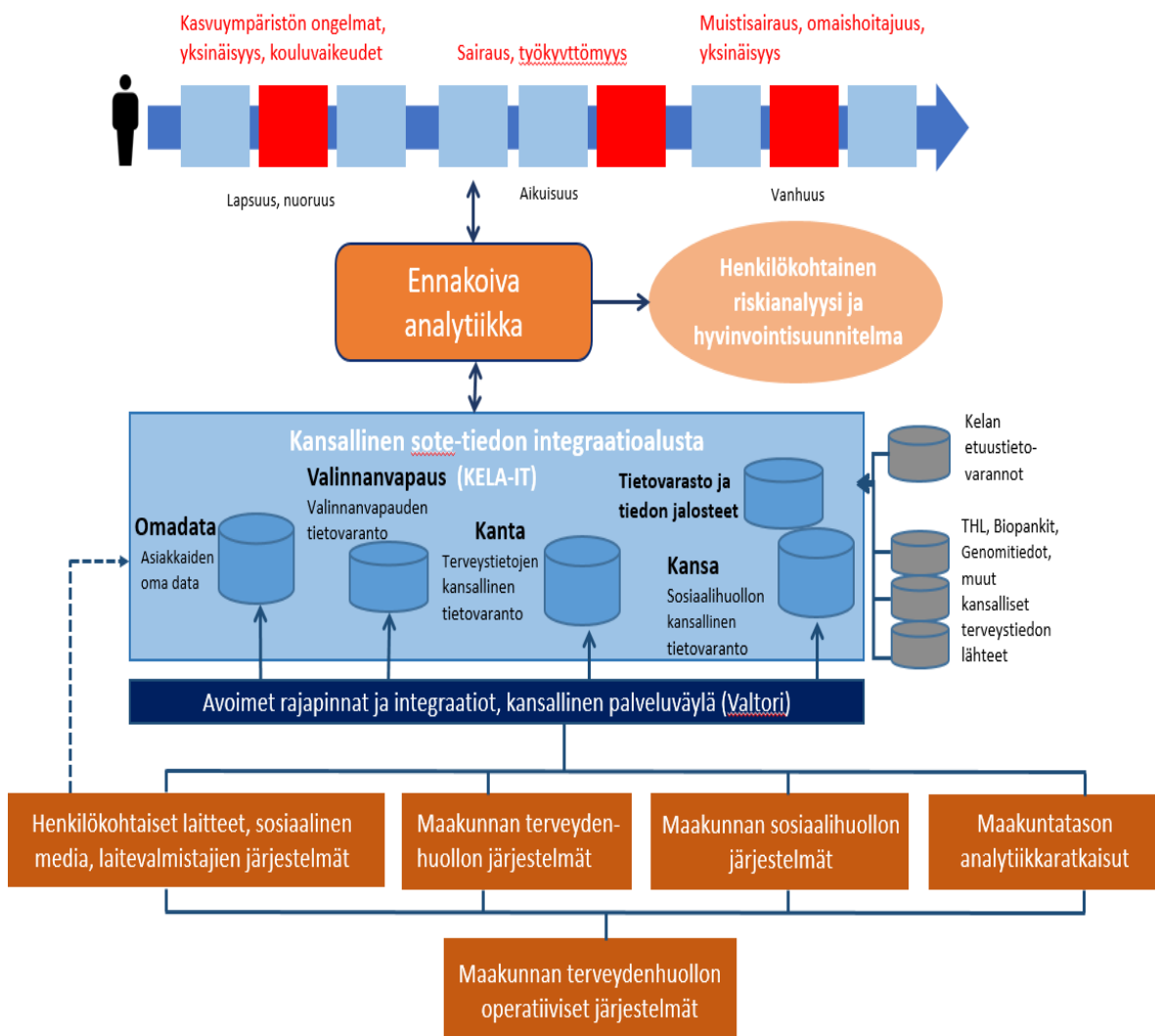


Kuva 15 Kokonaisvaltainen sosiaali- ja terveydenhuollon hallinta

Kognitiivinen tietojenkäsittely kykenee ymmärtämään ja analysoimaan saamaansa dataa sekä oppimaan itsenäisesti. Tämän ansiosta sen avulla voidaan analysoida suurempia ja monipuolisempia tietoaaineistoja kuin aiemmin ja löytää aineistoista uusia ilmiöitä ja kytkeä, joiden etsiminen muilla teknologioilla ihmisen ohjaamana olisi liian hidasta tai työlästä. Teknologia soveltuu terveydenhoidon avuksi monipuolisilla tavoilla sekä ennakoivassa terveydenhoidossa sekä sairauden hoidossa.

Maakunnallisista, kansallisista ja kansainvälisistä tietovarannoista voitaisiin saada tietoa sairauksista ja riskitekijöistä. Kaikkea hyvinvointisuunnitelmissa ja hoitotyössä tuotettua dataa voidaan hyödyntää ennakoivaan analytiikkaan ja diagnoosien avulla voidaan saada säästöjä ja tehostaa työtä. 300 yleisintä diagnoosia kattaa noin 80 % hoitopoluista.

Kansallinen terveysdata ja SOTE-järjestelmä kokonaisuutena (kuva 16) tarjoavat monia potentiaalisia käyttökohteita kognitiiviselle tietojenkäsittelylle ja data-analyysille. Kokonaisuus mahdollistaa useiden erilaisten tutkimusteemojen toteuttamisen eri toimijoiden kanssa.

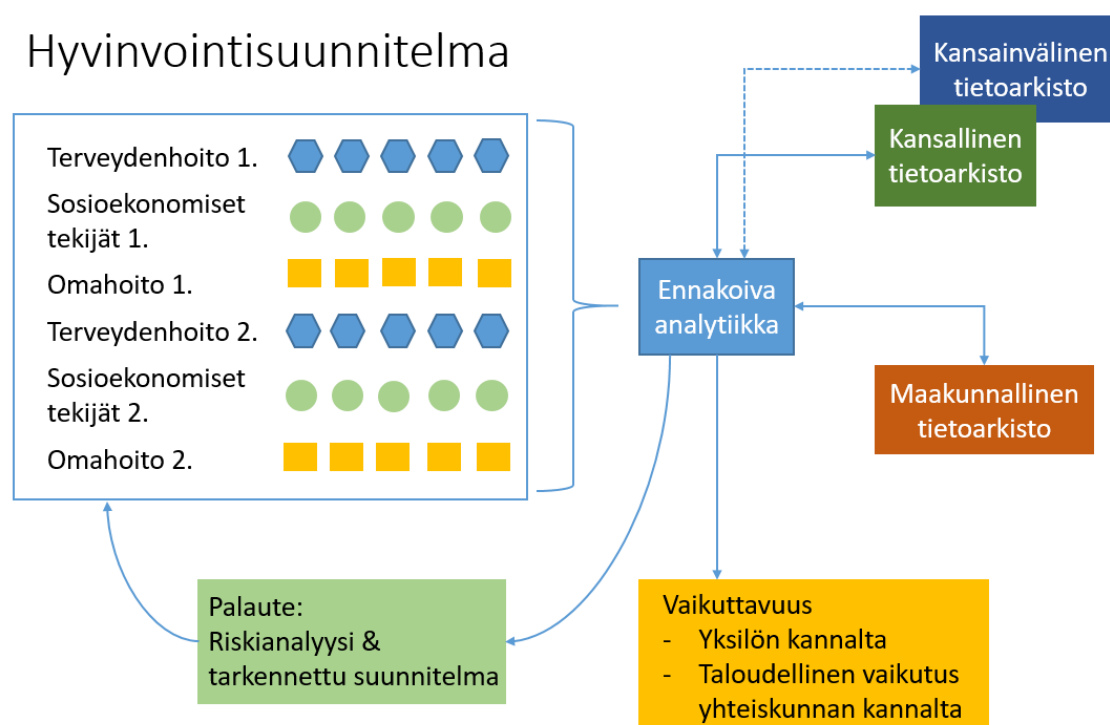


Kuva 16 SOTE IT-järjestelmä yksilön näkökulmasta

Tulevaisuuden mallintamista ja ennakoivaa analytiikkaa voitaisiin hyödyntää entistä monipuolisemmin väestön terveydentilan seurannassa sekä suunniteltaessa yksilölle hyvinvointisuunnitelmaa. Väestön terveydentilan systemaattisesta seurannan (Population Health Management, PHM) ideologia on seurata erilaisia asiakaspopulaatiota ja segmenttejä ja tunnistaa hoidon tarve sekä ns. hoitovaje kyseisten asiakasryhmien osalta sekä suunnitella tarvittavat interventiot yksilötasolla.

Toiminnallisen, taloudellisen ja terveydellisen hyödyn maksimoimiseksi asiakkaat voidaan kategorisoida eri ryhmiin kuten terveet, riskiryhmässä olevat ja sairastuneet. Kategorisointi on tärkeää, sillä eri ryhmiin kuuluvat asiakkaat tarvitsevat erilaisia resursseja ja erilaiset suunnitelmat. Terveiden osalta halutaan varmistaa esimerkiksi elintapaohjauksella, että yksilö pysyy jatkossakin terveenä. Riskiryhmässä olevat eivät vielä ole sairastuneet mutta selkeä riski on jo olemassa. Terveysriskien alentamiseksi/poistamiseksi ei tarvita mahdollisesti sekä liikunnallista että hoidollista ohjausta. Vasta sairastuneet tarvitsevat selkeästi lääkäreiden ja hoitohenkilöiden osallistumista.

Ratkaisuna jokaisen ryhmän yksilön osalta on henkilökohtaisen hyvinvointisuunnitelman tekeminen. Hyvinvointisuunnitelma sisältää sekä asiakkaan omahoitoa että asiantuntijoiden suorittamia palvelutapahtumia. Kuvassa 17 on esitetty, kuinka ennakoiva analytiikka hyödyntää hyvinvointisuunnitelman laadinnassa maakunnalliseen, kansalliseen ja kansainväliseen tietoaarkistoon tallennettuja tietoja.

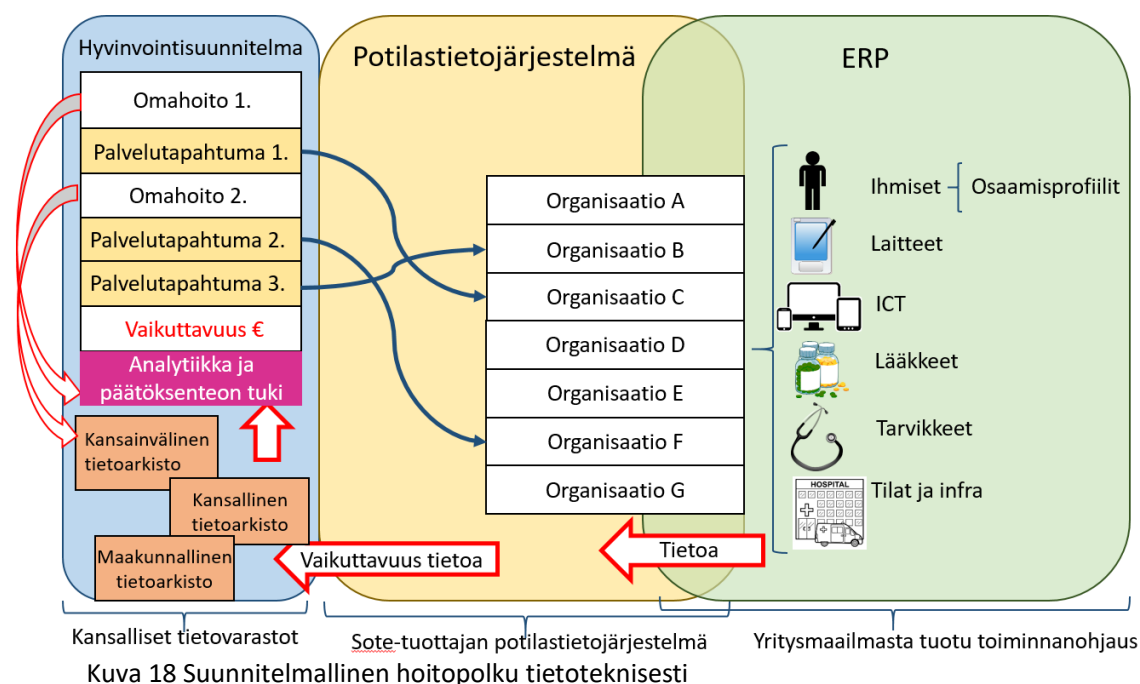


Kuva 17 Ennakoiva analytiikka hyödyntää maakunnalliseen, kansalliseen ja kansainväliseen tietoaarkistoon tallennettuja tietoja

Sote IT-järjestelmä mahdollistaa sen, että hyvinvointisuunnitelmassa voidaan yhte-neväisesti yhdistää eri palveluntarjoajien palveluja. Organisaatiot voivat tarjota palveluja kliiniseen terveyteen, psyykkiseen hyvinvointiin tai ekososiaaliseen ympäristöön liittyen.

Tietoteknisesti suunnitelmallisessa hoitopolussa yhdistyvät potilastietojärjestelmän (PTJ) ja toiminnanohjausjärjestelmän toiminta (ERP) (kuva 18). Potilaalle tehdään hyvinvointisuunnitelma, johon voi kuulua eri organisaation tarjoamia palvelutapahtumia

ja potilaan omahoito. Hyvinvointisuunnitelma tehdään potilastietojärjestelmään, joka tarjoaa mahdollisia palveluntarjoajia. Yrity maailmasta tuotu toiminnanohjausjärjestelmä taas säätelee organisaation resursseja ja osaamisprofilleita. Palveluntarjoaja tuottaa tietoa potilaan hoidosta ja voinnista potilastietojärjestelmään ja potilastietojärjestelmä tuottaa tietoa kansalliseen tietovarastoon.



5.2 Esimerkkejä tekoälyn hyödyntämisestä terveydenhuollossa

5.2.1 Digitaalinen terveys ja älykäs terveydenhuollon teknologia

Raportti 7 käsitteli digitaalisia sairaaloita maailmassa, niiden ominaisuuksia ja hyötyjä, terveydenhuollon ERP-järjestelmiä muutamia isojen toimijoita esitellen sekä ERP-järjestelmien hyötyjä ja haittoja. Lisäksi käsiteltiin ennakoivaa terveydenhuoltoa ja päälle puettavaa teknologiaa, josta käsiteltiin unidiagnostiikkaa, muistitoimintoja ja muita lääketieteen alueen päälle puettavia teknologioita. Raportti ottaa kantaa myös päälle puettavien laitteiden omaksumiseen yleisellä tasolla. Tärkeänä aihealueena raportissa on tekoäly ja kognitiivisen arvioinnin käyttö lääketutkimuksessa ja sairauksien diagnosoinnissa, kuten keuhkosairaudet, syöpätapaukset ja muistitoiminnot.

Digitaaliseen terveydenhuoltoon liittyvät päälle puettavat lääketieteelliset ja myös kuntoiluun tarkoitetut laitteet sekä sensorit ovat jo nyt todellisuutta ja niiden avulla etähoito ja telelääketiede mahdollistuvat. Päälle puettavia sensoreita ja laitteistoja sekä prototyyppisiä on ollut kehitteillä jo vuosia, tosin teknologian kehittyessä vauhdilla, osa niistä alkaa vasta nyt osoittaa hyödyllisyytensä. Käytännössä on mahdollista monitoroida ikääntyneen esimerkiksi sydänsairauksista kärsivän potilaan terveydentilaa, vaikka hän asuisi kotonaan. Päälle puettavien laitteiden avulla voidaan seurata unen laatua,

diabetesta, sydämen EKG-käyrää tai vaikkapa onko seniori pudonnut sängystä, kaatunut tai lähtenyt vaeltamaan (muistisairaat Alzheimer-potilaat) ulos. Päälle puettavat laitteet voivat myös stimuloida aivoja tai tietyllä tapaa ”laajentaa” muistia (valokuvat ja videot), joka voi vaikuttaa positiivisesti muistitoimintoihin. Lisäksi päälle puettavien laitteiden avulla on mahdollista tehdä kotidiagnooseja koskien esimerkiksi rintasyöpää.

Tekoälyn ja kognitiivisen oppimisen sektori on jo tuottanut lupaavia tutkimustuloksia ja alueen kehitys on nopeaa. Tulevaisuudessa on mahdollista, että osan lääkärin diagnosoituvuudesta tekee oppiva tekoäly, jolloin lääkärin resurssit on mahdollista suunnata paremmin. Tekoäly voi auttaa alueilla, kuten vanhusten yksinäisyys, joka on sydänsairauksiin tai tupakointiin verrattavissa oleva terveysriski. Kenties lähitulevaisuudessa voidaan kehittää robotteja, joilla on riittävä tekoäly ja joiden kanssa voidaan käydä mielenkiintoisiakin keskusteluja, vaikka ne eivät ihmistä korvaakaan. Japanissa suhteellisen ”luonnollisen” oloisia ihmisrobotteja on jo kehitetty ja ne kehittyvät nopeassa tahdissa.

Mahdollisuudet vitaalien elintoimintojen monitorointiin ovat valtaisan ja uusia teknologisia innovaatioita keksitään vauhdilla. Tulevaisuudessa on mahdollista, että potilas lähettää dataa jopa tiedostamattaan reaaliajassa digitaaliseen sairaalaan päin ja saa tarvittaessa terveydenhuollon ammattilaiselta ohjeita, muutoksia hoitosuunnitelmiin tai aikaiseksi jopa automaattisen hälytyksen. Tulevaisuudessa päälle puettavat laitteet ovat helpompia käyttää, sillä jo nyt on olemassa venyttämistä kestäviä materiaaleja, jotka ovat ihomyötäisiä. Seuraava vaihe voi olla implantit, joita voidaan asentaa kehon sisään tai silmiin, jolloin laitteiden käytöstä tulee miellyttävämpää ja huomaamattomampaa. Tämä yhdistettynä oppivaan kognitiiviseen tekoälyyn voi avata uusia mahdollisuuksia.

Lisätietoja raportista [Digitaalinen terveys ja älykäs terveydenhuollon teknologia](#) (Vähäkainu).

5.2.2 Digitaalisista sairaaloista kognitiivisiin sairaaloihin

Raportissa 8 käsiteltiin esimerkkien kautta digitaalisia ja tekoälyä hyödyntäviä kognitiivisia sairaaloita maailmassa, niiden ominaisuuksia ja hyötyjä sekä määrittellen lyhyesti kognitiivisen tietojenkäsittelyn käsite. Innovatiiviset tekoälyä hyödyntävät kognitiiviset sairaalat ovat verrattain uusi tulokas terveydenhuollon alalla ja kehitys tällä sektorilla on viime vuosina ollut nopeaa. Tekoäly- ja oppivat neuroverkot käsitteenä eivät ole uusi asia, vaan niiden juuret ovat kaukana 1950-luvulla saakka. Vasta viime vuosien teknologinen kehitys antoi tekoälylle ja sen osa-alueille, kuten kone- ja syväoppiminen mahdollisuuden kehittyä ja tarjota nykyisen kaltaisia terveydenhuollon ratkaisuita, joita tässä raportissa on esiteltyinä.

Digitaaliset sairaalat ovat melko uusi konsepti ja niihin liittyy vahvasti kehittyvä informaatioteknologinen alue, joka helpottaa diagnosoitua, hoitoprosesseja, säästää kustannuksissa ja voi osaltaan parantaa työ- ja asiakastytyväisyyttä. Integroidut ERP-tietojärjestelmät ja digitaaliset potilastietojärjestelmät ovat digitaalisten sairaaloiden ytimessä ja pyrkimys paperittomaan toimistoon on peruseriaatteena. Innovatiiviset infor-

maatioteknologiset ratkaisut auttavat kehittämään digitaalisista sairaaloista tulevaisuuden sairaaloita, joissa yhdistyy ennakoiva terveydenhuolto, lääketieteelliset teknologiset ratkaisut, kuten päälle puettavat sensorit ja mittalaitteet ym. Tärkeimpinä uusina innovaatioina ovat syntyneet tekoälyn ja kognitiivisen oppimisen hyödyntäminen diagnosoinnissa ja hoitoprosesseissa.

Tekoälyn avulla on jo nyt kyetty diagnosoimaan keuhkosairauksia (esim. tuberkuloosi tai muut pitkäaikaiset keuhkosairaudet), syöpätapauksia (kuten iho- ja rintasyöpä) ja sitä on hyödynnetty myös lääketutkimuksessa robotiikan apuna sekä kehitettäessä lääkkeitä älykkäiden seulontamenetelmien avulla, jotka aiemmin veivät huomattavan paljon aikaa, aiheuttivat epävarmuutta ja olivat kalliita toteuttaa. Sinä aikana, jonka verran lääkeyritys on perinteisesti kehittänyt lääkeaineen kehitykseen, ovat tekoälyä hyödyntävät algoritmit kenties jo tunnistaneet potentiaalisen lääkeainekandidaatin. Tosin tälle tasolle päästäkseen, algoritmeja täytyy ensin riittävästi opettaa, tosin sen jälkeen tekoälyalgoritmi kykenee käymään läpi huomattavan määrän materiaalia ja nopeassa aikataulussa ihmiseen (jopa asiantuntija) verrattuna. Tämä antaa sille poikkeava kaltaisen edun, sillä nykyään biolääketieteen tietokannat vastaanottavat valtavan ja yhä kasvavan joukon julkaisuja päivittäin, joten niiden läpikäyminen perinteisin tavoin ei onnistu.

Kognitiivisella tietojenkäsittelyllä on hyvin valoisa tulevaisuus edessään toisiinsa verkotoituneessa maailmassa, joka hyödyntää big dataa, esineiden internetiä (IoT) ja pilvipalveluita. IBM on laajentanut Watsonin kyvykkyksiä myös ostamalla terveydenhuollon toimialan teknologia- ja palveluyrityksiä ja kehittämällä uusia oppimisen kykyjä omassa tuotekehityslaboratoriossaan. Watsonia koulutetaan yhä paremmin analysoimaan lääketieteellisiä kuvia, tunnistamaan syöpiä, tarjoamaan suosituksia geenipohjaisille hoidoille, seulomaan ihosairauksia, ymmärtämään digitaalisten potilastietojärjestelmien informaatiota ja avustamaan lääkäreitä kroonisista sairauksista kärsivien potilaiden hoidoissa. Watsonin onnistuminen on inspiroinut muita yhtiöitä kehittämään vastaavia tuotteita käyttäen avoimen lähdekoodin työkaluja. Startupit, kuten Lumiata ja Enlitic, ovat kehittäneet pieniä ja tehokkaita analytiikkaratkaisuja, jotka avustavat terveydenhuollon tarjoajia diagnosoinnissa ja sairauksien etenemisen ennakoinnissa.

Tutkittaessa tekoälyä hyödyntäviä kognitiivisia digitaalisia sairaaloita selvisi, että IBM on vaikuttanut suurimpaan osaan niistä tarjoten järjestelmiään, kuten IBM Watson, jota on hyödynnetty muun muassa nefrologian, onkologian ja (yleis)vaarallisten tautien diagnosoinneissa, kliinisten ja informoidumpien päättelyiden tukemisessa. IBM ja Jeffersonin sairaala on toteuttanut myös kognitiivisia sairaalahuoneita, jotka auttavat vähentämään hoitamisen taakkaa palvelun tarjoajilla, kuten hoitajat ja lääkärit. Toinen iso teknologia-yritys (Fujitsu) taas on paneutunut tuottamaan kerätystä informaatiosta graafisia visuaalisia semanttisen rakenteen omaavia malleja, jotka kykenevät löytämään potilaan potentiaalisia terveystarpeita, kuten itsemurhariski, alkoholi- tai huumeriippuvuus yli 95 % tarkkuudella, joka on selvästi korkeampi kuin lääketieteen ammattilaisilla.

Lisätietoja raportista [IBM-teknologioiden hyödyntäminen terveydenhuollossa](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki).

5.2.3 Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä

”Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä” –raportissa 11 on tavoitteena tutkia ja kehittää esimerkiksi tekoälyn avulla muun muassa sosiaali- ja terveysalaa Suomessa. Informaatioteknologia on kehittynyt viimeisen kymmenen vuoden aikana huomattavasti ja siksi on tärkeää, että sitä aloitetaan hyödyntämään mahdollisimman monipuolisesti eri aloilla esimerkiksi huomioimaan ihmisiä ja heidän tarpeitaan paremmin.

Raportin aihealueena olivat tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä. Raportissa esitellään mielenterveyden määritelmä, tarkastellaan lyhyesti mielenterveyden edistämistä ja jaotellaan mielenterveys eri ikäkausiiin. Ikäkausia ovat aikuiset, lapset, nuoret ja lisäksi erillisenä ryhmänä maahanmuuttajat. Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä -raportin kannalta mielenterveyttä käsittelevän osuuden oleellisena tarkastelun kohteena olivat mielenterveyden häiriöt, niiden diagnosointi ja luokittelu. Raportti esitteli muutamia esimerkkejä yleisimmistä klassisista mielisairauksista, mielenterveyden häiriöiden vaikutuksia Kelan sairaspäivärahakustannuksiin, psykiatriaan liittyvien tautien (ICD-10) luokittelun ja psykiatrian tautien diagnostisen arvioinnin. Mielenterveyden häiriöiden ja niiden diagnosoinnin käsittely toimi perustana tekoälyä hyödyntävien mielenterveyden ratkaisujen tarkastelulle.

Raportin oleellisena tarkastelun kohteena olivat tekoälyä hyödyntävät ratkaisut mielenterveyden sektorilla, joista käsiteltiin muun muassa IBM:n tarjoamia mielenterveyden ratkaisuja, psykologista tekoälyä hyödyntäviä sovelluksia, kuten TESS, HIKARI-rajapinta kliiniseen päätöksentekoon, ”sosiaalista valmentajaa” mielialojen analysointiin, keskustelurobotteja (KokoBot, Woebot ja WYSA) psykiatrisen terapian tukemiseen ja verkkoterapiaa sosiaalisen ahdistuneisuushäiriön hoitoon sekä esimerkkitutkimuksia. Raportissa esitellään myös HUS mielenterveystalo.fi, joka tarjoaa ajantasaista tietoa aikuisten ja nuorten mielenterveysongelmista sisältäen myös informaatiota alueellisista ja valtakunnallisista palveluista, joiden kautta on mahdollista saada tukea ja tarpeen vaatimaa hoitoa. Mielenterveystaloa on kehitetty nyt useita vuosia ja tulevaisuudessa siihen voidaan integroida tekoälyä hyödyntäviä komponentteja, jotka yhä laajentavat sen hyödyntämismahdollisuuksia.

Raportissa on myös tutkimuksia esittelevä osuus, jossa tarkastellaan mielenterveyden häiriöiden kannalta oleellisia diagnosointimenetelmiä. Puhegraafianalyysin avulla voidaan puheen kvantifiointia ja graafien muodostamista hyödyntämällä tunnistaa tutkimuksen mukaan 93 % tarkkuudella skitsofreniaan ja maniaan liittyviä piirteitä. Menetelmä on huomattavasti tarkempi kuin traditionaalinen pelkkiin haastatteluihin ja niihin liittyviin mittareihin perustuvat menetelmät, jolloin diagnoosin tekeminen jää pelkästään psykiatrin harteille. Puhegraafitutkimuksen tuloksia voidaan mahdollisesti jatkossa hyödyntää myös autismin tutkimisessa.

Lisätietoja raportista [Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja teknologiset mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä](#) (Vähäkainu, Kärkkäinen, Neittaanmäki)

5.2.4 Tekoäly terveydenhuollossa

Raportti 12 käsittelee tekoälyä terveydenhuollon kentässä. Raportissa määritellään tekoälyn käsite, esitellään sen hyötyjä ja haittoja sekä menetelmiä, joita tekoälyn opettamisprosessissa voidaan käyttää, kuten muun muassa neuroverkot, kone- ja syväoppiminen. Näitä menetelmiä käyttävät tässä raportissa esitellyt tekoälyä hyödyntävät ratkaisut. Tekoäly on lähtenyt kehittymään jo 1950-luvulta. 1980-luvulla syntyi koneoppiminen ja tietotekniikan kehittyessä mukaan tuli syväoppiminen 2010-luvulla. Syväoppiminen hyödyntää myös aiempia menetelmiä, kuten neuroverkot ja sen tavoitteena onkin luoda sopivaa algoritmia käyttäen neuroverkko, joka tähtää tietyn soveltuvan ongelman ratkaisemiseen. Syväoppimista käytetään muun muassa lääketieteen diagnostiikassa, puheen, kuvan, tekstien tunnistamisessa ja käsittelyssä. Tunnetuimpia hyödyntämisen alueita ovat Applen Siri ja Googlen Street View-palvelu. Syväoppimisen on havaittu olevan aiempia menetelmiä suorituskykyisempi datamäärän kasvaessa, joten sen suosio on kasvussa ja hyödyntäminen lääketieteen sovellusalueella on lisääntymässä uusien innovaatioiden myötä.

Tekoälyä on viime vuosina hyödynnetty useilla eri lääketieteen alueilla, joista tähän raporttiin on valittu farmasia, insomnia, kardiologia, onkologia ja pulmonologia. Farmasian alueella tekoälyä voidaan käyttää muun muassa lääkkeiden ja algoritmien kehittämisessä, uusien lääkeaineyhdisteiden etsimisessä, kuten esimerkiksi sopivan yhdistelmä-lääkityksen tunnistamiseen syöpätapauksien hoitamiseksi. Unihäiriöt (insomnia) on yhä useampaa aikuista vaivaava ongelma nykyajan yhteiskunnissa ja siihen on koetettu lääkeshoidon lisäksi etsiä ratkaisuja. Tekoälyä on hyödynnetty unihäiriöiden ja uniapnean diagnosoinnissa, personoitujen ratkaisujen ja hoitomuotojen etsimisessä unihäiriöihin. Kardiologia eli sydänsairauksia tutkiva lääketieteen osa-alue on hyvin tärkeä, sillä sydänsairaudet etenkin länsimaissa aiheuttavat potilaille merkittävää haittaa ja ovat yksi johtavista kuolinsyistä. Tekoälyä hyödyntämällä on kehitetty tietoteknisiä järjestelmiä sydänsairauspotilaiden monitorointiin, sydämen vajaatoiminnan ennustamiseen ja diagnosointiin. Tekoälyä on voitu hyödyntää myös sydänsairaiden jäljellä olevan eliniän ennustamisessa.

Terveydenhuollon tulevaisuudesta on ennustettu, että tekoälymarkkinat terveydenhuollon alueella ylittävät kuuden miljardin rajan vuonna 2021 eli ala on vahvassa kasvussa. Tekoäly tulee muuttamaan terveydenhuollon kenttää tulevaisuudessa kenties huomattavastikin ja sen avulla voidaan tehdä tarkempia sekä nopeampia diagnosointeja, löytää uusia lääkeaineyhdistelmiä, tehdä hoitosuosituksia ja myös säästää kustannuksissa. Tulevaisuudessa sairaalat tulevat olemaan täynnä teknologiaa ja robotiikkaa tullaan hyödyntämään yhä enemmän leikkauksia suoritettaessa ja jatkossa myös logistiikassa, kuten sairaalasankeyjen ja tarvikkeiden automaattiseen kuljetukseen.

Kognitiiviset tietojenkäsittelyjärjestelmät, kuten IBM Watson auttavat lääkäreitä differentiaalisten diagnoosien tekemisessä ja näyttöön perustuvien hoitosuunnitelmien tekemisessä. Pilvipohjaista Big Dataa hyödyntävä tekoäly ja helppokäyttöinen käyttöliittymä, joka kykenee vertaamaan potilaan sairautta koskevaa informaatiota miljooniin

anonyymeihin samankaltaisiin diagnosoituihin sairastapauksiin tai taudinkuviin ja maailmalla oleviin lääketieteellisiin tutkimuksiin, auttaa lääkäreitä tekemään oikeita potilaille personoituja hoitosuunnitelmia suhteellisen paljon pienemmällä vaivalla, mikä on aiemmin ollut mahdollista. Kognitiiviset järjestelmät lisäksi oppivat jatkuvasti ja kehittyvät jopa ”odottaessa”, sillä maailmanlaajuisesti järjestelmiin voidaan syöttää informaatiota jatkuvasti, jolloin järjestelmistä tulee yhä älykkäämpiä ja ne kykenevät diagnosoimaan sairauksia entistä paremmin ja tarjoamaan oikeanlaisia hoitosuosituksia. Tarkoituksena on hyödyntää kognitiivisia tietojenkäsittelyjärjestelmiä lääkäreiden ja muun terveydenhuollon henkilöstön apuna, jotta olisi mahdollista tehdä parempia hoitopäätöksiä tilanteissa, joissa ihmisten kyvyt eivät ole riittäviä eli järjestelmät laajentavat käsittelykykyämme ja tarjoavat mahdollisuuksia laajamittaiselle yhteistyölle.

Lisätietoja raportista [Tekoäly terveydenhuollossa](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki)

6 IBM WATSON HEALTH -RATKAISU

6.1 Watson platform

IBM Watson on supertietokoneympäristö, joka yhdistää tekoälyä (Artificial Intelligence, AI) ja kehittyneitä analytiikkaohjelmistoja pystyäkseen optimaalisesti vastamaan sille esitettyihin kysymyksiin. IBM Watson syntyi IBM:n DeepQA-tutkimusprojektissa, jossa rakennettiin tietokonetta, joka hyödyntäisi tekoälyä (Artificial Intelligence, AI) ja kehittyneitä analytiikkaohjelmistoja kyetäkseen optimaalisesti vastamaan sille luonnollisella kielellä esitettyihin kysymyksiin. Watson-supertietokone nimettiin IBM:n perustajan, Thomas J. Watsonin mukaan.

Vuonna 2011 julkisen ensiesiintymisensä Jeopardy-tietokilpailussa tehnyt Watson-supertietokone kykeni prosessoimaan dataa 80 teraflopsin nopeudella (triljoona liukuluukuoperaatiota sekunnissa). Jäljitellessään ihmisten kykyä vastata kysymyksiin, Watson haki tietoa 90 palvelimesta, joihin oli tallennettu 200 miljoonaa sivua tietoa, joita Watson sitten tulkitsi loogisilla operaatioilla. Tietokone itsessään oli sijoitettu tilaan, joka vastasi noin 10 jääkaappia.

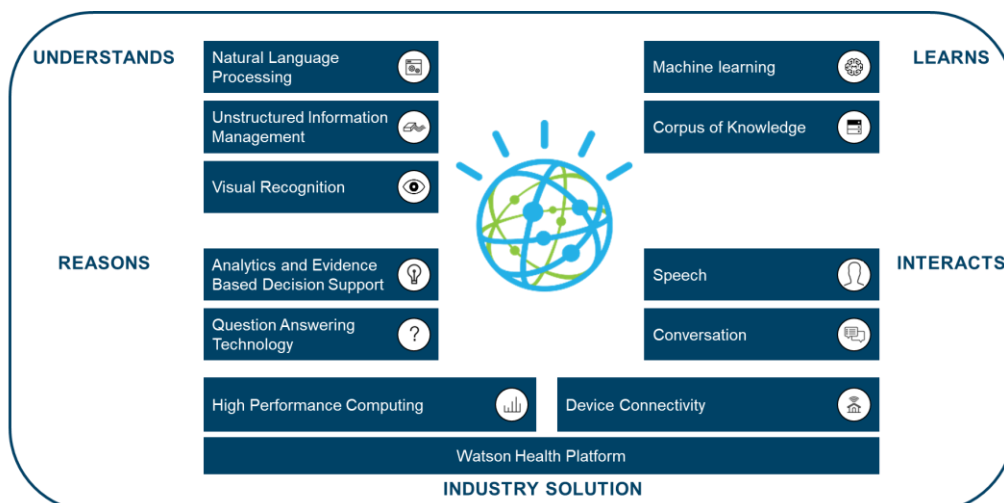
Nykyään Watsonista on jo rakennettu useita erilaisia toimialakohtaisia ilmentymiä, ja Watson on antanut nimensä myös useille kognitiivisia kyvykkyyksiä, kehittyneitä analytiikkaa ja koneoppimista toteuttaville ja soveltaville ratkaisuille. Näistä monet ovat käytettävissä myös verkkopalveluina julkisten rajapintojen kautta. IBM Watson teknologia-alusta käyttää luonnollisen kielen prosessointia ja koneoppimista tuottaakseen näkyvän suuresta joukosta strukturoimatonta dataa.

Watson:

- Analysoi strukturoimatonta dataa: käyttää luonnollisen kielen prosessointia ymmärtääkseen kielioppia ja kontekstia
- Ymmärtää monimutkaisia kysymyksiä: arvioi kaikkia mahdollisia merkityksiä ja päättelee mitä on kysytty
- Esittää kysymyksiä ja ratkaisuja: Perustuen tukeviin näyttöihin ja löydetyn informaation laatuun

Kuvassa 19 on esitetty IBM Watsonin kognitiivisen tietojenkäsittelyn peruselementit.¹⁸

¹⁸ IBM 2017. At ASCO 2017 Clinicians Present New Evidence about Watson Cognitive Technology and Cancer Care. IBM News Releases. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52502.wss>

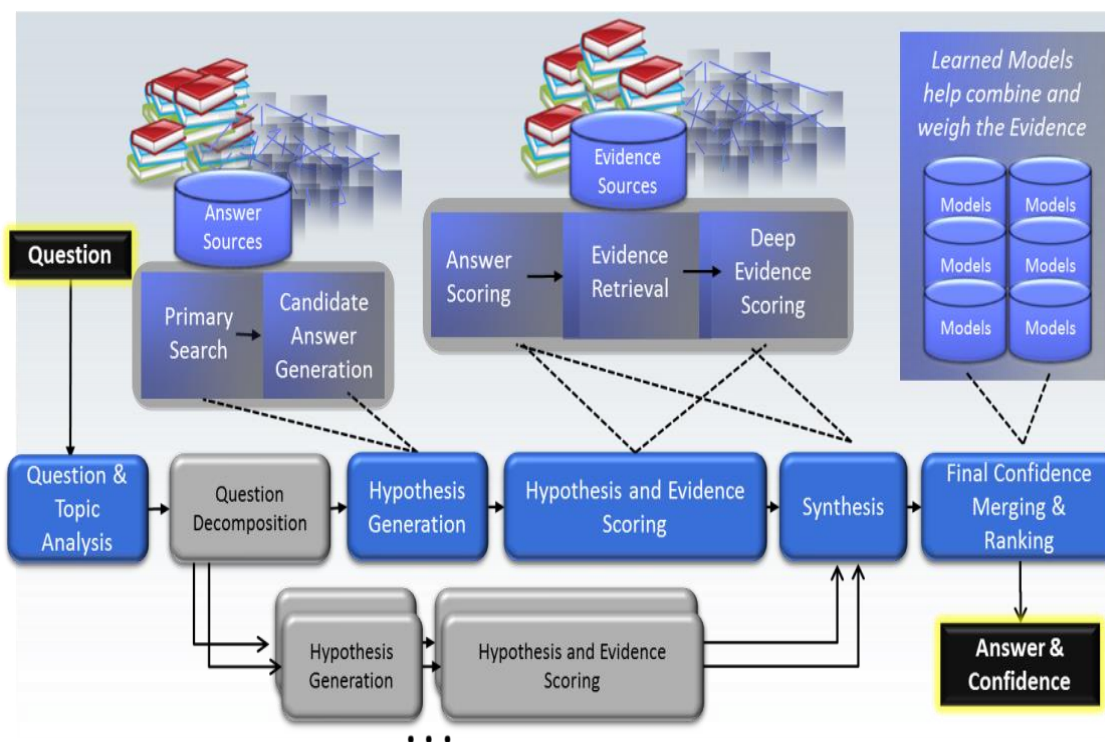


Kuva 19 IBM Watsonin kognitiivisen tietojenkäsittelyn peruselementit

Jeopardy-tietokilpailuun rakennetun IBM Watsonin avainkomponentit ovat:

- Apache UIMA (Unstructured Information Management Architecture) viitekehys, jota Watson käyttää ei-rakenteellisen tiedon analysointiin.
- Apache Hadoop, avoin Java-pohjainen ohjelmointiviitekehys, joka tukee laajan aineiston prosessointia hajautetussa tietojenkäsittely-ympäristössä.
- SUSE Enterprise Linux Server 11, joka on nopein käytössä oleva Power7 prosessoria hyödyntävä käyttöjärjestelmä.
- 2880 prosessoriydintä.
- 15 teratavua RAM-muistia.
- 500 gigatavua esiprosessoitua informaatiota.
- IBM:n DeepQA ohjelmisto, joka on suunniteltu informaation hakuun hyödyntäen luonnollisen kielen prosessointikykyä ja koneoppimista.

Seuraava kuva 20 havainnollistaa IBM Watsonin kognitiivisen tietojenkäsittelyn ja analytiikan mallia.



Kuva 20 IBM Watsonin kognitiivisen tietojen käsittelyn ja analytiikan malli

Kognitiivinen tietojenkäsittely on tietokonesimulaatio ihmisen ajatteluprosessista. Kognitiiviset tietokoneet käyttävät koneoppimisen algoritmeja hankkiakseen jatkuvasti tietämystä erilaisista datalähteistä ja sitten esittävät informaation toimivalla tavalla. Kognitiivinen tietojenkäsittely hyödyntää rakenteista ja ei-rakenteista dataa ja yrittää löytää piilossa olevia malleja datan joukosta. Kognitiivisten tietokoneiden keräämän datan tarkastaa tai hylkää myöhemmin ihmiset. Prosessi tapahtuu iteratiivisesti ja jokaisessa iteraatiossa kognitiivinen tietokone tulee paremmaksi mallien tunnistamisessa. Kognitiivinen tietojenkäsittely on huomattavan merkityksellinen alueilla, kuten lääketiede, jossa ei ole selkeitä vastauksia ja jossa paras vastaus usein perustuu epäselviin todisteisiin, joihin liittyvät yksilölliset kokemukset ja/tai intuitio.¹⁹

Kognitiivinen tietojenkäsittely mahdollistaa tietokoneiden vuorovaikutuksen ihmisten kanssa ihmisten kaltaisella tavalla. Järjestelmät ymmärtävät ja kommunikoiivat luonnollisella kielellä ja antavat tekoälylle mahdollisuuden esittää uusia ideoita, jotka ovat huomattavasti edistyneempiä, kuin voisi pelkän ihmisälyn avulla voisi olla mahdollista.

Kuvassa 21 on esitetty IBM Watson Cloud:in osakokonaisuudet ja rakenne.

¹⁹ Narula, A. Watson Faces Tough Competition from Startups in Cognitive Computing. Argyle, an Innovation Enterprise. <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/watson-faces-tough-competition-from-startups-in-cognitive-computing>



Kuva 21 IBM Watson Cloud:in rakenne

6.2 Watson Health Cloud

IBM Watson Health (WH) on kattoterminä IBM:n sosiaali- ja terveydenhuollon toimialalle erikoistuneille ratkaisuille ja palveluille. IBM Watson Health Cloud (WHC) on IBM Watson tekoälyyn ja toimialakohtaisiin palvelu- ja analytiikkakomponentteihin perustuva, Yhdysvalloista tarjottava pilvipalveluympäristö. Yritysostojen kautta hankitut, laajoihin data-aineistoihin perustuvat toimialakohtaiset ennustemallit ja parhaat käytännöt tarjoavat turvallisen ja avoimen alustan kautta palveluja lääkäreille, tutkijoille, vakuuttajille ja yrityksille, jotka haluavat rakentaa uudenlaisia terveyden ja hyvinvoinnin ratkaisuja.

Watson Health Cloudissa käytetyt kognitiiviset, analyttiset ja operatiiviset komponentit voidaan valjastaa tukemaan sosiaali- ja terveydenhuollon päätöksentekoa kotona, sairaalassa, sairaanhoitopiirissä ja myös kansallisella ennakoivan terveydenhuollon tasolla.

IBM:n kognitiivista teknologiaa hyödynnetään jo nyt useilla eri lääketieteen osa-alueilla, kuten farmasiassa, kardiologiassa, kuvantamisessa, mielenterveytyössä, neurologiassa, onkologiassa sekä yleisemmissä terveydenhuollon prosesseja tukevissa tehtävissä ja teknologioissa kuten analytiikkaratkaisuisissa ja pilvipalveluissa.

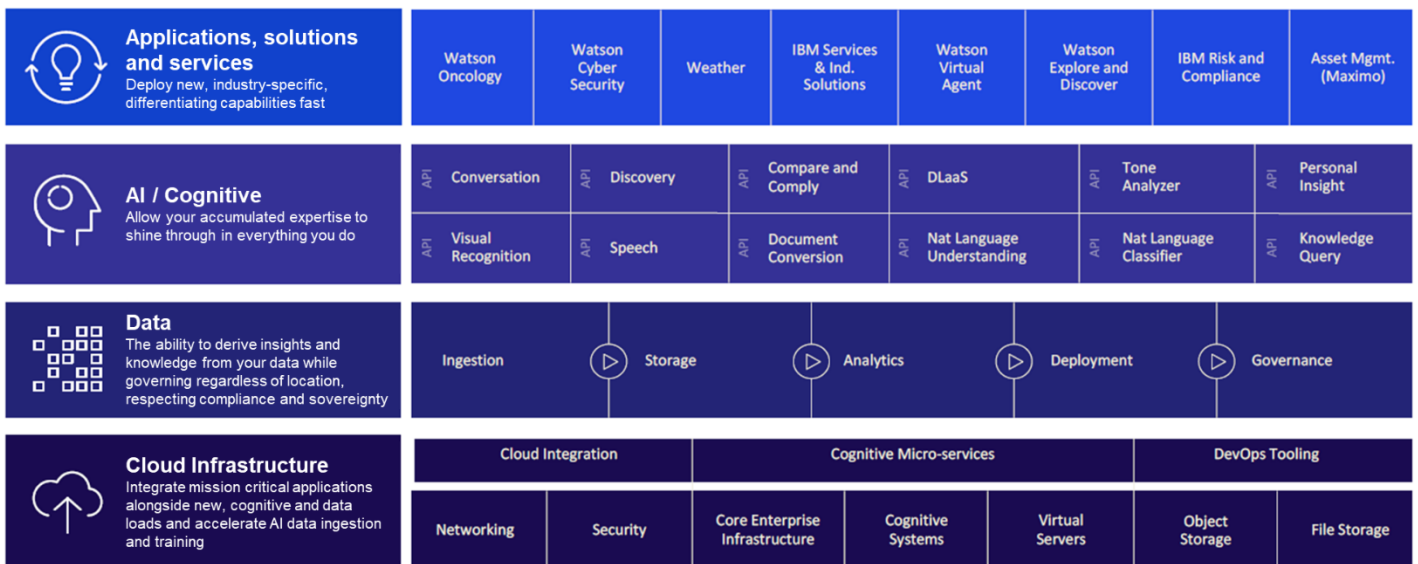
WHC sisältää kyvyn analysoida erilaisia datalähteitä (strukturoitu, ei-strukturoitu) ja tuottaa kognitiivisen tietojenkäsittelyn ja kehittyneen data-analyysin avulla ratkaisuja, kuten:

- Ennustemallien muodostaminen historiallisesta potilasdatasta
- Riskiryhmien tunnistaminen ennustemallien avulla

- Ennakoivan terveydenhuollon ja kansanterveystyön johtaminen
- Yksilöidyt hoitopolut
- Kansalaisten terveys- ja hyvinvointiratkaisut
- Ratkaisut sosiaali- ja peruspalveluiden ohjaamiseen ja tuottamiseen

Watson Healthin tavoitteena on auttaa sosiaali- ja terveydenhuollon toimialaa toiminnan laadun, tuottavuuden ja kustannustehokkuuden parantamisessa. Watson voi lukea 200 miljoonaa dokumenttia kolmessa sekunnissa, ja se voi käsitellä kerralla yhtä suurimmista data-aineistoista maailmassa. Tämä kyvykkyyt halutaan valjastaa edistämään terveyttä ja hyvinvointia.

Kuvassa 22 on esitetty IBM Watson Health Cloud -ratkaisun arkkitehtuurin neljä tasoa: sovellukset, tekoäly/kognitiivinen laskenta, data ja pilvi-infrastruktuuri.

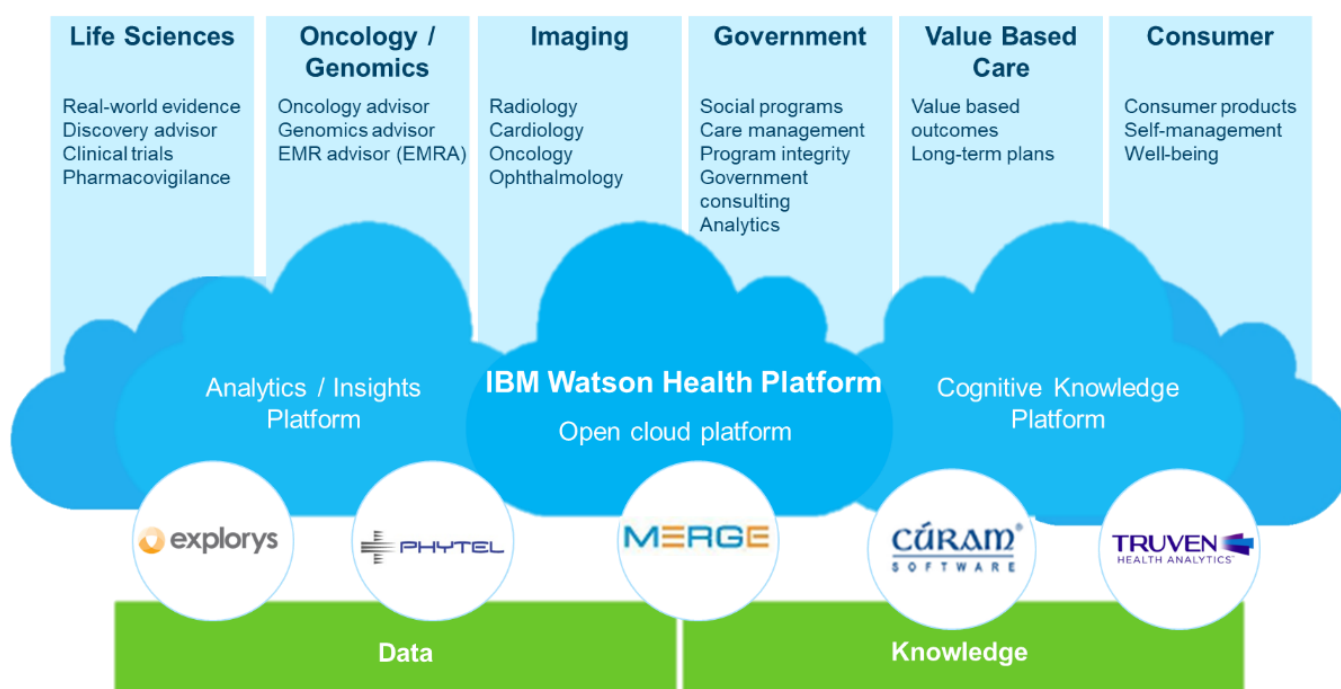


Kuva 22 IBM Watsonin kognitiivisen tietojen käsittelyn ja analytiikan malli

IBM Watson Health -palveluissa on moduuleja, joilla voidaan mm. kerätä dataa käyttäjien laitteista. Tätä dataa voidaan hyödyntää terveydenhuollon tutkimuksessa ja palveluiden yksilöinnissä. Siitä tehtyjä analyyskejä ja anonymisoituna jopa itse dataa voidaan välittää tai myydä myös muille julkisille ja yksityisille toimijoille erilaisten palveluiden parempaan kohdentamiseen ja tehostamiseen. IBM Watson Health pyrkii parantamaan ihmisten hyvinvointia tuomalla maailmanlaajuisista data-aineistoista johdettua ymmärrystä jokapäiväiseen elämään ja terveydenhuoltoon. Tulevaisuuden terveydenhuolto on joka tapauksessa yksilöllistä ja parempi kokonaiskuva potilaan terveyteen vaikuttavista tekijöistä on yksilöinnin mahdollistamiseksi välttämätön. Reaaliaikaiseen terveystiedon hyödyntämiseen ja analysointiin on kuitenkin tarpeen kehittää parempia keinoja. Nykyään suuria määriä terveysdataa syötetään terveydenhuollon järjestelmiin aina liikunnasta genetiikkaan asti. Ongelmia aiheuttaa se, että tieto on hajallaan ja sen hyödyntäminen on haastavaa niin terveydenhuollon ammattilaisille kuin asiakkaillekin.

IBM Watsonin kyky ymmärtämiseen perustuu luonnollisen kielen prosessointikykyyn ja rakenteettoman tiedon hallintaan. Kognitiivisten järjestelmien tärkeimpiä kykyjä on kyky käsitellä ihmisten tuottamaa luonnollista kieltä. Kognitiiviset järjestelmät voidaan opettaa niin, että ne kykenevät tunnistamaan luonnollisesta kielestä mm. käsitteitä, asiayhteyksiä ja käsitteiden vastaavuuksia. Ymmärtämisen kannalta asiayhteyksien tunnistaminen on oleellista, koska sama asia voi tarkoittaa asiayhteydestä riippuen montaa eri asiaa. Tällä on suora yhteys rakenteettoman tiedon hallintaan.

Kuvassa 23 on esitetty IBM Watson Health Cloud -pilvipalveluympäristön eri ratkaisualueet:



Kuva 23 IBM Watson Health -ympäristö

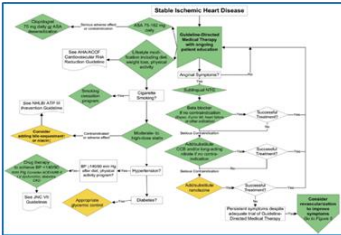
Kuva 24 esittää IBM Watson Health:n kognitiivista asiantuntijajärjestelmää ja toimintamallia hoitosuunnitelmaa laadittaessa ja hoidon toteutuksessa.



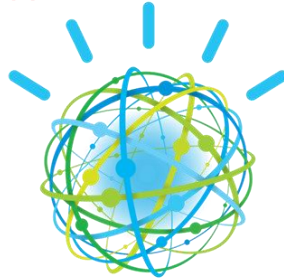
Lääketieteellinen kirjallisuus



Ulkoinen data



Prosessit ja ohjeet



Hoitosuunnitelmaa
laadittaessa ja hoidon
toteutuksessa



Genominen data



Yhteisöllinen osaaminen



Kliininen data

Kuva 24 IBM Watson Health: kognitiivinen asiantuntijajärjestelmä

7 IBM WATSON KYVYKKYYDEN KARTOITUS

7.1 Asiantuntijaseminaarit

Osana IBM Watsonin kognitiivisen kyvykkyyden kartoitusta toteutettiin IBM:n asiantuntijoiden kanssa yhteisiä koulutustilaisuuksia tutkijoille ja terveydenhuollon ammattilaisille. Näissä asiantuntijaseminaareissa käsiteltiin monipuolisesti terveydenhuoltoa ja kognitiivista tietojenkäsittelyä sekä tutustuttiin IBM:n terveydenhuollon sovellutuksiin.

25.1.2017

- Digitizing healthcare - The art of the possible in machine learning and cognitive computing, **Erik Rehn**, Watson Sales Leader, Nordics, **Henri Nousiainen**, Senior technical sales specialist, Predictive analytics, IB
- Biobanks Finland - Joint Operator, Dr. **Klaus Lindpaintner**, VP and Global Head, Human Genetics and Computational Biomedicine at Pfizer Inc,

27.1.2017

- Miten teknologia mullistaa terveydenhuollon? **Antti Kivelä**, SITRA

2.2.2017

- Cognitive computing, **Jouko Poutanen**, Software Client Architect IBM Finland

3.2.2017

- Kuvantaminen syöpätutkimuksessa, professori **Jukka-Pekka Mecklin**, KSSH

10.2.2017

- Big data analytics and knowledge mobilization, professori **Christer Carlsson**, Åbo Akademi

14.2.2017 Yritystapahtuma ja ekosysteemin rakentaminen

- IBM Watson ja ekosysteemien rakentaminen, **Maarit Palo**, IBM
- Innovate with Watson, **Henrik Toft**, IT Transformation Architect
- IBM:n terveydenhuollon ekosysteemi, **Miikka Kiiski**, Business Development Executive
- KONE remote monitoring with IBM Watson, FT **Olli Mali**, Data analyst specialist, KONE
- Kokemuksia Watson-teknologian hyödyntämisestä palveluliiketoiminnassa, FT **Erkki Häkkinen**, Etteplan Oy

15.2.2017

- Care System Transformation: Predicting the Future", eHealth presentation with trends, technologies and practical examples, **John Crawford**, European Healthcare Industry Leader, IBM Global Markets

5.4.2017 Lohkoketjuseminaari

- Digital Journey - what train Blockchain takes? **Ari Hirvonen**, Tieto

- Blockchains are already here, **Timo Koskinen** CTO, IBM
- Lohkoketjun hyödyntäminen tiedon oikeellisuuden todistamisessa, **Joel Kaartinen**, Prasos
- Lohkoketju SOTE-järjestelmissä Lohkoketjujen soveltuvuus SOTE-käyttöön & yleistä lohkoketjuista, **Santeri Tani**, Jyväskylän yliopisto

11.4.2017 Yritystapahtuma ja ekosysteemin rakentaminen

- A.I.Robots - Fun companions and excellent assistants, **Johannes Harju**, Solteq Oyj
- Yleiskatsaus lohkoketjuihin ja älysopimukseen, **Santeri Tani**, Jyväskylän yliopisto
- Urasillan mahdollisuudet, **Annemari Auvinen**, koulutuspäällikkö IT-tiedekunta
- Spektrikuvantaminen, **Ilkka Pölönen**, Jyväskylän yliopisto

29.5.2017 Strategisen tason ekosysteemitapahtuma

- Tekoälyteknologia terveydenhuollossa: tulevaisuus ja rahoitusmahdollisuudet, **Ilkka Korhonen**, VTT
- Esittelyt rakenteilla olevista Jyväskylän alueen ekosysteemeistä, **Anne Sandelin** ja **Tanja Oksa**, Jyväskylän kaupunki
- Ekosysteemimallin esittely: roolit ja jatkotoimet, **John Gibe** ja **Ville Siren**, IBM

20.9.2017

- Artificial Intelligence and Digital Disruption, **Fredrik Ring**, Tieto

7.2 Konferenssit, vierailut ja ulkomainen tiedonhankinta

IBM Watson teknologiaan, kognitiiviseen tietojenkäsittelyyn ja turvallisuuskysymyksiin terveydenhuollossa tutustuttiin kansainvälisissä tapahtumissa ja vierailuissa, samalla esiteltiin Jyväskylän yliopistossa tehtyä alan tutkimusta.

World of Watson 24.-27.10.2016, Las Vegas, USA

- Martti Lehto ja Greg Porpora IBM esitys: Cognitive Computing Offers New Cyber Security Methods
 - Pekka Neittaanmäki esitys: Watson Supported Personal Digital Learning Environment - Towards New Generation of Digital School in Finland
- Konferenssissa pidettyjen luentojen lisäksi hankittiin tietoa IBM Watson teknologiasta ja kyberturvallisuusratkaisuista

HIMSS Europe World of Health IT (WoHIT) Conference & Exhibition 21.-22.11.2016, Barcelona, Espanja

- Martti Lehto

Tapahtumassa keskusteltiin pohjoismaisella tasolla mm. (terveys)datan kansainvälisestä liikkuvuudesta ja lainsäädännön sille asettamista raameista. Lisäksi oli tutustuminen Barcelonan Supercomputing Centeriin (BSC) sekä Sitran ja Catalanian tervehdysviranomaisten yhteiseminaari aiheesta Integrated Health and Social Care

HIMSS 2017, 19.-24.2, Orlando, USA

- Martti Lehto, Healthcare ICT systems and cyber security

Tapahtumassa hankittiin tietoa IBM Watsonin terveydenhuollon ja kyberturvallisuuden ratkaisuksista ja saatiin tietoa kyberturvallisuudesta sairaalaympäristössä.

Privacy & Security Forum 11.-12.5.2017 San Francisco, USA

- Miikael Lehto, Privacy in Healthcare

Konferenssissa kerättiin tietoa terveydenhuollon kyberturvallisuudesta ja siihen kohdistuvista riskeistä ja ratkaisuksista. Erityisesti lääkinnällisten laitteiden tietoturvasta ja sääntelystä maailmalla.

Healthcare Security Forum 11.-13.9.2017 Boston, USA

- Miikael Lehto, Cyber security in healthcare systems

Konferenssissa saatiin tietoja terveydenhuollon kyberturvallisuuden parhaista käytännöistä maailmalla, joiden hyödynnettävyyttä voidaan arvioida kansallisella tasolla. IBM myös esitteli kyberturvallisuuden harjoituskeskuksensa toimintaa ja hyödyllisyyttä terveydenhuollolle.

2. Vierailut

Pekka Neittaanmäki, Martti Lehto, Boston USA, helmikuu 2017

- X-Force Command Center, Watson Health Experience

Pekka Neittaanmäki, Yorktown USA, helmikuu 2017

- IBM Thomas J. Watson Research Center

Pekka Neittaanmäki, Toronto Kanada, helmikuu 2017

- IBM Innovation Space

- Hamilton Health Sciences, IBM yksikkö

7.3 Esimerkkejä IBM:n kognitiivisista palveluista

Kognitiiviset järjestelmät, kuten IBM Watson, kykenevät päättämään hyödyntäen kognitiivista tiedonhakua. Kognitiivisia järjestelmiä voidaan käyttää päätöksenteon tukemiseen ja vaihtoehtojen ehdottamiseen sekä vastaamaan kysymyksiin. Kognitiivinen tiedonhaku hyödyntää useita eri kognitiivisen järjestelmän ominaisuuksia voidakseen tuottaa parempia hakutuloksia. Tiedonhaussa voidaan hyödyntää luonnollisen kielen käsit-

telyä, jotta käsitteiden vastaavuudet ja tiedon asiayhteyksien ymmärtäminen tulevat paremmin ymmärretyiksi. Tiedonhakua voidaan myös opettaa löytämään oikeanlaisia vastauksia hyödyntäen koneoppimisen algoritmeja.²⁴

Watsonia voidaan hyödyntää päätöksenteossa etsimään valtavista massoista relevanttia informaatiota päätöksenteon tukemiseksi perusteluineen, todisteineen ja todennäköisyyksineen. Watson kykenee tekemään useita erilaisia ehdotuksia potilaan diagnoosiksi ja arvioimaan niiden todennäköisyyksiä perustuen tietämuskannoista löytämäänsä informaatioon. Lisäksi Watson kykenee vaihtoehtojen yhteydessä esittämään perustelut diagnoosiehdotuksille ja esittämään lähdetietoja. Watsonin kykyjen avulla voidaan hyödyntää päälle puettavaa teknologiaa ja se voi seurata henkilökohtaisen laitteen lähettämää mittausdataa ja verraten aiempaan jo opetettuun informaatioon, se kykenee päättämään, jos jokin henkilö on riskiryhmässä sairastua. Tällaisessa tapauksessa Watson voi ehdottaa riskiä pienentäviä tapoja toimia ja erilaisia vaihtoehtoja, jotka voivat johtaa parempaan lopputulokseen.²⁵

Digitaaliset terveydenhuollon palvelut ovat olleet osa terveydenhuoltoa jo pitkään erilaisten perusterveydenhuollon, erikoissairaanhoidon, työterveyshuollon ja erityishuollon järjestelmien kautta. Aiemmin järjestelmissä ei ole hyödynnetty tekoälyä ja kognitiivista syväoppimista tai ennustavaa analytiikkaa osana toimintoja, eivätkä potilaat ole voineet syöttää informaatiota kyseisiin järjestelmiin käyttäen erilaisia mittalaitteita ja sensoreita.

Mielenterveyden häiriöt ja psyykkiset oireet ovat maailmalla yleisiä ja esimerkiksi Britanniassa 16 % aikuisista kärsii mielenterveyden häiriöistä, kuten depressiosta, jossain vaiheessa elämäänsä. Suomessa 10 % väestöstä kärsii mielenterveyden häiriöistä tai subjektiivista näkemystä aiheuttavista oireista, kuten masennusoireyhtymistä ja ahdistuneisuushäiriöistä. Osa psyykkisistä oireista on ohimeneviä, mutta oireiden pitkittyessä on tärkeää tunnistaa häiriö ja puuttua siihen oikealla tavalla, jotta häiriöstä kärsiville ihmisille voidaan tarjota oikeat hoitokeinot ja terapiat. Tekoäly (kuten IBM Watson) on uusi teknologia, jota voidaan hyödyntää näiden ongelmien ratkaisussa.

IBM Watsonia voidaan hyödyntää esimerkiksi skitsofrenian diagnosoinnissa. IBM:n ja Albertan yliopiston yhteistyönä toteutettiin tutkimus, jossa harjoitettujen suorituksen jälkeen aivoista otettiin veren virtaamista esittäviä fMRI-kuvia, joista muodostettiin neuroverkkoja hyödyntäen ennustava malli, josta voitiin päätellä todennäköisyys henkilön skitsofreniaan sairastumiseen. IBM Watsonia on hyödynnetty myös psykologisen hyvinvoinnin seurantaan varten kehitetyn Eliza App-sovelluksen toteuttamisessa, jonka tarkoituksena oli tehdä seurannasta yhtä helppoa kuin kuntoilun seuraamisesta. Watsonia hyödyntävän Talkspace-alustan tarkoitus on terapeuttisempi ja sen tarkoitus on yhdistää ihmiset lisensoitujen terapeuttien kanssa kaikkina vuorokauden aikoina ja maantieteellisissä sijainneissa. Mielenterveyden alueella Watsonia voidaan hyödyntää myös PTSD-stressireaktion hoidon apuna, jossa siitä on saatu hyviä tuloksia Yhdysvalloissa,

²⁴ IBM Corporation. 2017. Kognitiivinen tietojenkäsittely ja IBM Watson -pikaopas

²⁵ IBM Corporation. 2017. Kognitiivinen tietojenkäsittely ja IBM Watson -pikaopas.

koska palvelu sitouttaa veteraanit hoito-ohjelmaan, jolloin psykoterapian suoritusprosentti on kohonnut tutkimuksien mukaan peräti 63 prosenttiyksikköä.

IBM Watsonin hyödyntämisen mahdollisuudet eivät rajoitu vain terveydenhuollon sovelluksiin ja palveluihin kuten kardiologian, onkologian tai mielenterveyden alueelle, vaan Watsonia voidaan hyödyntää myös hyvinvointisovelluksien alueella. Bioteknologian alan yritys, Pathway Genomics, on toteuttanut IBM:n kanssa sovelluksen, joka tarjoaa genomista tietoa potilaasta ja pureutuu potilaan henkilökohtaiseen terveystietueeseen terveysdataa noutaen ja tarvittaessa yhdistyen aktiviteettia mittaaviin monitorointilaitteisiin, kuten Fitbit. Sovellus hyödyntää IBM: Watsonia ja luonnollisen kielen prosessointiteknologiaa ja dataa Pathway Genomicsin geneettisistä testeistä. Alpha-vaiheessa sovellus yhdistää dataa koskien ruokavaliota, fyysisiä harjoitteita ja metabolismia sovelluksen käyttäjän geneettisistä testeistä, terveydellisistä elintavoista ja erilaisista terveyden seurantasovelluksista (kuten Apple HealthKit) Watsonin kognitiivisia kyvykkyksiä ja syväoppimista hyödyntäen. Watsonia hyödyntäviä kuntoilusovelluksia ovat muun muassa Train Me (virtuaaliapulainen henkilökohtaisille valmentajille) ja Under Armour (ravinnon, unen, kuntoilun jne. analysointi).

IBM on aloittanut useita yhteistyöprojekteja lääkealan yritysten kanssa (kuten Pfizer) uusien lääkeaineyhdisteiden etsimiseksi ja tunnistamiseksi muun muassa syöpähoitojen tehostamiseksi. Tekoäly ja koneoppimisen algoritmit tarjoavat aivan uudenlaisia mahdollisuuksia, menetelmiä ja työkaluja uusien lääkkeiden kehittämiseksi. Tekoälystä on havaittu olevan apua myös lääkeaineiden käytön valvonnassa, jotta haitallisten lääkeaineyhdisteiden käyttöä voidaan dokumentoida ja siten parantaa potilasturvallisuutta. Lääkeaineyhdisteiden etsimistä varten IBM on kehittänyt Watson for Drug Discovery-pilvipohjaisen palvelun, joka auttaa tutkijoita tunnistamaan ennennäkemättömiä lääkityksen tarpeita ja uusia käyttökohteita jo olemassa oleville lääkkeille, paljastamaan uusia yhteyksiä nopeasti, joka voi johtaa uusiin ideoihin ja tieteellisiin läpimurtoihin.

Syöpä on yksi merkittävimmistä kuolinsyistä maailmalla ja siksi oikeanlaisen hoidon löytäminen syöpäpotilaille on oleellista, joskin haastavaa. Terveyspalveluiden tuottajat ovatkin siksi erityisen kiinnostuneita toteuttamaan suuria datamassoja hyödyntäviä näyttöihin perustuvia syöpädiagnosointi- ja hoitopalveluita. Palvelut, kuten IBM:n kehittämä Watson for Oncology tulevat tarpeeseen syöpähoitojen laadun ja hoitoihin liittyvän päätöksenteon parantamisessa. Palvelun avulla onkologit voivat tehdä informoituja hoitopäätöksiä potilaille perustuen henkilön yksilölliseen terveydentilaan, viimeisimpään lääketieteelliseen tutkimukseen ja muuhun relevanttiin dataan. Tarkoituksena on myös nopeuttaa näyttöihin perustuvan lääketieteen hyödyntämistä, vähentää diagnosoinnin ja hallinnon aiheuttamia virheitä ja nopeuttaa käytänteitä muuttavan tutkimuksen leviämistä. Palvelua on alettu hyödyntää eturauhassyöpäpotilaiden hoidossa. Muita syöpätyyppejä, joiden hoitosuosituksia Watson for Oncology-ratkaisu kykenee antamaan, ovat rinta-, keuhko-, paksusuolen-, peräsuolen-, kohdunkaulan-, munasarja- sekä vatsa- ja eturauhassyöpä. Näitä on tarkemmin kuvattu raportissa ”IBM-teknologioiden hyödyntäminen terveydenhuollossa”.

IBM Watson Health on aloittanut yhteistyöprojekteja yritysten kuten Nuance Communications, Columbia University Medical Center (New York) ja University of Maryland School of Medicine (Baltimore) kanssa vuonna 2011. Seuraavana vuonna yhteistyökumppaniksi tuli Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (New York) syöpähoidon alueella. Seuraavina yhteistyökumppaneina olivat University of Texas MD Anderson Cancer Center, erityisenä kohteena kognitiivisen tietojenkäsittelyn työkalut syöpäsairauksien hoitamiseksi.

Syöpähoidoissa on jo saatu vaikuttavia tuloksia, kuten Memorial Sloan Kettering –sairaalassa, joka opetti Watsonille ihosyövän tunnistamista kuvien perusteella. Watson pääsi muutamassa viikossa yli 95 prosentin tarkkuuteen. Watsonin opettaneet asiantuntijat puolestaan ylsivät 75 – 84 prosentin tarkkuuteen.²⁶ IBM-teknologioiden hyödyntäminen terveydenhuollossa-raportissa esitettiin, että IBM:n kehittämä Watson päätyi jopa 96 % tarkkuudella samoihin tuloksiin keuhkosyövän hoidossa kuin onkologiaan erikoistuneet lääkäri ja lisäksi seulontoihin käytettyä aikaa on kyetty vähentämään peräti 78 %. Watsonin avulla kaikki saivat siis käyttöönsä tarkempia vastauksia potilaiden hoidon parantamiseksi.

Laajemmin IBM Watsonin käyttöä terveydenhuollossa on esitetty raportissa [IBM-teknologioiden hyödyntäminen terveydenhuollossa](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki).

Useat esimerkit eri puolella Eurooppaa (Englanti, Norja, Hollanti, Saksa, Ranska, Irlanti, Tanska) osoittavat, kuinka digitalisaatiota yhdistettynä uuden sukupolven IBM:n Watsonin kognitiiviseen data-analysointitekniikkaan on sovellettu menestyksellisesti erilaisissa terveydenhuollon toimintaympäristöissä.

Lisätietoa tekoälystä terveydenhuollossa ja erityisesti IBM:n teknologiasta löytyy raporteista [Digitaalinen terveys ja älykäs terveydenhuollon teknologia](#) (Vähäkainu), [Digitaalisista sairaaloista kognitiivisiin sairaaloihin](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki), [Artificial intelligence and machine learning for precision medicine with the special focus on oncology- the state of the art](#) (Zeeshan, Äyrämö, Neittaanmäki), [IBM-teknologioiden hyödyntäminen terveydenhuollossa](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki), [Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja teknologiset mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä](#) (Vähäkainu, Kärkkäinen, Neittaanmäki) ja [Tekoäly terveydenhuollossa](#) (Vähäkainu, Neittaanmäki).

²⁶ IBM Corporation. 2013. Memorial Sloan-Kettering Cancer Center. https://www-935.ibm.com/services/multimedia/MSK_Case_Study_IMC14794.pdf

8 TYÖPAJOISSA SAAVUTETUT TULOKSET

8.1 Työpajatyöskentelyn osallistujat

mHealth ja Digitaalinen sairaala alueiden työpajatyöskentelyyn osallistui kaikkiaan n. 250 kansallista sosiaali- ja terveysalan asiantuntijaa sairaanhoitopiireistä, kunnista, ministeriöistä, IT-, peli- terveys- ja hyvinvointialan yrityksistä sekä seniorikansalaisia kokemusasiantuntijoina. Kuvassa 25 on esitetty osallistujat luokiteltuna.



Kuva 25 Työpajoihin osallistuneiden luokitus

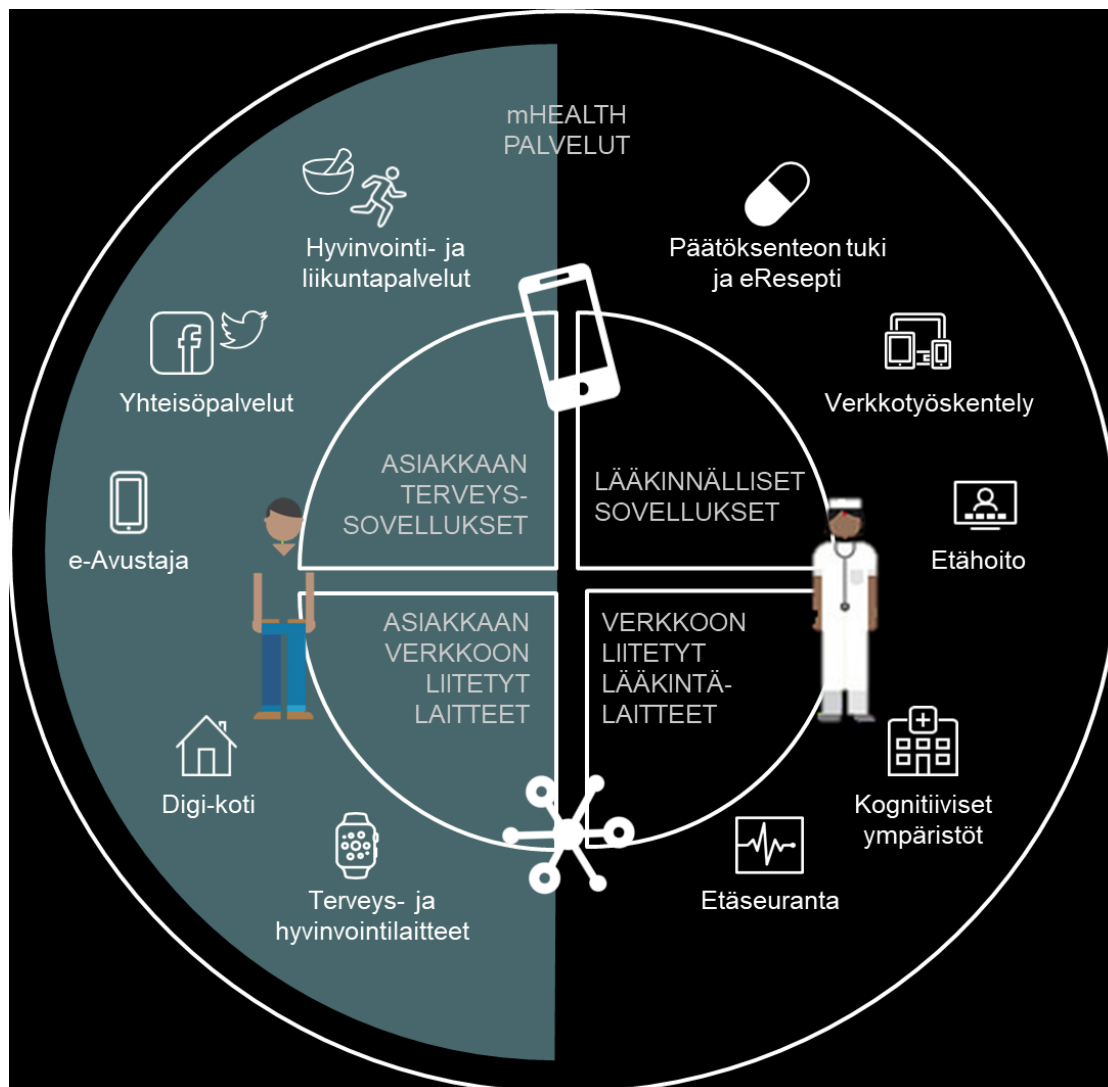
8.2 mHealth

mHealth osahankkeessa on tutkittu, miten laajan terveys ja sosiaalidatan sekä omadatan avulla voidaan tuottaa aiempaa toimivampia ja kustannustehokkaampia palveluita ja ratkaisuja yksilön omaehtoisen terveyden ylläpidon tueksi. Työpaketissa selvitettiin, kuinka tekoälypohjaisten teknologioiden avulla tehostetaan toimintaa, parannetaan palveluja, luodaan kokonaissästöjä sekä mahdollisia uusia liiketoimintamahdollisuuksia, kansalliseen terveys- sosiaali- ja hyvinvointidataan sekä omadataan pohjaten, digi-SOTE-järjestelmässä. Työskentelyssä luotiin innovatiivisia tekoälypohjaisia ratkaisuja terveyden ja hyvinvoinnin alueella, jotka ovat hyödyllisiä sekä yhteiskunnan että yksilön näkökulmasta.

Olemassa olevan sosiaali- ja terveysdatan lisäksi puettavan teknologian ja henkilökohtaisten sensoreiden avulla voidaan tuottaa arvokasta informaatiota liikunnan, hyvinvoinnin ja terveydenhuollon sektoreilla. mHealth-osaprojektissa selvitettiin kognitiivisen teknologian lisäarvoa kansallisen ja yksilötason terveyden ja hyvinvoinnin lisäämiseksi, jalostamalla digitaalisista aineistoista innovatiivisia, kaupallista potentiaalia omaavia mHealth-sovellutuksia. Sovellusaloja ovat kansalaisten omatoimisen terveydenhoidon edistäminen, ikääntymisen aiheuttaman toimintakyvyn heikkenemisen ehkäisy ja hoito sekä kunto- ja kilpaurheilijoiden terveyden edistäminen, suorituskyvyn ke-

hittäminen ja kuormituksen seuranta. Lisäksi mHealth-sovelluksilla voidaan siirtää perinteistä sairaalassa tapahtuvaa incare -hoitoa ja potilasmonitorointia osaksi ennaltaehkäisevää terveyden ylläpitoa ja kotihoitoa.

Kuva 26 esittää mHealth-osahankkeen toimintaympäristöä.



Kuva 26 mHealth-osahankkeen toimintaympäristö

Spesifien ratkaisujen löytämiseksi mHealth-osahanke jakaantui kolmeen osakokonaisuuteen: ikääntyminen, urheilu ja liikunta sekä omaehtoinen terveyden ylläpito.

Ikääntymisen aihealueella ymmärrettiin seniorikansalaisen hyvinvointi muuttuvan toimintakyvyn näkökulmasta. Keskityimme tekoälypohjaisiin ratkaisuihin mielekkään toimijuuden ylläpitämiseksi, osana toimivaa yhteisöä ja ympäristöä. Työpaketissa pyrittiin löytämään keinoja, jotka takaavat aktiivisen ja autonomisen arjen ja mielekkään kotona asumisen seniorikansalaiselle.

Omaehtoisen terveyden ylläpitämisen aihealueella keskityttiin lasten, nuorten ja aikuisten toimintakyvyn ja hyvinvoinnin ylläpitoon ja parantamiseen. Työpaketissa etsittiin ratkaisuja ongelmiin, jotka ovat omaehtoisen terveyden ylläpitämisen esteenä. Ratkaisuja haettiin sotedatan ja terveystietojen yhdistämisen kautta.

Liikunnan aihealueella keskityttiin ensisijaisesti tavoitteellisesti suorituskykyään parantaviin liikunnan aktiiviharrastajiin ja urheilijoihin sekä yksilö- että joukkuelajeissa. Kysymyksenä oli, kuinka parantaa yksilöllistä harjoitusvastetta terveystietojen AI pohjaisen hyödyntämisen avulla.

Tutkimuskysymysten ratkaisemiseksi hankkeen alkupuolisko 1.1.-26.4. toteutettiin työpajavetoisesti. Lähestymistavaksi valittiin ongelmakeskeinen ja käyttäjälähtöinen AI-tekniikatutkimuksen määrittäminen. Käytännön innovointityö tapahtui työpajalähtöisesti. Metodisesti työpajoissa käytettiin IBM:n design thinking-menetelmää, joka on yksi design thinking -menetelmien sovellutuksista. Menetelmän avulla tunnistettiin ja määritettiin kunkin aihealueen keskeisimpiä ongelmakohtia, ratkaisuja tunnistettuihin ongelmiin ja mahdollisuuksia yhteisiin ratkaisuihin.

mHealth osa-alueen visiointivaiheessa järjestettiin kolme työpajaa. Ensimmäisessä luotiin tarkempi aiheajaus ja yhteinen ymmärrys tekoälyteknologian tarjoamista mahdollisuuksista teema-alueittain (Preventive, Aging, Sport). Seuraavassa työpajassa keskityttiin tekoälyteknologialla ratkaistavissa oleviin kriittisiin ongelmakohtiin ja määriteltiin laajemmat kullekin teema-alueelle keskeiset ongelmakokonaisuudet. Työskentelyn tuloksena ongelmakohtalistaus työpajoittain. Kolmannessa workshopissa etsittiin ratkaisuja aiemmissa työpajoissa tunnistettuihin ongelmiin hyödyntäen kognitiivisia ja mobiileja teknologioita. Työskentelyn tuloksena yksilötyönä ideakuvaukset ja storyboardingratkaisut, sekä ryhmätyönä työstetyt käyttötapauskuvaukset.

Työpajoissa työstettyjen käyttötapausten pohjalta Jyväskylän yliopisto ja IBM muokkasivat yhteistyössä 22 kpl käyttötapausten listan, jotka koostettiin aineistolähtöisesti. Työn pohjana käytettiin työpajatyöskentelyn storyboarding ja käyttötapauskuvauksdokumentteja ja Kickoff- ja Discovery työpajojen raakadata-aineistoa. Käyttötapausten esittettiin 13.3. webinaarissa, joka päätti käyttötapaustyöskentelyn ensimmäisen vaiheen. Käyttötapauskuvauksien jatkotyöstöä jatkettiin yhtenä mHealth kokonaisuutena 24.3. alkaen. Listaa tarkennettiin; osa käyttötapauksista yhdistettiin ja osa hankkeen fokuksen kannalta toissijaisista käyttötapauksista jätettiin pois.

Roadmapping -vaiheessa käyttötapausten arvioitiin uudelleen kognitiivisen teknologian hyödyn näkökulmasta ja validoitiin yliopiston mHealth osion sisällä, IBM:n mHealth osion sisällä ja lopuksi yliopiston ja IBM:n kanssa yhdessä 27.4. Käyttötapausten jaettiin Wawe 1 ja Wawe 2 -vaiheisiin. Arvioinnin kohteina olivat toteutettavuus, aika, vaikuttavuus, väitön hyöty, teknologinen toteutettavuus yleisesti sekä teknologinen toteutettavuus IBM:n teknologioiden avulla. Kognitiivisen teknologian tuomaa lisäarvoa bisnesarvon ja liiketoimintapotentialin kannalta tarkennettiin Jyväskylän yliopiston tekemässä arvomäärittelytyöskentelyssä JY:n Kauppakorkeakoulun tuella. Roadmapping vaiheessa järjestettiin kolme työpajaa, joissa lopputyöstöön valitut käyttötapausten tarkennettiin

kognitiivisen teknologian hyödyn ja uutuusarvon näkökulmasta sekä täsmennettiin datalähteitä.

Työpajoja pidettiin seuraavasti:

- Kick-off / Aloitusseminaari 11.1.2017
 - tarkempi aiherajaus ja yhteinen ymmärrys tekoälyteknologian mahdollisuuksista aihealueittain
- mHealth Discover / Ideoiden kartoitus 25.1.2017
 - Tekoälyteknologialla ratkaistavissa olevat kriittiset ongelmakohdat ja teema-alueelle keskeiset ongelmakokonaisuudet
- mHealth Envision / Visiointi 15.-17.2.2017
 - Ratkaisut aiemmissa työpajoissa tunnistettuihin ongelmiin hyödyntäen kognitiivisia ja mobiileja teknologioita
- mHealth Playback / Kertaus (webinaari) 13.3.2017
 - työskentelyn tuloksena syntyneen käyttötapauslistan esittely ja korjaustarpeet
- mHealth Roadmap / Etenemissuunnitelma 25.-27.4.2017
 - AI teknologioiden lisäarvo: Kolmen työpajan sarja; jatkon valittujen käyttötapausten tarkentaminen; kognitiivisen teknologian hyöty, uutuusarvo, datan saatavuus.

8.3 Digitaalinen sairaala

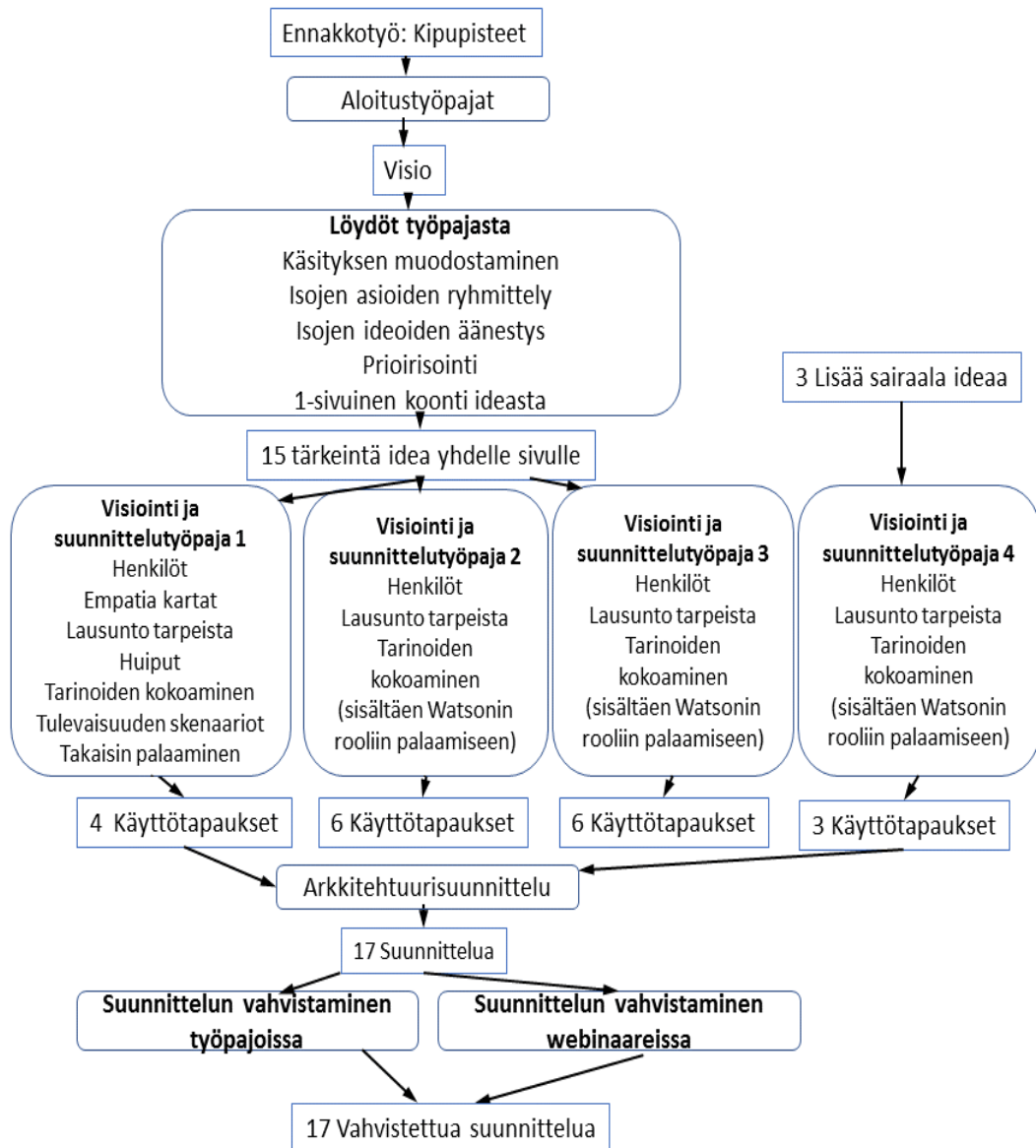
Digitaalinen sairaala -työpajoissa tunnistettiin design thinking-menetelmän avulla sairaaloille ja terveyden huoltojärjestelmälle lisäarvoa tuottavia sovellusalueita kotimaisissa ja globaaleissa ympäristöissä. Lisäksi kartoitettiin suomalaisille yrityksille sovellusalueen tuotteisiin ja palveluihin perustuvia liiketoimintamahdollisuuksia. Lisäksi tutkittiin Watson-teknologian kyvykkyyttä ja soveltuvuutta kotimaisten terveysaineistojen analyysissä hyödyntäen kotimaisia digitaalisia aineistoja. Työpajoja pidettiin seuraavasti:

- Kick-off / Aloitusseminaari 11.1.2017
- Digitaalinen sairaala Discover / Ideoiden kartoitus 24.-25.1.2017
- Digitaalinen sairaala Envision / Visiointi 15.2.2017
- Digitaalinen sairaala Envision&Design / Visiointi ja suunnittelu 23.-24.3.2017
- Digitaalinen sairaala Design / Suunnittelu 28.4.2017
- Digitaalinen sairaala työpaja KSSH:n ideoiden kirkastamiseen 6.4.2017
- Digitaalinen sairaala Watson-klinikka kolmelle yritykselle 20.4.2017
- Digitaalinen sairaala Ekosysteemi-ilta 29.5.2017

Tutkimus keskittyi seuraaviin osakokonaisuuksiin:

- Aktiivisen hoitovaiheen tehostaminen kognitiivisen tietojenkäsittelyn avulla
- Digitaalisen sairaalaan toimintaympäristön ja -prosessien kehittämisen kognitiivisen tietojenkäsittelyn avulla (kognitiivinen potilashuone)

Kuvassa 28 on esitetty Digitaalinen sairaala -osahankkeen innovointiprosessi.



Kuva 28 Digitaalinen sairaala -osahankkeen innovointiprosessi

8.4 mHealth ja Digitaalinen sairaala -työpajojen tulokset

8.4.1 Työpajatyöskentelyn tuloksena tunnistetut käyttötapaukset/ mHealth:

1. Mobiilisovellus kotihoidon koordinointiin ja kommunikointiin (Mobile solution for home care coordination and communication)
 - Personoidun kotihoidon koordinaation ja kommunikaation tuki, joka kasvattaa kotihoidon tehokkuutta, laatua ja avoimuutta.
2. Kognitiivinen kumppani (Cognitive companion)
 - Sosiaalisen ikääntymisen ja arkielämän käytännöllinen tuki
3. Vuorovaikutuksellinen muistihoidosovellus (Interactive memory care solution)
 - Muistinhoidon personoitu apuväline, joka yhdistää muistipotilaan, omaiset ja hoitoalan ammattilaiset sekä auttaa tunnistamaan muistisairausten riskit.
4. Omaishoitajan riskiarviointi ja aikainen puuttuminen (Family caregiver risk assessment and early intervention)
 - Tunnistaa ennakoivasti omaishoitajan ja hoidettavan tuen tarpeen, fyysisen ja psyykkisen hyvinvoinnin monitoroinnin avulla
5. Hoitovaihtoehtojen vertailutyökalu (Care option comparison tool)
 - Avustaa sopivan hoitovaihtoehdon valitsemisessa perustuen henkilökohtaisiin tarpeisiin
6. Senioreiden älykodit (Connected senior homes)
 - Kokonaisyhyvinvointia tarkkaileva koti, joka mahdollistaa turvallisen, terveen ja laadukkaan kotona asumisen ikäihmisille
7. Watson työhyvinvointiin (Watson for occupational wellbeing)
8. Kokonaisvaltainen oppilaan hyvinvointi (360 degree pupil wellbeing)
9. Syrjäytymisvaarassa olevien lasten ja nuorten tunnistaminen (Identifying youth at the risk of social exclusion)
10. Vanhemmuuden tuki (Parent support)
11. Elämäntapavalmentaja (Lifestyle Coach)
12. Avustaja terveellisten kauppastosten tekemiseen (Advisor for conscious shopping)
13. Työpaikan turvaratkaisut (Workplace safety solutions)
14. Henkilökohtainen virtuaalinen valmentaja (Virtual Personal trainer powered by Watson)
15. Henkilökohtaisiin vahvuuksiin perustuva motivointi (Motivation via strengths)
16. Apuvalmentaja (Assistant Coach)
17. Liikunnan ja urheilun tietovarasto ja keskustelualusta (Sports Insight Hub)

Kuvissa 29 ja 30 on esitetty mHealth-hankkeen käyttötapauksia.

Terveystietämyksen parantaminen, yksilöiden motivointi ja käyttäytymiseen vaikuttaminen



URHEILU

HENKILÖKOHTAINEN VIRTUAALINEN VALMENTAJA

Auttaa harrastajia optimoimaan harjoittelusuunnitelmia käyttämällä big dataa ja kognitiivista analytiikkaa. Käyttäjät asettavat tavoitteita ja prioriteetteja. Todisteisiin perustuvat ehdotukset ja reaaliaikainen haptinen tai äänipalautte. Suora yhteys paikalliseen palveluntarjoajien ekosysteemiin.

Riskiryhmien ja yksilöiden tunnistaminen ja varhainen interventio



ENNALTAEHKÄISY

SYRJÄYTYMISVAARASSA OLEVIENTEN NUORTEN TUNNISTAMINEN

Käyttämällä kognitiivista tietojenkäsittelyä ja analyysimalleja sosiaalisen syrjäytymisen riskin ennustamisessa, joka perustuu lapsen ja hänen perheensä koskeviin tietoihin ja luo henkilökohtaisia toimintasuunnitelmia riskialttiille lapsille.

Kuva 29 mHealth-osahankkeen käyttötapauksia

Huolehtivien esineiden internet vanhuksille



IKÄÄNTYMINEN

SENIOREIDEN ÄLYKODIT

Laitteiden ja antureiden verkon hyödyntäminen auttaa varmistamaan turvallisen ja terveen ikääntymisen havaitsemalla ja ennakoimalla vammat, onnettomuudet ja muut ongelmat. Oppii yksilön jokapäiväisen elämän mallit, huomauttaa poikkeavuuksista ja tuottaa suosituksia.

Vanhusten yhdistäminen yhteisöihin ja palveluihin



IKÄÄNTYMINEN

KOGNITIIVINEN KUMPPANI

Älykäs vanhusten tuki ja elämäntapa-alusta, joka on suunniteltu tukemaan vanhusten kokonaisvaltaista hyvinvointia. Proaktiivisesti keskustelee käyttäjän kanssa luonnollisten kielten välityksellä ja yhdistää käyttäjän välittömästi muihin ihmisiin, aktiviteetteihin, palveluihin, tukeen ja hoitoon tilauksesta.

Kuva 30 mHealth-osahankkeen käyttötapauksia

mHealth -työpajoissa kehitettyjen käyttötapausten edellyttämät kognitiiviset kyvykkyudet listattiin alla olevien taulukoiden mukaisesti:

TAULUKKO 1 Kognitiiviset kyvykkyudet eri käyttötapauksissa mHealth ikääntymisen tema-alue

	Analytiikkamallit	Datamassan läpikäynti ja koneoppimismallin opettaminen	Tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (NLP)	Keskustelu luonnollisella kielellä	Koneoppiva kuvantunnistus	Samankaltaisuuksiin perustuva analytiikka ja analyttiset mallit	Malli päätöksen tueksi
1. Mobiilisovellus kotihoidon koordinoitiin ja kommunikointiin	x	x	x	x	x		
2. Kognitiivinen kumppani	x	x	x	x		x	
3. Vuorovaiikutuksellinen muistihoitosovellus	x		x	x	x		x
4. Omaishoitajan riskiarviointi ja aikainen puuttuminen	x		x				
5. Hoitovaihtoehtojen vertailutyökalu	x		x	x			x
6. Senioreiden älykodyt	x		x				
Total	6	2	6	4	2	1	2

TAULUKKO 2 Kognitiiviset kyvykkyudet eri käyttötapauksissa mHealth omaehtoisen terveyden yläpidon tema-alue

	Analytiikkamallit	Datamassan läpikäynti ja koneoppimismallin opettaminen	Tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (NLP)	Keskustelu luonnollisella kielellä	Koneoppiva kuvantunnistus	Samankaltaisuuksiin perustuva analytiikka ja analyttiset mallit	Malli päätöksen tueksi
7. Watson työhyvinvointiin	x		x	x		x	
8. Kokonaisvaltainen oppilaan hyvinvointi	x		x				x
9. Syrjäytymisvaarassa olevien lasten ja nuorten tunnistaminen	x		x				x
10. Vanhemmuuden tuki		x	x	x		x	
11. Elämäntapa-ohjaaja	x	x	x	x		x	
12. Avustaja terveellisten kauppatoimien tekemiseen	x	x	x	x		x	
13. Työpaikan turvatoimet	x		x	x			
Total	6	3	7	5	0	4	2

TAULUKKO 3 Kognitiiviset kyvykkyudet eri käyttötapauksissa mHealth urheilun ja liikunnan teema-alue

	Analytiikkamallit	Datamassan läpikäynti ja koneoppimismallin opettaminen	Tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (NLP)	Keskustelu luonnollisella kielellä	Koneoppiva kuvantunnistus	Samankaltaisiin perustuva analytiikka ja analyttiset mallit	Malli päätöksenteon tueksi
14. Henkilökohtainen virtuaalinen valmentaja	x		x	x		x	
15. Henkilökohtaisiin vahvuuksiin perustuva motivointi	x		x	x		x	
16. Apuvalmentaja	x		x			x	x
17. Liikunnan ja urheilun tietovarasto ja keskustelualusta	x	x	x				
Total	4	1	4	2	0	3	1

8.4.2 Työpajatyöskentelyn tuloksena tunnistetut käyttötapaukset/ Digitaalinen sairaala:

1. Henkilökohtainen valmentaja toimenpiteeseen tai tutkimukseen valmistautuvalle (Personal coach for patients preparing for an operation or medical procedure)
2. Syrjäytymisvaarassa olevien lasten ja nuorten tunnistaminen (Identifying children and youth at the risk of social exclusion)
3. Virtuaalinen perhelääkäri (Virtual family doctor)
4. Kognitiivisen tietojenkäsittelyn hyödyntäminen potilaiden hoidon kiireellisyysluokittelussa (Advanced triage with cognitive computing)
5. Potilasdatan hyödyntäminen kuvantamisanalyyseissä (Medical imaging and analysis combined with patient data)
6. Hoitopolkujen optimointi: Tapaus tulevaisuuden syöpähoidot (Care path optimization: Case cancer treatments of the future)
7. Henkilökohtainen kuntoutumisen virtuaalivalmentaja (Personal post-care virtual advisor)
8. Henkilökohtainen avatar vaihtoehtoisten tulevaisuuksien hahmottamiseen (Personal avatar visualizing alternative futures)
9. Hoidon vaikuttavuuden etäarviointi (Remote monitoring of care effectiveness and learning from the results)
10. Sairaalan operaatiokeskus (Cognitive integrated operations center for a hospital)
11. Tiedon laatuongelmien parantaminen kognitiivisuuden avulla (Overcoming data quality issues with cognitive computing)
12. Turvallisuus- ja tietouhkien tunnistaminen ja tiedon väärinkäytön estäminen (Identifying security and safety threats and preventing data misuse)
13. Potilaskeskeisen hoidon mahdollistaminen kognitiivisella tietojenkäsittelyllä (Enabling patient centric care with cognitive computing)

14. Sairaaloimintojen resurssioptimointi (Resource optimization in hospital functions)
15. Ajokyvyn arviointi (Driving capacity evaluation)
16. Kokonaisriskin arviointi (Total risk evaluation)
17. Leikkaussalikäytön optimointi (Optimization of operating room utilization)

Kuvissa 31 ja 32 on esitetty digisairaala-osahankkeen käyttötapauksia

Työkalut ja ohjeet itsehoitoon



KEHITTYNYT TRIAGE HYÖDYNTÄEN KOGNITIIVISTA TIETOJENKÄSITTELYÄ

Kognitiivisten ominaisuuksien kuten puheen ja visuaalisen tunnistuksen avulla toimiva potilasohjelma, joka mahdollistaa vakavien sairauksien varhaisten oireiden tunnistamisen, oikeanlaisen triagen ja nopean pääsyn hoitoon.

DIGITAALINEN SAIRAALA

Etädiagnoosi, -hoito ja -seuranta



HENKILÖKOHTAINEN KUNTOUTUMISEN VIRTUAALIVALMENTAJA

Personoitu 24/7 kuntoutusvalmentaja, joka hyödyntää potilaan aktiivisuutta koskevia tietoja sensoreista ja antaa motivoivaa palautetta ja käytännön neuvoja päivittäisestä liikunnasta ja ruokavaliosta.

DIGITAALINEN SAIRAALA

Kuva 31 Digisairaala-osahankkeen käyttötapauksia

Palveluntarjoajan resurssien optimointi ja kysynnän ennustaminen



LEIKKAUSALIEŃ KÄYTÖN OPTIMOINTI

Kognitiivinen ratkaisu, joka optimoi kirurgian resurssien pitkäaikaisen ja lyhyen aikavälin käytön perustuen historiallisiin ja ennustettuihin tietoihin leikkaustarpeista.

DIGITAALINEN SAIRAALA

Hoidon tehokkuusanalyysi



HOITOJEN VAIKUTUSTEN ETÄSEURANTA JA TULOXSISTA OPPIMINEN

Kognitiivinen järjestelmä, joka valvoo hoidon ja potilaan toimintaa etäyhteydellä käyttäen tietoja puettavista ja koti sensoreista, ja luo optimoidut hoitosuunnitelmat, jotka perustuvat tietojen analysointiin.

DIGITAALINEN SAIRAALA

Kuva 32 Digisairaala-osahankkeen käyttötapauksia

Digitaalinen sairaala -työpajoissa kehitettyjen käyttötapauksien edellyttämät kognitiiviset kyvykkyudet listattiin alla olevan taulukon mukaisesti:

TAULUKKO 4a Kognitiiviset kyvykkydet eri käyttötapauksissa mHealth ikääntymisen tema-alue

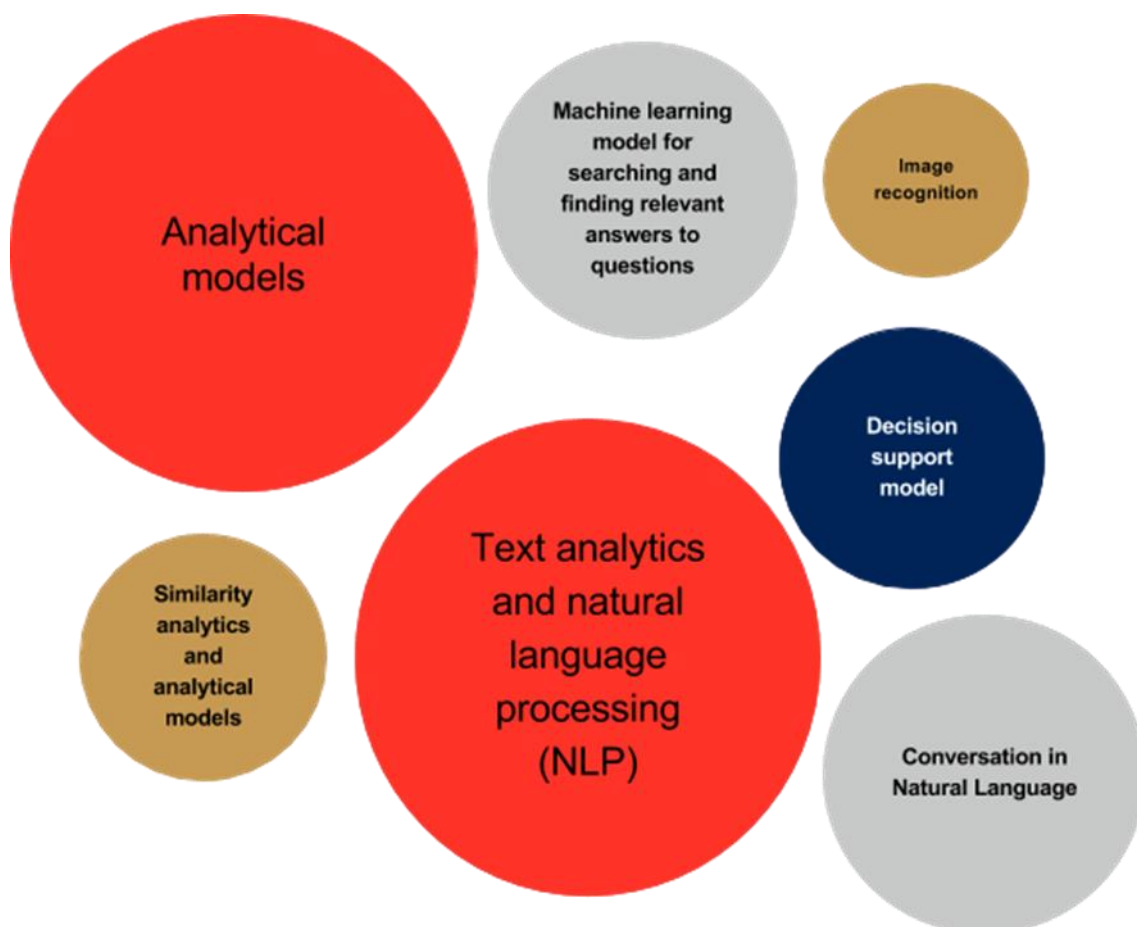
	Analytiikkamallit	Datamassan läpikäynti ja koneoppimismallin opettaminen	Tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (NLP)	Keskustelu luonnollisella kielellä	Koneoppiva kuvantunnistus	Samankaltaisuuksiin perustuva analytiikka ja analyttiset mallit	Malli päätöksen tueksi
1. Henkilökohtainen valmentaja toimenpiteeseen tai tutkimukseen valmistautuvalle	x		x	x		x	
2. Syrjäytymisvaarassa olevien lasten ja nuorten tunnistaminen	x		x				x
3. Virtuaalinen perhelääkäri	x		x	x	x	x	x
4. Kognitiivisen tietojenkäsittelyn hyödyntäminen potilaiden hoidon kiireellisyysluokittelussa	x			x	x	x	
5. Potilasdatan hyödyntäminen kuvantamisanalyyysissä		x	x		x	x	x
6. Hoitopolkujen optimointi: Tapaus tulevaisuuden syöpähoidot	x	x	x			x	x
7. Henkilökohtainen kuntoutumisen virtuaalivalmentaja	x	x	x	x			
8. Henkilökohtainen avatar vaihtoehtoisten tulevaisuuksien hahmottamiseen	x	x			x		

TAULUKKO 4b Kognitiiviset kyvykkydet eri käyttötapauksissa mHealth ikääntymisen tema-alue

	Analytiikkamallit	Datamassan läpikäynti ja koneoppimismallin opettaminen	Tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen prosessointi (NLP)	Keskustelu luonnollisella kielellä	Koneoppiva kuvantunnistus	Samankaltaisuuksiin perustuva analytiikka ja analyttiset mallit	Malli päätöksenteon tueksi
9. Hoidon vaikutavuuden etäarviointi		x	x	x			
10. Sairaalan operaatiokeskus	x		x				
11. Tiedon laatuongelmien parantaminen kognitiivisuuden avulla	x		x				
12. Turvallisuus- ja tietouhkien tunnistaminen ja tiedon väärinkäytön estäminen	x		x				
13. Potilaskeskeisen hoidon mahdollistaminen kognitiivisella tietojenkäsittelyllä		x	x		x		
14. Sairaalatoimintojen resursointi	x	x					
15. Ajokyvyn arviointi	x	x	x	x	x		
16. Kokonaisriskin arviointi	x	x					
17. Leikkaussali-käytön optimointi	x	x	x				
Total	13	10	12	6	6	5	

8.5 Kognitiivisten kyvykkyysien suhteellinen jakautuminen

mHealth ja Digitaalinen sairaala työpajojen käyttötapauksissa käytetyimpiä IBM Watson kyvykkyksiä olivat analyttiset mallit sekä tekstianalytiikka ja luonnollisen kielen tunnistus. Alla kuvassa 33 on esitetty kognitiivisten kyvykkyysien suhteellinen jakautuminen.



Kuva 33 Kognitiivisten kyvykkyysien suhteellinen jakautuminen eri käyttötapauksissa

8.6 Yhteenveto kognitiivisuuden tuomasta lisäarvosta

Kognitiivisuuden lisäarvo kiteytyy neljään kognitiivisen tietojenkäsittelyn mahdollistamaan pääkyvykkyuteen; *ymmärtää*, *päättee*, *oppii* ja *vuorovaikuttaa*. Projektin tuloksena voidaan todeta, että nämä kyvykkyudet näyttäytyvät yleisesti varsin samankaltaisena lisäarvona käyttäjälle, yrityksille ja sote-järjestelmälle, vaikka voidaan tunnistaa myös painopistekohtaisia erityishyötyjä. Hankkeessa tunnistetut ja työstetyt tapaukset sisältävät kaikki yhden tai useampia kognitiivisen tietojenkäsittelyn kyvykkyksiä, johdettua siitä, että jo työn lähtökohtana oli tunnistaa mitä ja miten kognitiivisia kyvykkyksiä voitaisiin hyödyntää terveydenhuollon alueella. Yleisesti voidaan todeta, että ilman kognitiivisen tietojenkäsittelyn kyvykkyksiä, tunnistettuja tapauksia ei voida tai olisi hyvin hankala toteuttaa. Hankkeessa tuotetussa tarkemmassa dokumentaatiossa on kuvattu tarkemmin jokaisen työstetyn tapauksen osalta mikä on tapauksen arvo, mitä käytännönongelmaa sillä ratkaistaan sekä hahmoteltu mitä kognitiivisia kyvykkyksiä voitaisiin missäkin kohtaa ja missäkin toiminnallisuuden osassa hyödyntää.

Tähän yhteenvetolukuun on poimittu edellä kuvatuista käyttötapauksista esimerkinomaisesti, miten eri kyvykkyksiä eri osa-alueilla on hyödynnetty, ja mitä hyötyä kognitiivisen teknologian käytöstä on.

A. Digitaalisen sairaalan osa-alueella *ymmärtää* -kyvykkyyden käyttö painottui projektissa pääosin kahteen tarkempaan kyvykkyyteen, konenäköön ja erityisesti ei-rakenteisen tiedon käsittelyyn.

Konenäön avulla voidaan toteuttaa lääkäreitä diagnosoinnissa avustavia järjestelmiä (esim. radiologisten kuvien analysointi ja tulkinta konenäön avulla) mutta myös tarjota kansalaisille palveluja, joilla konenäkö toimii yhtenä itsediagnoosin apuvälineenä ja tunnistaa visuaalisista oireista mahdollisia vaihtoehtoja diagnoosiksi. Tätä voitaisiin hyödyntää virtuaalilääkäri -tyyppisissä sovelluksissa, joilla voidaan optimoida kansalaisten haikutumista palvelujen piiriin - kiireellisissä tapauksissa nopeasti ja vähäpätöisempien vaivojen osalta turhia käyntejä saadaan vähemmäksi. Mikäli halutaan tulkita visuaalista informaatiota, konenäkö-kyvykkyyttä tarvitaan. Konenäköä vaativat sovellukset ovat siis jo lähtökohtaisesti kognitiivista kyvykkyyttä vaativia.

Ymmärtää-kyvykkyyden ei-rakenteisen tiedon käsittelyllä voidaan rakentaa tukijärjestelmiä terveydenhuollon ammattilaisille hoitotyöhön. Koneellisesti voidaan etsiä suuresta joukosta tietolähteitä yksilöön liittyvää tietoa ja esim. verrata tätä dataa suurempaan populaatioon tai jo toteutuneisiin hoitoihin. Tätä pystytään esim. tekstianalytiikan kyvyin tekemään, vaikkei tieto olisi mitenkään ennalta määrättyssä rakenteisessa muodossa. Lisäksi tietoja yhdistelemällä hoitohenkilölle voidaan tarjota laaja 360-tyyppinen näkymä potilaaseen, johon voidaan ottaa mukaan useita tietolähteitä ja tietolähteitä myös hoitojärjestelmän ulkopuolelta. Näin ei tukeuduttaisi pelkästään rakenteiseen tietoon tai hoitopaikan operatiivisen järjestelmien tuottamaan tietoon. Tietoa analysoimalla voidaan antaa lääkärille esim. datan perusteella tunnistettuja vaihtoehtoja miten vastaavissa tapauksissa eri hoidot ovat tehonneet tai mitkä oireet ovat olleet vastaavan kaltaisissa tapauksissa. Ilman em. kognitiivisia kyvykkyyksiä sovellukset joutuvat tukeutumaan vain rakenteiseen dataan, joka on merkittävästi rajoittuneempaa ja tyyppisesti painottunut johonkin erityistarpeeseen tai on vain tietyn järjestelmä- tai operatiivisten kokonaisuuden sisäistä.

Edellä kuvatut toiminnallisuudet tarvitsevat tuekseen myös *päättelee*-kyvykkyyden ja *oppii*-kyvykkyyden. Tiedosta tehtyjen päätelmien tai ehdotusten teko on luonnollisesti mahdollista myös ns. perinteisillä tiettyyn tarpeeseen ja käyttötapaukseen ohjelmoituilla erityisillä sovelluksilla. Kuitenkin tiedon määrän jatkuvasti kasvaessa ja tiedon, tietoa tuottavan ympäristön sekä tiedon rakenteen eläessä ja jatkuvasti muuttuessa tarvitaan uutta lähestymistapaa. Potilaiden tietojen ja jatkuvasti kehittyvän tutkimustiedon yhdistäminen dynaamisesti on mahdollista *päättelee*-kyvykkyyden avulla. Ilman *oppii*-kyvykkyyttä järjestelmät eivät mukaudu lähtötietojen, populaation muutosten tai tutkimustietojen muutoksiin vaan ne toteuttavat niihin ennalta ohjelmoitua logiikkaa, joka voi johtaa järjestelmästä saatavien tulosten huononemiseen tai jopa virheellisyyteen. Oppiminen on siis välttämätön kyvykkyyks projektissa tunnistetun kaltaisten järjestelmien toteuttamiseksi. Lisäksi em. *päättelee*- ja *oppii*-kyvykkyyksillä on mahdollista löytää tiedosta uusia näkökulmia, kun tietoja yhdistelemällä ja niiden välisiä yhteyksiä esim. visualisoimalla voidaan päätyä aivan uusiin, ennalta tunnistamattomiin lopputuloksiin.

Vuorovaikuttaa-kyvykkyydellä tarkoitetaan luonnollisen kielen ymmärtämistä esimerkiksi puheen muodossa ja sovellusten kommunikointia käyttäjiensä kanssa luonnollisella kielellä, kuten puhuttuna. Lähes kaikkiin sovelluksiin voidaan hyödyntää *vuorovaikuttaa*-kyvykkyyttä, erityisesti projektissa sen rooli tunnistettiin merkittäväksi mm. virtuaalilääkärissä, mutta myös siinä, että puhujan tunnetilaa tunnistamalla voitaisiin mahdollisesti tuoda diagnoosivaiheeseen lisää koneellista älyä. *Vuorovaikuttaa*-kyvykkyys nähtiin merkittäväksi myös henkilökohtaisissa valmentajissa, kuten esim. sovelluksessa joka auttaa potilasta operaatioon valmistautumisessa. *Vuorovaikuttaa*-kyvykkyys on oleellinen kansalaisille tarjottavissa palveluissa, joissa palvelun käyttäjän kynnys käyttää palvelua tulee saada mahdollisimman matalaksi. Puhetta ymmärtävä ja tuottava järjestelmä myös inhimillistää järjestelmiä. Joissain tapauksissa voi olla perusteltua, ettei lopputuottajan tarvitse miettiä tai edes tiedostaa keskusteleeko hän koneen vai henkilön kanssa. Lisäksi edellä mainittu tunnetilan analysointi puheesta on aivan uusi kyvykkyys jollaista ei aiemmin ole ollut tarjolla.

B. Ikääntymisen osa-alueella kognitiivinen teknologia mahdollistaa inhimillisesti ja elämänlaadullisesti kestävä tavan pitää huolta kasvavasta vanhusväestöstämme käytettävissä olevien hoivaresurssien niukkuudesta huolimatta. *Ymmärtää*-kyvykkyys kuuluu ei-rakenteisen tiedon analysoinnin avulla saamme käyttöön rikkaampaa tietoa yksilöstä. Ikäihmisen persoona, henkilökohtaiset riski- ja kustannustekijät sekä hyvinvoinnin status voidaan saada selville automatisoimalla uusien datalähteiden kuten puheen, päiväkirjamaisen tekstin, potilaskertomusten, viestien ja videokuvien analysointi.

Päättelee-kyvykkyuden avulla saamme näistä ja perinteisistä datalähteistä yhdistämällä kokonaisvaltaisen tilannekuvan ikäihmisen tilanteesta. Voimme varmistua hänen pärjäämisestään itsenäisesti. Mikäli jatkuvan passiivisen valvonnan tuloksena nousee riskitekijä tai hälytys, voimme tilanteesta riippuen tukea häntä itsehoitosovelluksilla, etäyhdydellä tai lähettää fyysisesti paikalle omaisen tai asiantuntijan.

Oppii-kyvykkyys on erityisen tärkeää ikääntymisen alueella siitä syystä, että vaikka tässä elämänvaiheessa päivärytmi kulkee usein omaa rutinoitunutta uraansa, ihmisen toimintakyky hiljalleen laskee. Kognitiiviset järjestelmät pystyvät paitsi oppimaan kunkin ihmisen henkilökohtaisen elämänrytmin ja -tavat ja löytämään poikkeamia tästä yksilöllisestä normaalista, myös ymmärtämään ja sopeutumaan ajan kanssa muuttuvaan toimintakykyyn.

Vuorovaikutukseen liittyvä kyvykkyys on myös erittäin mullistava tekijä ikääntymisen painopistealueella. Erääksi merkittäväksi ongelmakohtaksi projektin aikana tunnistettiin ikäihmisten digisyrjäytyminen. Kognitiivisten tietojärjestelmien tapauksessa ikäihmisen ei tarvitse opetella ”koneen kieltä”, vaan kone opettelee hänen kieltään. Järjestelmän kanssa voi siis kommunikoida ihmismäisellä tavalla, mikä jatkuvasti kehittyessään kuroo nopeasti umpeen digisyrjäytymisen aiheuttaman ICT-taitojen kulun sukupolvien välillä. Nämä kognitiivisten tietojärjestelmien kyvykkyudet luovat ennennäkemättömiä mahdollisuuksia tukea ikäihmisten kotona asumista, vähentää yksinäisyyttä ja sosiaalista syrjäytymistä, ratkaista digisyrjäytymisen ongelmia sekä aktivoida heitä päivittäisessä elämässään.

C. Omaehtoinen terveyden ylläpito nähdään nykypäivänä kriittisenä elementtinä sosi-aali- ja terveystieteiden kasvuun hillitsemisessä ja väestön terveyden edistämiseksi. Markkinoille on kehitetty valtava määrä sovelluksia ja toimintamalleja, mutta läpimurtoa alueella ei ole vielä tapahtunut kuin marginaalisen ”quantified self”-ryhmän kohdalla. Läpimurtoon tarvitaan kaksi asiaa. Ensimmäinen ongelma on nykykentän valtava hajanaisuus – lukuisat sovellukset, laitteet ja tietokannat eivät keskustele keskenään tai toimi yhteensopivana kokonaisuutena. Tässä esimerkiksi Watson Health Platform -ratkaisun kaltainen, terveystiedon tietoturva-vaatimukset huomioiva, skaalautuva ja avoin pilvialusta on avainasemassa. Alusta kykenee säilömään ja käsittelemään hyvin erilaisista lähteistä tulevaa, eri muotoista dataa, yhdistämään kaiken datan yksilön ympärille tarvittavan identifioivan tunnuksen avulla, sekä kytkemään yhteen erilaiset laitteet, palvelut, sovellukset ja käyttäjäryhmät. Esimerkiksi sote-taho pystyy tällöin saamaan kokonaisvaltaisen kuvan operatiivisesta toiminnasta ja sen vaikuttavuudesta sekä väestöstä ja sen riskeistä yksilötasolle saakka, vaikka hallinnoisi isoa joukkoa erilaisia pieniä ja isoja järjestelmä-, palvelu- ja laitetoimittajia. Toinen asia omaehtoisen terveyden ylläpidon läpimurron mahdollistajana on kognitiiviset pääkyvykkydet.

Ymmärtää-kyvykkyuden osalta tällä painopistealueella korostuvat tekstin ja puheen analysointi esimerkiksi ihmisen oirekuvauksen automaattiseksi selvittämiseksi sekä kuvien ja videoiden analysointi esimerkiksi luomen pahalaatuisuuden tai jalan virheasennon määrittämiseksi.

Päättelee-kyvykkyuden avulla voidaan laskea todennäköisyyksiä riskeille ja terveysongelmille saatavilla olevan datan avulla. Järjestelmän *oppimiskyky* on olennainen osa omaehtoisen terveyden ylläpidon tukemista, sillä järjestelmän tulee oppia jokaisen ihmisen yksilölliset tavoitteet, tarpeet ja motivaatiot pystyäkseen tuottamaan terveyshyötyä.

Vuorovaikutus on ehdottoman tärkeää. Suuri osa kalliista terveysongelmista on nykypäivänä elämäntapasadonniaisia, joten yksilön motivaatiolla on niiden ehkäisemisessä merkittävä rooli. Nykyisten markkinoilla olevien terveys- ja hyvinvointisovellusten haasteena on etenkin puuttuva kyky ylläpitää käyttäjän motivaatiota pitkäjärjenteisesti. Siihen aiempaa ihmismäisemmin toimiva kognitiivinen teknologia vastaa mahdollistamalla luonnollisemman kommunikaatiotavan (luonnollinen kieli – puhe, chat-muotoiset keskustelut) sekä personoimalla viestit ja sovelluksen sisällön kullekin käyttäjälle parhaiten sopivaksi.

D. Urheilu ja liikunta -alueella kognitiivisuuden lisäarvo näkyy edellisten lailla kokoavan data-alustan (esim. Watson Health Platform), uusien datalähteiden analysoimisen (*ymmärtää*- ja *päättelee*-kyvykkyudet), koneoppimisen hyödyntämisen (*oppi*-kyvykkyys) sekä luonnollisen kielen käyttöliittymien (*vuorovaikuttaa*-kyvykkyys) kautta. Huippu-urheilun saralla datalähteiden rikastaminen ja aiempaa edistyneempi data-analytiikka auttavat parantamaan urheilijoiden suorituskykyä, harjoittelua, palautumista ja nuorilla oikean lajin valintaa. Joukkueurheilussa pystytään optimoimaan kokonaisvaltaisesti joukkueen harjoittelua ja kilpasuorituksia, sekä antamaan johdolle näkymän strategiaan valintoihin koskien esimerkiksi uusien pelaajien palkkaamista. Kansanterveydellisestä nä-

kökulmasta kognitiivinen teknologia tukee motivaatiota ymmärtämällä jokaisen henkilön yksilöllistä persoonaa ja tavoitteita sekä kommunikoimalla luonnollisella kielellä. Olennaista tässä on kognitiivisuuden hyödyntäminen mobiililaitteiden kontekstissa, sillä elämäntapojen muuttamiseen vaadittava rutiinien rikkominen onnistuu vain pitkäjänteisellä ja säännöllisellä huomioimisella.

9 ALUSTAVAT ARVIOT SAAVUTETUISTA SÄÄSTÖISTÄ

9.1 Arvonmääritystyöskentely

Käyttötapausten kehittäminen tapahtui käyttäjä- ja ongelmalähtöisesti datan saatavuuden ja teknologian kyvykkyyden näkökulmista. Jatkokehityksen ja mahdollisen tulevaisuuden implementoinnin tueksi työpajoissa kehitetyille käyttötapauksille haluttiin määrittää myös laskennallinen arvo. Sitä kautta haluttiin selvittää, tarjoaako AI-pohjainen terveys-, sosiaali- ja omadatan hyödyntäminen kansallisen tason kustannussäästöjä. Työskentely on yhteydessä julkisen terveydenhuoltomenojen kustannusten kasvun hillitsemiseen, johon liittyen IT-tiedekunnassa on laskettu potentiaalinen kustannusten hidastuminen kansallisella yleisellä tasolla. Hankkeessa haluttiin selvittää, voidaanko kansallisen tason kustannussäästöjä ratkaista työpajatyöskentelyissä tuotettujen spesifien käyttötapausratkaisujen avulla. Käyttötapausratkaisut jaoteltiin neljään osa-alueeseen; AI-pohjaiset ratkaisut yksittäisten sairauksien hoitoon ja ennaltaehkäisyyn, ratkaisut terveys- ja sosiaalisektorin organisaatiotason ongelmiin, ratkaisut kansallisen tason ongelmiin sekä preventiivisen terveydenhuollon ratkaisut. Arvonmääritystyöskentely toteutettiin yhdessä Digitaalinen sairaala -työpakettin kanssa JY:n kauppakorkeakoulun tuella. Arvonmäärityksessä selvitettiin käyttötapauksen potentiaalinen arvo vertaamalla sitä lähimpään vastaavaan olemassa olevaan, ei AI-pohjaiseen ratkaisuun. Työskentelyn apuna käytettiin lukuisia asiantuntijalausuntoja ja asiantuntijahaastatteluja. Työn pohjalta voidaan todeta, että AI-pohjaiset ratkaisut tarjoavat suuria potentiaalisia kustannussäästöjä. Selvityksen perusteella Watson-teknologian käyttöönotto vaatii kuitenkin suuria taloudellisia investointeja. Watson-pohjaiset terveydenhuollon ratkaisut ovat tästä näkökulmasta hyödyllisimpiä suurille toimijoille tai usean toimijan yhteenliittymille.

Esimerkki käyttötapauksen arvon määrittämisestä: Hoitovaihtoehtojen vertailutyökalu

Käyttötapauksen pääasiallinen arvo on laskettu yli 64-vuotiaille ihmisille personoidusti soveltuvimman hoito-, hoiva- ja hyvinvointipalvelun löytymisestä aiheutuvasta sote-kulujen kustannussäästöstä, kustannusten hidastumisen näkökulmasta. Toteutuessaan käyttötapausta voi käyttää kaikissa ikäryhmissä. Laskentaperusteet taulukon 5 luvuille on esitetty erillisessä raportissa "Tekoälyn arvo terveydenhuollossa ja hyvinvoinnissa - Arvon määrittely käyttötapauksen kautta".

TAULUKKO 5 Käyttötapausten arvon määrittely

Hyöty	Nykytila	Muutos nykytilaan (%/min/€)
Yli 64-vuotiaiden sote-palveluiden järjestämiskustannukset (1)	9,5 miljardia €	-180 miljoonaa € /-2%
Sote-palveluiden kustannusten nousu (2)	4,5 miljardia € / 25%	- 230 miljoonaa € /-5%
55-74-vuotiaiden tietoisuus kunnan palveluista riittävää (3)	66%	86% / +59%

Muiden käyttötapausten osalta arvonmääritysprosessin tulokset on esitetty seuraavissa raporteissa

- Tekoälyn arvo terveydenhuollossa ja hyvinvoinnissa - Arvon määrittely käyttötapausten kautta; Anniina Ala-Kitula, Minna Silvennoinen, Karoliina Talvitie-Lamberg, Juha Munnukka, Päivi Kinnunen, Sonja Kärkkäinen, Paula Puhilas, Severi Allonen, Pasi Tyrväinen

9.2 SOTE-kustannusselvitykset

Hankkeessa tehtiin lisäksi sosiaali- ja terveystoiminnan kustannusten kasvun hillitsemiseen ja kalleimpiin kansansairauksiin liittyvät raportit [Sosiaali- ja terveystoiminnan kustannusten kasvun hillitsemisen arviointiraportti](#) (Ruohonen, Malmberg, Juutilainen, Niinimäki, Lempinen, Neittaanmäki) ja [Kalleimpien kansansairauksien selvitysraportti](#) (Malmberg, Juutilainen, Neittaanmäki).

10 KÄYTTÖTAPAUKSISTA TEHDYT PROTOTYYPIT

Prototyöskentelyssä jatkettiin käyttötapausten pohjalta kognitiivisten kyvykkyyksien kartoitusta ja testausta. Prototyöskentelyyn valittiin kustakin teema-alueesta käyttötapausta, joiden edellyttämät kognitiiviset teknologiat olivat käytettävissä ja joihin oli dataa saatavilla. Prototyöskentely aloitettiin huhtikuussa 2017 ja työ jatkuu vaiheessa II.

Seuraavat testausprotot ovat valmiina:

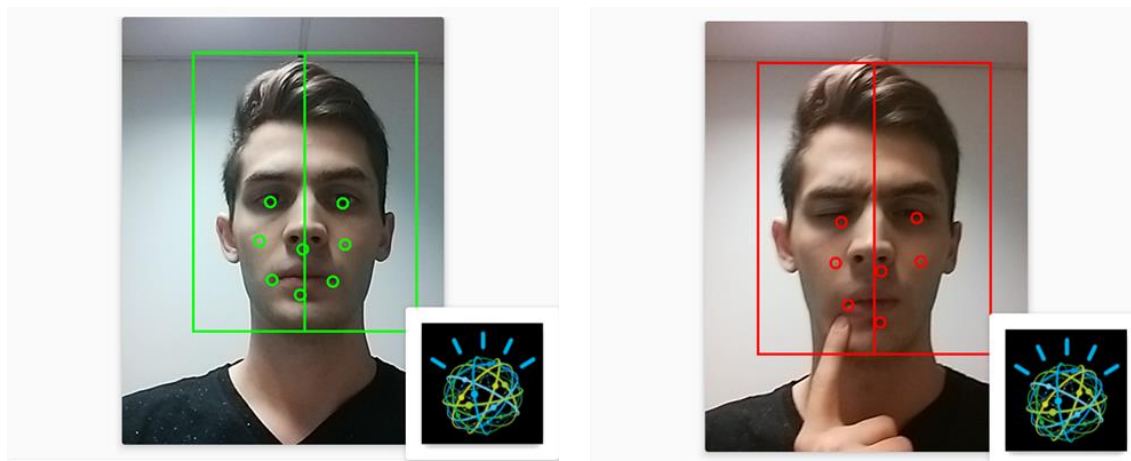
1. Aivohalvauspotilaiden etädiagnosointi (Advanced triage with cognitive computing)
2. Ajokyvyn arviointi (Driving capacity evaluation)

Valmisteilla ovat seuraavat testausprotot:

1. Henkilökohtainen valmentaja operaatioon valmistautuvalle (Personal coach for patients preparing for an operation or medical procedure) + Kuntoutumisen virtuaalivalmentaja (Personal post-care virtual advisor), ns. "nutrition app"
2. Mobiilisovellus kotihoidon koordinointiin ja kommunikointiin (Mobile solution for home care coordination and communication)
3. Syrjäytymisvaarassa olevien lasten ja nuorten tunnistaminen (Identifying children and youth at the risk of social exclusion)
4. Senioreiden älykodit (Connected senior homes)

Aivohalvauspotilaiden etädiagnosointi (Advanced triage with cognitive computing)

Proton tarkoituksena on auttaa tunnistamaan aivohalvauksen oireet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa parhaan hoitotuloksen saavuttamiseksi. Osaprojektissa toteutettiin prototyyppi, jolla tunnistetaan halvauksen oireet potilaasta mahdollisimman aikaisessa vaiheessa käyttäen koneoppimista. Watson Visual Recognition -palvelua opetettiin syöttämällä sille kuvia ihmisistä, joilla on simuloitu halvaus, sekä terveistä ihmisistä. Näin saatiin esimerkkidataa tapauksista, joissa oireet olivat samankaltaisia kuin halvauksessa. Muutoksia puheessa (epäjohdonmukaisuuksia vastauksissa, puheen sammaltaminen) testattiin käyttämällä Bluemix-palveluita kuten Natural Language Classifier ja Watson Speech to Text, joka todettiin luotettavaksi käyttäjän syötteiden muuttamisessa äänestä tekstiksi. Watson Natural Language Classifier kykeni irrottamaan merkityksiä käyttäjän syötteistä testien perusteella. Aivoinfarktin tunnistukseen tehtyä sovellusta esitellään kuvassa 34.



What physical activity did you do today? What physical activity did you do today?

Kuva 34 Oikella esitetään aivohalvauksen tunnistussovellus normaalitilassa havainnollistavilla apukuvioilla ja vasemmalla aivohalvauksen tunnistussovellus, kun havaitaan poikkeama. Havainnollistavat apukuviot käytössä.

Ajokyvyn arviointi (Driving capacity evaluation)

Proton tarkoituksena oli luoda ratkaisu, joka auttaa lääkäreitä ajokyvyn arvioinnissa. Ratkaisuksi muodostui yleinen päätöksenteon tukijärjestelmä, joka luokittelee kliiniset havainnot ei-rakenteellisesta sisällöstä ja tuo esille tärkeimmät löydöt lähdekirjallisuuden perusteella.

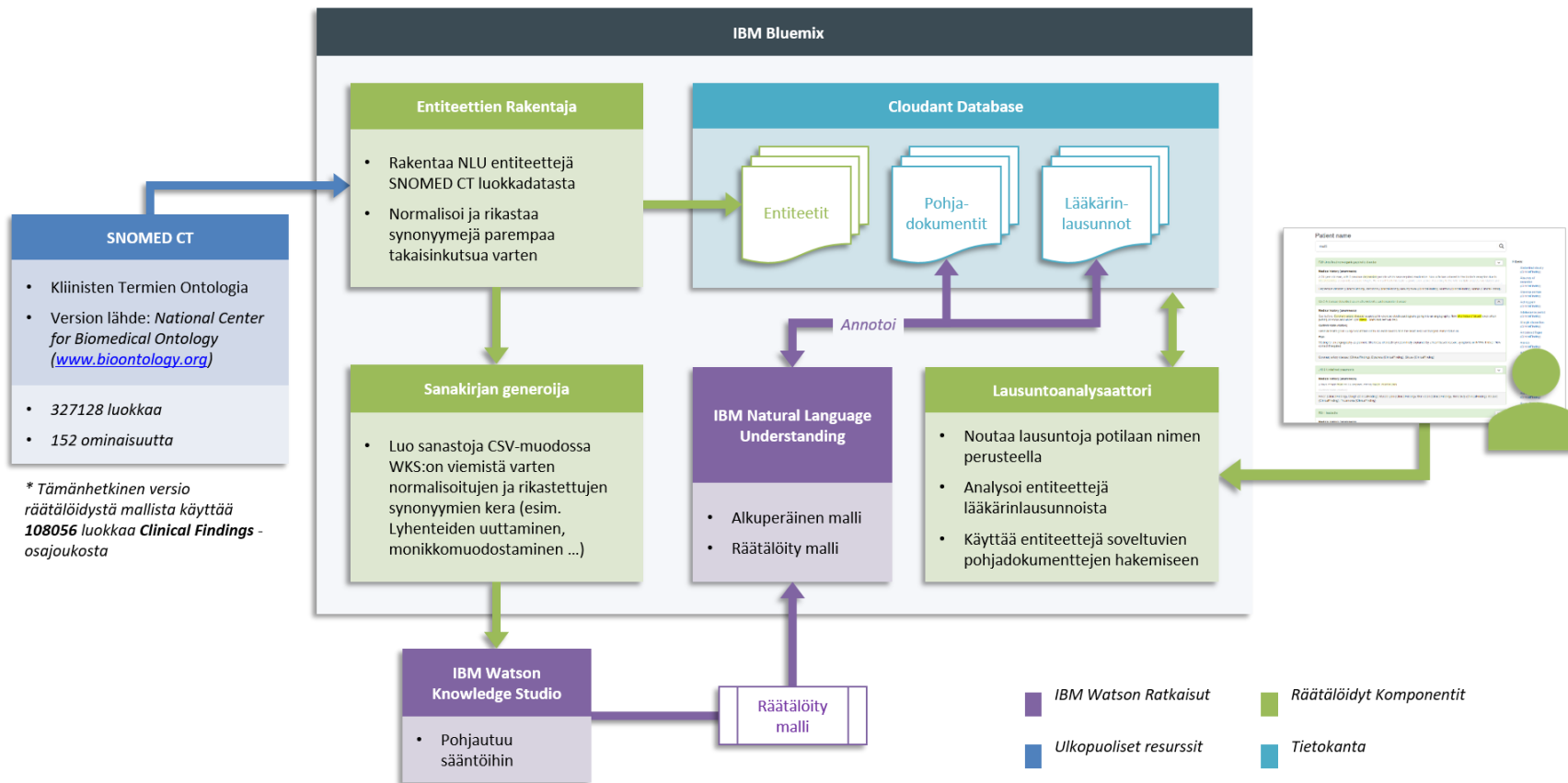
Watson Natural Language Understanding on tekoälypalvelu IBM Bluemix -ympäristössä, joka mahdollistaa rakenteettomien tekstidokumenttien analysoinnin kategorioiden, konseptien, avainsanojen, semanttisten roolien, nimettyjen kokonaisuuksien, suhteiden, sekä tunteiden ja asenteiden perusteella. Sitä käytettiin lääkärinlausuntojen ja pohjadokumenttien analysoimiseen, sekä niiden annotoimiseen "kliinien löydös" -kokonaisuuksilla.

Watson Knowledge Studiota (WKS) käytettiin luotaessa räätälöity malli Watson Natural Language Understanding -palvelulle (NLU). WKS on itsenäinen palvelu, joka tarjoaa alan asiantuntijoille ympäristön räätälöityjen kielimallien luomiseen pohjautuen sääntöihin tai valvottuun koneoppimiseen. Räätälöidyt mallit voidaan sitten ottaa käyttöön Watson Natural Language Understanding -palvelussa. Sitä käytettiin luotaessa terveydenhuoltoalan kielimalli ja otettaessa käyttöön Watson Natural Language Understanding -palvelu tässä käyttötapauksessa.

Retrieve and Rank on vaihtoehtoinen ratkaisutapa, johon ei päädytty sen ongelmien vuoksi. Retrieve and Rank -palvelun avulla voidaan saada merkityksellisimpiä hakutuloksia kuin perinteisillä tiedonhakutekniikoilla. Retrieve and Rank -palvelun käytettävyyden testaus tehtiin ajokyvyn arviointi -käyttötapaukseen liittyen.

Document Conversion -palvelu kääntää MS Word, PDF ja HTML dokumentteja JSON- tai HTML -muotoon. Kyseistä palvelua käytettiin Retrieve and Rank -palvelun kanssa relevanttien dokumenttien kääntämisessä sopivaan muotoon.

Ajokyvyn arviointi -proton toteutusmalli on esitetty kuvassa 35.



Kuva 35 Ajokyvyn arviointi -proton toteutusmalli

Kuntoutumisen virtuaalivalmentaja (Personal post-care virtual advisor), ns. “nutrition app”

Protossa kehitettiin applikaatiota, joka seuraa käyttäjän ruoka- ja liikuntatottumuksia. Vaiheessa I kehitettiin luokittelijaa, joka osaa suositella käyttäjälle räätälöityjä reseptejä. Luokittelija toteutettiin kehittelemällä tarkoitukseen rakennettu suosittelijajärjestelmä natiiveilla JavaScript-kirjastoilla.

Kotihoidon raportoinnin avuksi suunniteltu mobiilisovellus

Mobiilisovelluksen tarkoituksena on, että se keskustelee käyttäjän kanssa ja auttaa hoitajaa täyttämään lomakkeet nopeammin puheohjausta hyväksikäyttäen. Sovelluksen käyttöliittymä on puheohjattu ja käyttäjä voi täyttää lomakkeen kentät käyttäen puhetta sekä tarkistaa lomakkeen oikeellisuuden täytön jälkeen. Tähän mennessä on saatu valmiiksi seuraavat osa-alueet: Lomakkeen kenttiin vastaaminen puheella, lomakkeen läpikäynnin sekä vastatusten tarkistamisen ja mahdollisen korjauksen jälkeen päin. Seuraavia osa-alueita kehitetään vielä: Sovelluksen ääniohjattavuus Watson Conversation palvelun avulla.

Aiemmin testaamamme Watson-palvelut:

Conversation -palvelu chat-bottien tekemiseen. Tämä on palvelu, joka käyttää luonnollisen kielen ymmärtämistä kommunikoidessaan asiakkaan kanssa. Kyseistä palvelua testattiin ja samalla selvitettiin, miten palveluun voidaan vaikuttaa itse tehdyllä backdillä.

Työpajojen prosessia ja tuloksia on kuvattu tarkemmin seuraavissa raporteissa:

- Identifying Opportunities for AI in Healthcare - Renewing the National Healthcare and Social Services with AI; Pasi Tyrväinen, Minna Silvennoinen, Karoliina Talvitie-Lamberg, Anniina Ala-Kitula, Reija Kuoremäki
Raportissa on kuvattu prosessi, jolla pystytään tunnistamaan tekoälyn hyödyntämismahdollisuuksia sosiaali- ja terveysalalla alueellisella ja kansallisella tasolla Suomessa.
- Easier said than done; the promises and problems of big data and AI to healthcare; Karoliina Talvitie-Lamberg, Minna Silvennoinen, Pasi Tyrväinen, Anniina Ala-Kitula
Raportti esittelee tekoälyä ja big dataa hyödyntävän teknologiakehitysprojektin, jossa pyritään saavuttamaan paremmin käyttötarkoituksia palvelevia ratkaisuja nostamalla pääosaan käyttäjä- ja ongelmalähtöisyys.
- Developing Solutions for Healthcare - Deploying Artificial Intelligence to an Evolving Target; Anniina Ala-Kitula, Karoliina Talvitie-Lamberg, Pasi Tyrväinen, Minna Silvennoinen
Raportti kuvaa yhden käyttötapauksen avulla, miten tunnistetut tekoälyn hyödyntämismahdollisuudet otetaan huomioon lopputuotteen suunnitteluprosessissa ja millainen lopulta on tekoälypohjaisten ratkaisujen tarve.

11 KOGNITIIVISTEN MENETELMIEN KYVYKKYYSTESTAUS

Tässä luvussa esitellään käyttötapauksia, joilla voidaan testata IBM Watson -järjestelmän suorituskykyä digitaalisen sairaalan ja projektin fokusalueilla mm. seuraavien parametrien osalta: käytettävyys ja erityisesti raakadatamuodossa olevien aineistojen esikäsitteilyn tarve sekä tulosten tulkittavuus, mallien tarkkuus, laskennan skaalautuvuus.

Osatavoitteena on ollut selvittää kognitiivisten teknologioiden potentiaalia informaation ja tietämyksen jalostamiseksi suomalaisesta terveys- ja hyvinvointidatasta uusien tekoälyratkaisujen luomiseksi. Testiesimerkkien tarkoituksena on ollut tiedon tuottaminen tekoälyn ja koneoppimisen sovellusmahdollisuuksista kotimaisessa terveysdata-maisemassa yhteistyökumppaneilta saatuja reaali maailman aineistoja hyödyntäen. Tuloksia on tarkasteltu saatavilla olevien digitaalisten aineistojen kattavuuden ja laadun, datan käytettävyyden sekä menetelmien, algoritmien ja mallien saatavuuden näkökulmista.

Tutkimuspartnerit

Testiesimerkkien toteuttamiseksi aineistoja ovat luovuttaneet KSSH, Itä-Suomen yliopisto, Eerikkilän urheiluoipisto, LIKES, Liikuntatieteellinen tiedekunta ja UKK-instituutti. Lisäksi on hyödynnetty JY:n Informaatioteknologian tiedekunnan liikuntabiomekaniikan aineistoa ja avoimesti saatavilla olevaa EMG-sensoriaineistoa syvien neuroverkkojen testaamiseen. Testiesimerkit voidaan jakaa karkeasti seuraaviin osa-alueisiin:

- Kliinisen lääketieteen ja sairaalaympäristön sovellutukset
- Lasten ja nuorten hyvinvointi ja kokonaisvaltainen kehittyminen
- Ennalta ehkäisevä terveydenhuolto ja älykkäät sensorit apuvälineet

Prosessi

Kunkin aineiston tutkiminen on noudattanut seuraavaa prosessia:

1. Tarpeen tunnistaminen ja tavoitteen asettaminen
2. Aineiston luovuttamisesta sopiminen ja siirto
3. Menetelmien ja mallien kartoittaminen (ml. IBM ratkaisut ja avoimet kirjastot)
4. Datat mallintaminen
5. Tulosten tulkinta yhteistyössä datan omistajatahon edustajan kanssa
6. Tulosten raportointi

Sovellutukset

Kliinisen tutkimuksen ja sairaalaympäristön sovellutuksissa testattiin ja kartoitettiin ennustusmallien toimivuutta seuraavissa kysymyksissä:

- Akuutisti sairastuneiden vanhusten hoitovasteen ennustaminen
- Suolistosyöpäsolujen detektointi kuva-aineistosta
- Rintasyöpäriskin ennustaminen yhdistetystä mammografia- ja genetiikkadatasta
- Polven ja lonkan tekonivelleikkauspotilaiden riskitekijöiden tunnistaminen
- Leikkaussalikäytön ja -resurssien ennakoiti

Lasten ja nuorten hyvinvointia kuvaavia aineistoja hyödyntäen pyrittiin opettamaan enustusmalleja vastaamaan seuraaviin kysymyksiin:

- Koulumenestyksen ennustaminen viikonlopun aikaisen stressitason muutoksista
- Lähtötasoltaan heikossa fyysisessä kunnossa olevien lasten negatiiviseen kierreeseen ajautumisen ennustaminen henkistä ja fyysistä hyvinvointia, elämäntapoja ja sosioekonomista asemaa kuvaavasta datasta
- Nuorten pallopeliharrastajien kokonaisvaltaisen kehittymisen ennustaminen fyysistä kuntoa, taitoa ja motivaatiota kuvaavasta datasta
- Fyysisen kuntotason (maksimaalinen hapenottokyky) ennustaminen epäsuorasti kyselyaineistosta kutsuntaikäisillä nuorilla miehillä
- Nuorten joukkuelajien harrastajien alaraajavammaindikaattorien tunnistaminen biomekaanisista ja fysioterapeuttisista mittauksista

Ennaltaehkäisevän terveydenhuollon ja älykkäiden sensorien ja apuvälineiden sovelluksissa tutkittiin seuraavia kysymyksiä:

- Nivelkuormituksen riskitekijöiden ennustaminen biomekaanisesta mittausaineistosta
- Käden liikkeiden tunnistaminen EMG-mittausaineistosta

Menetelmät

Testeissä valitut menetelmät on valittu avoimien (Python kirjastot) ja kaupallisten ratkaisujen joukosta (IBM, Mathworks). IBM tuotteiden osalta on kartoitettu SPSS Modeller ohjelmiston sekä Watson Health tuotteiden Genomics, Oncology ja Imaging kyvykkyyttä. Projektissa on räätälöity testejä varten tekoäly ja koneoppimiskirjastojen, kuten Python Scikit ja Panda, perusmenetelmiä mallien luomiseen rakenteisesta datasta sekä sovellettu myös syväoppimiskirjastojen (Keras, MxNet, TensorFlow, Lasagne) menetelmiä raakamuotoisen datan (syöpäkuvat ja biomekaaniset signaalit) analysointiin. Suurten kuva- ja biomekaanisten signaalien vaatiman laskennan skaalaamiseksi IT-tiedekuntaan on rakennettu GPU-yksiköllä varustettu tietokone sekä luotu palvelin pohjainen koneoppimisympäristö syväoppimisverkkoja hyödyntävien sovellusten opettamiseksi hajautetussa ympäristössä.

Tulokset

Testitapauskohittaiset tulokset ja käytetyt menetelmät raportoidaan erillisten tapauskohtaisten teknisten raporttien muodossa, jotka on koottu kokoelmaan Äyrämö & Neittaanmäki (toim.), [Koneoppimis pohjaiset tekoälyratkaisut terveystiede sovelluksissa](#), *Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisu*, Jyväskylän yliopisto, 2017.

Kokoomateoksen osaraporttien päätulokset luetellaan seuraavassa.

1. Girka, A., ym., **Prediction of ground reaction force impact peak with deep learning.**

Biomekaanista 3D-liikeanalyysia käytetään sekä sairaaloissa että liikuntabiomekaniikassa eri liikkumismuotojen ja työasentojen kuormittavuuden ja taloudellisuuden mittaamiseen. Tässä tutkimuksessa koulutettiin syvä CNN-tyyppinen hermostoverkko tunnistamaan 76 %:n tarkkuudella juoksuaskeleesta rasisvammariä lisäävä kuormituspiikki.

2. Jauhiainen, S., ym., **Talent Detection in Soccer Using a One-Class Support Vector Machine.**

Poikkeaman tunnistusmenetelmiä voidaan soveltaa poikkeuksellisten ominaisuuksien, oireiden tai käyttäytymisen havaitsemisen. Tässä tutkimuksessa koulutettiin 1-class-SVM-menetelmä tunnistamaan ulkomaille edenneet nuoret jalkapalloharrastajat tuhansien pelaajien joukosta.

3. Moilanen, H., ym., **Detecting pupils' preferred learning styles and different types of personalities by unsupervised machine learning.**

Ohjaamattoman koneoppimisen avulla voidaan tunnistaa koululaisten joukosta eri oppimistyylin omaavia alijoukkoja. Tässä tutkimuksessa löydettiin yläkouluisten joukosta kolme erilaista oppijaprofiilia käyttäen opetusdatana liikunnallisen työpajaopetuksen yhteydessä suoritettua kyselyaineistoa.

4. Moilanen, H., ym., **Predicting School Success from Student's Wellbeing Data.**

Liikunnallisella aktiivisuudella on todettu olevan yhteys koulumenetykseen. Tässä tutkimuksessa selvitettiin henkilökohtaisin sensorein kerättyjen mittausten potentiaalia koulumenestyksen ennustamisessa. Koulumenestystä ennustavia tekijöitä ei kuitenkaan koneoppimisen keinoin onnistuttu tunnistamaan.

5. Niinimäki, E., ym., **Determining risk factors for acute lower extremity injuries in team sports with lasso regression.**

Nuorena koettujen alaraajavammojen on todettu lisäävän nivelrikon, ylipainon ja alentuneen elämänlaadun riskiä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli etsiä uusia prediktoreita polvi- ja nilkkavammariskille UKK-instituutin keräämästä liikuntavammatutkimusaineistosta. Teorian pohjalta tunnetut riskitekijät löydettiin aineistosta sekä yksi uusi hypoteettinen prediktori. Uusien prediktorien löytäminen ja vahvempien mallien opettaminen edellyttää uusien prediktorien keräämistä.

6. Ojala, T., ym., **Cell Counting with Gradient Boosted Convolutional Neural Networks.**

Histopatologisten kuvien tulkinta vaatii paljon resursseja. Tässä tutkimuksessa selvitettiin syvien konvolutiivisten neuroverkkojen soveltuvuutta syöpäsolujen lukumäärän laskemiseen suolistokuvista. Testiaineistossa oli keskimäärin 122 syöpäsolua ja parhaan mallin absoluuttinen keskivirhe oli 16,2.

7. Rautiainen, I., ym., **Finding predictors of fitness level change in children and adolescents using machine learning.**

Nuorten liikunta-aktiivisuus putoaa iän myötä. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää koneoppimisen potentiaalia kestävyyskunnan ennustamisessa ja prediktorien valinnassa. Kestävyyskunnan ennustamista testattiin useilla menetelmillä, mutta valittujen muuttujien ennustusvoima oli vain välttävä. Uusia prediktoreita ei onnistuttu tunnistamaan. Lineaaristen mallien ennustusvoima todettiin riittäväksi nykyisessä aineistossa ja ennusteiden tarkentaminen edellyttää lisääaineistoa.

8. Rautiainen, I., ym., **Predicting Overweight and Obesity in Later Life from Childhood Data: A Survey.**

Lasten ylipainon lisääntyminen on vakava kansanterveysriski, joka kuormittaa myös kansantaloutta. Tässä raportissa kartoitettiin mitä koneoppimisen menetelmiä on sovellettu lasten ylipainon ennustamiseen. Tuloksia voidaan hyödyntää

kehittäessä uusia menetelmiä kotimaisten kasvukäyräaineistojen hyödyntämiseen tekoälyn keinoin.

9. Saarela, M., ym., **Predicting Hospital Associated Disability Using Supervised Learning.**

Tässä raportissa tutkittiin koneoppimispohjaisia ennustusmalleja akuutisti sairastuneiden hoitovasteen ennustamiseen. Useita malleja tutkien nykyisen aineiston ennustusvoimaisimmaksi prediktoriksi havaittiin itsenäistä selviytymistä kuvaava muuttuja. Aineisto todettiin vielä riittämättömäksi ennustemallien luomiseen ja lisämuuttujia tarvitsee kerätä.

Aineistojen koon rajallisuus huomioon ottaen projektissa on saavutettu kohtuullisia tuloksia edellä kuvattujen luokittelu- ja ennustustehtävien osalta. Keskeinen kysymys tekoälymallien opettamisen kannalta on riittävän suurten otosten kokoaminen mallien opettamiseksi ja yleistyskyvyn testaamiseksi. Itse tekoäly- ja koneoppimisalgoritmien osalta menetelmät ovat kattavasti yritysten ja yliopistojen saatavilla avoimien kirjastojen kautta mistä voidaan räätälöidä sovelluskohtaisia ratkaisuja. Laskennallisten tekoälymenetelmien räätälöiminen esitettyihin ongelmiin sekä laskennan skaalaaminen tehtävien ratkaisemisiin on ollut varsin suoraviivaista haasteiden ollessa enemmän projektin käyttöön saadun datan määrässä ja laadussa. Tähän haasteeseen saadaan vasteita tietollusratkaisujen ja mm. KELAn omatietovarannon kehittymisen kautta.

Kokonaisuutena olemme havainneet, että lukuisat kognitiivisten tekoälysovellusten mallinnustehtävät voidaan toteuttaa avoimia menetelmäkirjastoja hyödyntäen. Projektin aikana kertyneen tiedon perusteella myös kansainväliset yritykset hyödyntävät ja räätälöivät laajasti avoimen lähdekoodin kirjastoja mallien opettamiseen Python- ja R-kirjastojen ollessa yleisimpiä. Valmiiksi opetettuja malleja, joissa olisi taustalla valmiiksi suurella kansainvälisellä digitaalisella aineistolla opetettuja malleja ei juurikaan vielä ole yrityksillä tarjota vaan kukin ratkaisu vaatii sovelluskohtaisen räätälöinnin. Huolimatta aineistojen koon rajallisuudesta suorittamamme testit osoittavat, että avoimet menetelmäkirjastot mahdollistavat älykkäiden kognitiivisten sovellusten opettamisen kotimaisia terveys- ja hyvinvointiaineistoja hyödyntäen. Tiedon ollessa pirstaleista kotimaisen terveys- ja hyvinvointisektorin asiantuntemus on keskeistä onnistuneen räätälöinnin toteuttamiseksi.

12 RISKITEKIJÖIDEN MÄÄRITYS JA KOKONAISRISKIN ARVIOINTI KOGNITIIVISTA TIETOJENKÄSITTELYÄ HYÖDYNTÄEN

Sote-uudistuksen tavoitteina on kaventaa hyvinvointi- ja terveyseroja, parantaa palvelujen yhdenvertaisuutta ja saatavuutta sekä hillitä kustannuksia (<http://alueuudistus.fi/soteuudistus/tavoitteet>). Suomi poikkeaa negatiivisesti OECD-maista tavanomaisen kansansairauksien hoidon matalissa tuloksissa, matalan terveiden elinvuosien odotteessa, avosairaanhoidon ja suun terveydenhuollon pitkissä jonoissa, korkeassa omahoitosuosuudessa ja palveluiden epätasa-arvoisessa käytössä (hyvinvoivat käyttävät palveluita enemmän kuin vähäväkisemmät).

Tavoitteen saavuttaminen edellyttää terveys- ja hyvinvointierojen syiden tunnistamista ja niiden ratkaisemiseen tarvittavien interventioiden löytämistä. Terveys- ja hyvinvointierojen kaventaminen voidaan teoreettisesti saavuttaa parantamalla korkean riskin tai heikentämällä matalan riskin henkilöiden palveluja. Tasaisesti väestöön kohdistetut toimet eivät kavenna eroja, vaikka ehkä parantaisivatkin yleistä hyvinvointia.

Keskeisimmät terveys- ja hyvinvointiriskit tarkoittavat tässä rutiinikäytössä olevia asiakastasolla kirjattuja kansansairauksien, terveysriskien ja hyvinvointiriskien strukturoituja indikaattoreita. Parhaimmillaan indikaattori tunnistaa riskin (seulonta) ja intervention vaikutuksen (vaikuttavuuden arviointi). Terveysindikaattoreita voivat olla esimerkiksi painoindeksi, verenpaine, tupakointi, depressio (BDI), alkoholi (audit), kolesterolit (LDL), sokeri (HBA1C), karies (D), parodontiitti (CPI) ja pysyväisdiagnoosit.

Tavoitteet

Tämän työpaketin keskeisenä tavoitteena on selvittää

- kieseisten terveys- ja hyvinvointiriskien
 - kirjaamisen kattavuus
 - riskien yhtäikainen esiintyvyys (komorbiditeetti)
 - riskien taso
- terveys- ja hyvinvointiriskien suhde palveluiden käyttöön
- terveys- ja hoitosuunnitelman vaikutus sekä riskitasoon että palveluiden käyttöön

Menetelmät

Hankkeen pääasiallisena työkaluna on käytetty IBM:n SPSS Modeleria. SPSS Modelerillä alkuperäistä dataa (.tsv) on käsitelty streameina eli tietovirtoina. Tarkoituksena on ollut säilyttää virrat, jos alkuperäinen data vaihtuu tai muuttuu. SPSS Modelerin perimmäinen idea on graafinen ison tiedon käsittely ilman kokorajoituksia suurella suorituskyvyllä. SPSS on yksi Watsonin sisältämä komponentti. Modeler nimi tulee automaattisista machine learning osista, jotka pyrkivät automaattisesti valitsemaan sopivan algoritmin ja optimoimaan valitun mallin käytön. Mikäli sopiva malli kuvaa riittävän tarkasti datan käyttäytymistä, luodusta mallista saadaan ennustava malli datalle.

Tutkimuksessa on käytetty virtoja ja automaattisia analyysejä etsittäessä vastausta tutkimuksen kysymyksiin. Lopullinen laskenta on seuraava: henkilön hoitosuunnitelman päiväystä seuraavilta kultakin vuodelta katsotaan muutoksia riskitekijöissä ja kokonaisriskiä kuvataan Finriski-arvolla (sydän + aivo-infarkti). Myös yksittäisten riskien keskinäisiä korrelaatioita sekä kontaktien ja riskien välisiä korrelaatioita vertaillaan. Muutoksia verrataan satunnaiseen ryhmään sekä ryhmään, joka on parantanut riskiarvoja ilman hoitosuunnitelmaa.

Lisäksi arvioidaan kontaktien määrän muutoksia suhteessa hoitosuunnitelmaan ja riskitekijöihin. Valmiilla machine learning osilla ei saatu riittävän tarkkoja ennusteita, mutta valmiit analysoinnin ja kuvausten apuvälineet auttavat selvittämään vaikutuksia sekä parantamaan osin puutteellista dataa.

Käytössä oleva data

Ensimmäisessä vaiheessa käytössä oli dataa vuosien 2014 - 2016 ajalta. Data sisälsi tiedon asiakkaiden kontakteista, riskitekijöistä sekä mittauksista. Tämän lisäksi käytössä oli tieto hoitosuunnitelman tekoajankohdasta. Poiminnassa oli mukana 76 000 henkilöä, joilta oli kontaktitieto tai riskimittautustieto. Näistä riskitekijöiden mittaustiedot löytyivät 47 000 henkilölle. Ilman mittaustietoa olevat henkilöt todettiin ulkopaikkakuntalaisiksi kolmen vuoden ajalta. Tutkimuksen tavoitteen kannalta ehdoton vaatimus on, että henkilölle on tehty hoitosuunnitelma.

Vaikuttavuuden arvioimiseksi on tärkeää tarkastella aikaa sekä ennen että jälkeen hoitosuunnitelman. Käytössä oli kolmen vuoden aineisto ja linjauksena tehtiin ajallinen tarkastelu vuosi ennen ja vuosi jälkeen hoitosuunnitelman tekemisen. Näin ollen hoitosuunnitelman tekovuodeksi valittiin vuosi 2015, joka mahdollisti kyseisen tarkastelun. Kyseiselle vuodelle hoitosuunnitelma oli tehty 201 henkilölle. Malli rakennettiin perustuen projektin käynnistysvaiheessa tehtyihin määritteisiin sekä tutkimuskysymyksiin. Rakennetun mallin pohjalta tehtiin ensimmäiset analyysiajot.

Ensimmäisessä iteraatiopalaverissa todettiin kuitenkin, että hoitosuunnitelman saaneiden henkilöiden osajoukkoa on kasvatettava tulosten validiteetin parantamiseksi erityisesti hoitosuunnitelman vaikuttavuuden osalta. Tämän toteuttamiseksi päätettiin suorittaa uusi tietopoiminta, joka sisältää kaikki mittaus- ja kontaktitiedot vuosilta 2012-2016. Samoin tehtiin linjaus, että hoitosuunnitelman lähtöarvot saataisiin hoitosuunnitelmista. Lisäksi vielä kokonaisriskin arvioimiseksi päätettiin täydentää mittaustietoa kokonaiskolesterolilla ja HDL-arvoilla. Näin saadaan Finriskin kokonaisriski aivo- ja sydäninfarktiin sairastumiselle.

Toteutus

Työpaketti toteutetaan viidessä päävaiheessa. Nämä vaiheet ovat:

1. Projektin käynnistys
2. Tiedonkeruu

3. Mallin rakentaminen
4. Datan syöttäminen malliin ja analysointien suorittaminen
5. Tulosten analysointi ja läpikäynti
 - a. mallin iterointi ja validointi
 - b. tarkennuksien tekeminen
6. Tulosten raportointi

Työpaketissa on toteutettu ensimmäinen analysointi- ja iteraatiokierros sekä suoritettu tarkennuksien jälkeen määritteet uudelle, tarkennetulle ja laajennetulle tiedonkeruulle. Tällä hetkellä on käynnissä uusi tiedonpoiminta ja seuraavassa vaiheessa suoritetaan datan päivittäminen malliin sekä uudet analyysiajot. Suoritettujen analyysiajosten jälkeen tulokset käydään uudelleen läpi, validoidaan sekä raportoidaan. Lopputuloksena saadaan vastaukset asetettuihin tutkimuskysymyksiin niin riskitekijöiden ja palvelukäytön välisestä korrelaatiosta kuin myös terveys- ja hoitosuunnitelman vaikuttavuudesta sekä riskitasoon että palveluiden käyttöön.

Työpaketin toteutusta jatketaan vaiheessa II. Työpaketin tuloksista tehdään erillinen raportti sekä 1-2 tieteellistä julkaisua.

13 KYBERTURVALLISUUS SOTE- JA SAIRAALAYMPÄRISTÖSSÄ

Työpakettina tavoitteena oli selvittää ja analysoida SOTE- ja sairaalaympäristön kyberturvallisuuden haavoittuvuuksia ja uhkia. Terveystietojen käsittelyyn kohdistuu aivan erityisiä vaatimuksia. Potilastietojen eheys ja saatavuus ovat äärimmäisen tärkeitä potilaiden turvallisen hoidon kannalta. Toisaalta tietojen luottamuksellisuutta on suojattava paitsi yksityisyyden suojan takaamiseksi, myös henkilötietojen rikollisen käytön estämiseksi. Lisäksi erilaiset lääkinnälliset laitteet on suojattava oikeudettomalta käytöltä.

Tulokset on esitetty raporteissa, joiden päätulokset ovat:

1. Miikael Lehto, Martti Lehto. [Kyberturvallisuus sairaalajärjestelmissä: osa 1, 8/2017](#)

Terveystietojen kohtaan tapahtuu perinteisiä hyökkäyksiä kuten hakkerointeja ja viruksia, laitteiden varastamista sekä hajautettuja palvelunestohyökkäyksiä (DDoS). Näillä hyökkäyksillä on merkittäviä vaikutuksia terveydenhuollossa, koska toiminta vaatii usein reaaliaikaisen pääsyn palveluihin kuten potilastietojärjestelmiin tai sähköisiin resepteihin. Huolestuttavaa on, että usein hyökkäyksiä ei huomata ennen kuin usean kuukauden päästä, jolloin tutkinta on vaikeaa ja isoja määriä tietoja on jo voinut päätyä rikollisten käyttöön. Kiristyshaittaohjelmahyökkäyksissä tartunta selviää nopeasti, mutta näissäkin tapauksissa palveluiden palauttaminen normaalitilaan voi kestää useita päiviä riippuen järjestelmän koosta, tartunnan laajuudesta ja varmuuskopiojärjestelystä.

Työssä kartoitettiin ja analysoitiin 59 tapausta ja lisäksi tutkimuskohteena oli yksityisyyden suojaan liittyviä kysymyksiä. Analysoidut tapaukset jakaantuivat hyökkäysvektoreiden perusteella seuraavasti:

- Kiristyshaittaohjelma, 16
- Hakkerointi ja tietomurto, 22
- Muut tapaukset
 - Tietokoneen varkaus, 6
 - Virushyökkäys, 4
 - DDos, 4
 - Muu, 7

2. Miikael Lehto, Martti Lehto. [Health Information Privacy of Activity Trackers, 6/2017](#)

Aktiivisuusrannekkeet ovat yleistyneet ja ne mahdollistavat tietojen keräämisen henkilön fyysisestä aktiivisuudesta ja terveydestä. Henkilön terveystiedot ovat perinteisesti olleet vain terveydenhuollon tietokannoissa, mutta nykyään terveys-

tietoja tallennetaan moniin palveluihin. Tämä muutos on tuonut uusia teknologian hyödyntämismahdollisuuksia terveyden ja hyvinvoinnin alueella, mutta samalla on herännyt kysymyksiä henkilöiden yksityisyyteen liittyen. Tutkimuksessa ilmeni, että henkilöt eivät pidä aktiivisuusrannekkeiden tietoja yksityisinä tai arkaluontoisina vaan yleisinä. Toisaalta henkilöiden mielestä heidän lääkäreillä olevat terveystietonsa ovat hyvin yksityisiä ja arkaluontoisia. Lääkäreillä olevat tiedot koettiin yksityiskohtaisiksi, koska ne sisältävät henkilökohtaista tietoa myös kirjallisessa muodossa. Käyttäjät olivat valmiita antamaan keräämiään tietoja lääkärille, mikäli niistä olisi hyötyä heidän terveydenhoidossaan. Käyttäjät olivat myös valmiita antamaan tietojaan lääketieteelliseen tutkimukseen sekä antamaan laitevalmistajan käyttää tietoja tuotteiden ja palveluiden kehittämiseen.

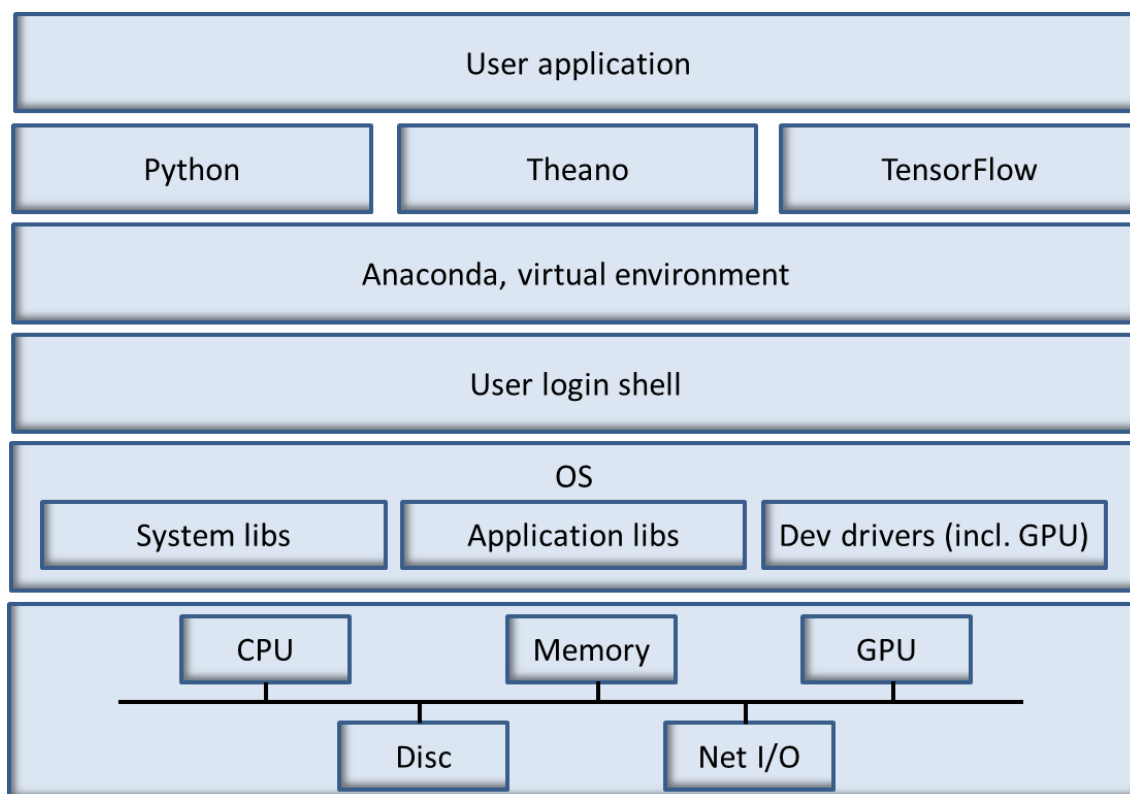
14 TUTKIMUKSEN TIETOTEKNINEN INFRASTRUKTUURI

Tutkimuksen infrastruktuuri koostuu IBM Watsonin työkaluista ja palveluista sekä tiedekunnan omasta tutkimusta varten räätälöidystä laskentaympäristöstä.

IBM:n Watsonin sovellutukset ja palvelut, joita tutkimuksessa käytettiin:

- IBM Bluemix Platform
 - Natural language classifier
 - Watson Speech to Text
- Watson Explorer Content Analytics
- Watson Visual Recognition
- Watson Natural Language Understanding
- Watson Knowledge Studio
- Retrieve and Rank -palvelu
- Document Conversion -palvelu

Tiedekunnan tutkimuksessa käytetty oma laskentaympäristö on esitetty kuvassa 36.



Kuva 36 IT-tiedekunnan laskentaympäristö

Hankkeessa IBM:n asiantuntijat perehdyttivät tutkijat IBM Watson -kehitysympäristöön ja opastivat testien toteuttamisessa. IBM:n asiantuntijat asensivat Watsoniin sovellutuksen ja tähän liitettävä suomen kielen tulkin.

Kuvan 36 laskentaympäristö rakennettiin yhteistyössä IBM:n asiantuntijoiden kanssa vastaamaan kognitiivisen ja ennakoivan analytiikan mukaista WH- ja WHC-laskentaympäristöä. Lisäksi eri metodien vertailemiseksi koottiin eri lähteistä avoimen lähdekoodin ohjelmistoja.

Oman WH:n ja WHC:n kognitiivisen analytiikan toimintoja simuloivan ympäristön rakentaminen hankkeessa oli välttämätöntä, koska datan omistajan edellyttivät, että testit tehdään Suomessa.

LÄHTEET

1. Hankkeen osaprojektien tutkimusraportit, raportit löytyvät osoitteesta <https://www.jyu.fi/it/julkaisut/tekes>

1. SOTE IT-järjestelmät, kokonaisarkkitehtuurit ja tietoaltaat

1. Martti Lehto, Pekka Neittaanmäki, [Suomen terveysdataympäristö](#), 24.2.2017
2. Jaana Räisänen, Toni Ruohonen, Pekka Neittaanmäki. [SOTE IT-järjestelmäkoko-naisuus](#), 8/2017
3. Erkkä Nurmi, Jarkko Nurmi. [SOTE-kokonaisarkkitehtuuri](#), luonnos, 8/2017
4. Miikael Lehto, Anthony Ogbechie, Pekka Neittaanmäki. [Enterprise Architecture in Healthcare v2.0](#), 8/2017
5. Miikael Lehto, Anthony Ogbechie, Pekka Neittaanmäki. [Data Lakes and Their Im-plication on the Global Health Sector v2.0](#), 8/2017
6. Anthony Ogbechie, Pekka Neittaanmäki. [Semantic Data Lake](#), 8/2017

2. Tekoäly terveydenhuollossa

7. Petri Vähäkainu, [Digitaalinen terveys ja älykäs terveydenhuollon teknologia](#), 4/2017
8. Petri Vähäkainu, Pekka Neittaanmäki. [Digitaalisista sairaaloista kognitiivisiin sai-raaloihin](#), 7/2017
9. Khaula Zeeshan, Sami Äyrämö, Pekka Neittaanmäki. [Artificial intelligence and machine learning for precision medicine with the special focus on oncology- the state of the art](#), 8/2017
10. Petri Vähäkainu, Pekka Neittaanmäki. [IBM-teknologioiden hyödyntäminen ter-veydenhuollossa](#), 10/2017
11. Petri Vähäkainu, Sonja Kärkkäinen, Pekka Neittaanmäki. [Tekoälyä hyödyntävät ratkaisut ja teknologiset mahdollisuudet mielenterveyden häiriöissä](#), 10/2017
12. Petri Vähäkainu, Pekka Neittaanmäki. [Tekoäly terveydenhuollossa](#), 10/2017

3. SOTE-järjestelmien kyberturvallisuus

13. Miikael Lehto, Martti Lehto. [Kyberturvallisuus sairaalajärjestelmissä: osa 1](#), 8/2017
14. Miikael Lehto, Martti Lehto. [Health Information Privacy of Activity Trackers](#), 6/2017

4. SOTE-kustannukset

15. Toni Ruohonen, Jose Malmberg, Harri Juutilainen, Esko Niinimäki, Aleksander Lempinen, Pekka Neittaanmäki. [Sosiaali- ja terveystoiminnan kustannusten kas-vun hillitsemisen arviointiraportti](#), 6/2017

16. Jose Malmberg, Harri Juutilainen, Pekka Neittaanmäki. [Kalleimpien kansansairauksien selvitysraportti](#), 6/2017

2. Muut lähteet

Hämäläinen, Hannu & Heiliö, Pia-Liisa. 2016. Sote-tietojen hyödyntäminen tietoturvallisesti - Missä mennään? Sosiaali- ja terveysministeriö. Isaacus-väliseminaari 5.10.2016. <https://www.slideshare.net/SitraHyvinvointi/sotetietojen-hydyntminen-tietoturvallisesti-miss-mennn>

IBM 2017. At ASCO 2017 Clinicians Present New Evidence about Watson Cognitive Technology and Cancer Care. IBM News Releases. <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/52502.wss>

IBM Corporation 2017. Kognitiivinen tietojenkäsittely ja IBM Watson -pikaopas.

Narula, A. Watson Faces Tough Competition from Startups in Cognitive Computing. Argyle, an Innovation Enterprise. <https://channels.theinnovationenterprise.com/articles/watson-faces-tough-competition-from-startups-in-cognitive-computing>

Pöyhönen, Jouni & Niinimäki, Esko. 2017. Omadata terveydenhuollon tietointensiivisessä rakenteessa, Jyväskylän yliopisto

SITRA. <http://www.sitra.fi/hyvinvointi/hyvinvointidata>

Sosiaali- ja terveystietojen toissijainen käyttö 2017. Sosiaali- ja terveysministeriö. <http://stm.fi/sote-tiedon-hyodyntaminen>

Sote- ja maakuntauudistuksen lainsäädäntö. Tiivistelmä hallituksen esityksen keskeisistä asioista. 2017. Hallituksen reformi. <http://alueuudistus.fi/documents/1477425/3223876/tiivistelma-sote-ja-maakuntauudistuksen-lainsaadannosta-2.3.2017.pdf/ea7f35db-c837-4baf-b267-363c0b17d1e2>

Terveysalan tutkimus- ja innovaatio toiminnan kasvustrategia. TEM raportteja 12/2014, 26.5.2014

Tieto hyvinvoinnin ja uudistuvien palvelujen tukena. Sote-tieto hyötykäyttöön -strategia 2020, 2014

Viitanen Jukka, Paajanen Reijo, Loikkanen Valto & Koivistoinen Aki: Digitaalisen alustatalouden tiekartasto, liite 1. Teemakartasto, Tekes 2017

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja
No. 41/2017

ISBN 978-951-39-7220-2 (verkkoj.)
ISSN 2323-5004