

DigiVointi – Terveys 4.0: Terveysalan älykäs tulevaisuus

Artikkeli

DigiVointi on Seamkin ja Sedun yhteishanke, jonka tavoitteena on auttaa eteläpohjalaisia hyvinvointi-, sosiaali- ja terveysalanpalveluntarjoajia digitalisoitumisessa. Hankkeen avulla tuetaan yritysten ja organisaatioiden digitalisoitumista, turvataan organisaatioiden digitaalisten palvelujen käytettävyys ja asiakaslähtöisyys, lisätään henkilöstön digivalmiuksia ja kavennetaan työntekijöiden välisiä digikuiluja hyvinvointi- ja soteorganisaatioissa. Hanketta rahoittaa Euroopan sosiaalirahasto. Euroopan sosiaalirahasto. Hanke rahoitetaan REACT-EU-välineen määrärahoista osana Euroopan unionin COVID-19-pandemian johdosta toteuttamia toimia. Hankkeen tapahtumissa käytyjen keskustelujen pohjalta vaikuttaa vielä epäselvältä, miltä tulevaisuuden terveysalan näyttää uusien kehittyneiden teknologioiden tullessa mukaan osaksi työelämää. Tässä artikkelissa pyritään hakemaan näkökulmia tähän Health 4.0 (Terveys 4.0) käsitteen kautta.

Johdanto

Digitaaliset terveysratkaisut kehittyvät jatkuvasti ja muuttavat tapoja, joilla ihmiset hallitsevat hyvinvointiaan. Tätä muutosta vauhdittavat teknologian kehittyminen ja kasvava kysyntä kustannustehokkaille, laadukkaille ja yksilöllisille ratkaisuille kansalaisten terveyden ja hyvinvoinnin edistämiseksi (Gangl & Krychtiuk, 2023). Samalla kun teknologiakenttä kehittyi, myös kansalaisten tarvitsemat taidot muuttuvat uusien kehittyvien teknologioiden edessä.

Yksi tapa lähestyä ja määritellä terveydenhuollon teknologisen kehityksen eri vaiheita/aikakausia on Health 1.0–4.0 malli, joka on saanut inspiraationsa teollisten vallankumousten neljästä aikakaudesta. Teollisen vallankumouksen aikakaudet, Teollisuus 1.0–4.0, kuvaavat teollisia vallankumouksia koneellistamisen ja höyryvoiman aikakaudesta nykyiseen teollisuuden aikakauteen, jolle on ominaista kehittynyt teknologia, kuten tekoäly, big data -analytiikka, robotiikka, pilvilaskenta, esineiden internet ja kyberfysiset järjestelmät (Duplaga, 2022; Gangl & Krychtiuk, 2023). Vastaavalla tavalla Terveys 1.0–4.0 aikakaudet kuvaavat terveysalan muutosta yksinkertaisesta potilaan ja lääkärin vuorovaikutuksesta vastaavanlaisten älykkäiden teknologioiden aikakauteen (Al-Jaroodi

ym., 2020; Li & Carayon, 2021). Alla olevasta kuvasta löytyy Lin ja Carayon (2021) malli terveydenhuollon evoluutiosta Terveys 1.0–4.0 jatkumolla (Kuvio 1.).



Kuvio 1. Terveydenhuollon evoluutio, Terveys 1.0–4.0 (Li & Carayon 2021)

Terveys 4.0 teknologiat ja käyttökohteet

Terveys 4.0 voidaan määritellä monilla eri tavoin. Sony ym. (2023) kuvaa Terveys 4.0 mallia seuraavalla tavalla: *Terveys 4.0 on jatkuva, mutta mullistava prosessi, jossa muutetaan koko terveydenhuollon arvoketjua, mukaan lukien lääkkeiden ja lääkinnällisten laitteiden tuotantoa, hoitoa, terveydenhuollon logistiikkaa, terveellisiä elinympäristöjä, rahoitusjärjestelmät ja sosiaaliset järjestelmät.* He myös viittaavat Terveys 4.0:lla terveyden digitalisaation aikakauteen, jossa *Teollisuus 4.0 -vallankumouksen teknologioita ja periaatteita sovelletaan lääketieteeseen, terveydenhuoltoon ja kansanterveyteen* (Sony ym., 2023) (Kuva 2.).



Kuva 2. Teollisuus 4.0 ja Terveys 4.0 määritelmien.

Terveys 4.0 teknologioiden sateenvarjon alle voidaan nähdä kuuluvat monenlaisia teknologioita, kuten kyberfyysiset järjestelmät (cyber-physical systems), esineiden internet (IoT), pilvipalvelut (cloud computing), sumupilvipalvelut (fog computing), massadata- (big data), tekoäly (AI), lohkoketju (blockchain), virtuaalitodellisuus (VR), lisätty todellisuus (AR), 3D-tulostus, 5G, 6G, edistynyt robotiikka, kvanttietokoneet, etähoito, minilaboratoriot, älylaitteet ja radiotaajuustunnisteet (RFID). Tässä DigiVointi-hankkeen artikkelissa tehdään tarkempi katsaus viiteen keskeiseen Terveys 4.0 teknologiaan.

1. Kyberfyysiset järjestelmät (Cyber-physical systems)

Kyberfyysiset järjestelmät mahdollistavat älykkään kommunikaation lääketieteellisten laitteiden ja laskentayksiköiden välillä (Jain ym., 2021). Laitteiden tuottama data voidaan analysoida tekoälyn avulla tarjotakseen räätälöityjä hoitoja potilaille.

2. Asioiden internet (Internet of Things)

Asioiden internet (IoT) viittaa laitteiden liittämiseen internetiin niin, että ne kykenevät keräämään, jakamaan ja vaihtamaan informaatiota ilman ihmistä. IoT helpottaa älykkäiden laitteiden välistä vuorovaikutusta, jonka avulla saadaan tietoa käyttäjästä ja ympäröivästä ympäristöstä, mikä voi olla ratkaisevaa terveyteen liittyvien päätösten tekemisessä (Santos et al., 2016).

3. Pilvipalvelut ja sumupilvipalvelut (Cloud computing & fog computing)

Pilvipalvelut (cloud computing) ovat verkkopohjaisia palveluita, jotka mahdollistavat tiedon käsittelyä ja tallennusta internetin kautta, jolloin tiedot ja sovellukset ovat saatavilla etänä toisaalla sijaitsevilta palvelimilta (Duplaga & Jakubowski, 2022). Sumupilvipalveluilla (fog computing) taas viitataan tietojenkäsittelyyn, joka tapahtuu lähellä käyttäjää, tavoitteena vähentää mm. laitteiden reaktioiden viivettä ja edistää niiden turvallisuutta (Vaquero & Rodero-Merino, 2014).

4. Massadata ja tekoäly (Big data & artificial intelligence)

Big data-analytiikalla tarkoitetaan teknologiaa, joka on suunniteltu käsittelemään ja analysoimaan suuria määriä dataa, jota myös terveydenhuoltojärjestelmät tuottavat (Duplaga & Jakubowski, 2022). Tekoäly viittaa järjestelmiin, jotka kykenevät suorittamaan inhimillistä älykkyyttä vaativia tehtäviä. Oppimisprosessi on olennainen osa tekoälymallien

kehittämistä (Benke & Benke, 2018). Tekoälyä pidetään terveydenhuollon kontekstissa keskeisenä menetelmänä massadatan (big data) analysoinnissa (Mesko, 2017).

5. Lohkoketjut (blockchain)

Lohkoketjut ovat malleja datan tallentamiseen ja jakamiseen hajautetusti, läpinäkyvästi ja pysyvällä tavalla. Terveydenhuollon kontekstissa lohkoketjuteknologioilla voidaan ratkaista tunnistautumiseen, lääketieteellisten tietojen jakamiseen, yhteistoimivuuteen, esineiden internetin turvallisuuteen sekä laitteiden suojaamiseen liittyviä haasteita (McGhin ym., 2019).

Yhteenveto

Terveys 4.0 on käsite, joka kuvaa viimeisintä terveydenhuollon digitaalisen murroksen vaihetta, joka viittaa Teollisuus 4.0 teknologioiden ja periaatteiden soveltamiseen lääketieteeseen, terveydenhuoltoon sekä kansanterveyteen. Tässä artikkelissa näistä teknologioista keskityttiin kyberfyysisiin järjestelmiin, esineiden internetiin, pilvipalveluun, sumupilvipalveluihin, big dataan sekä lohkoketjuhin. Yhteenvetona, nämä teknologiat luovat yhdessä älykkään ja tehokkaan ekosysteemin terveydenhuollon alalle, joka voi esimerkinomaisesti toimia mm. seuraavalla tavalla.

1. Kyberfyysiset järjestelmät mahdollistavat älykkään kommunikaation lääketieteellisten laitteiden ja laskentayksiköiden välillä (esim. sydämen sykettä ja parametreja tarkkaileva mittari).
2. IoT mahdollistaa tietojen keräämisen ja jakamisen ilman ihmisen väliintuloa. IoT mahdollistaa mittarin yhdistämisen laitteisiin (esim. älypuhelimeen tai terveydenhuollon pilvipalveluihin).
3. Pilvipalvelut tarjoavat paikan tiedon tallentamiselle ja analysoinnille, sumupilvipalvelut näyttävät hyödyllisyytensä taas tilanteissa, joissa tarvitaan nopeita reaktioita (esim. äkilliset poikkeamat parametreissa), jotka voisivat laukaista automaattisen hälytyksen ammattilaisille.
4. Big data ja tekoäly tulevat kuvaan mukaan datan analysoinnissa. Tekoäly voi tunnistaa datasta poikkeamia ja trendejä, joiden perusteella voidaan ennustaa terveysongelmien etenemistä ja mukauttaa hoitoa.

5. Lohkoketjut voivat tallentaa potilaan terveystiedot lohkoketjuun, missä niiden turvallinen ja läpinäkyvä jakaminen voivat toteutua.

Terveys 4.0 on aihe, jota on tutkittu vielä toistaiseksi rajallisesti, ja pääasiassa teknologian ja terveydenhuollon näkökulmista. Aihetta tulisi tutkia lisää mm. kansalaisten ja terveydenhuollon ammattilaisten osaamisvaatimusten näkökulmasta sekä terveydenhuollon kontekstien ulkopuolelta keskittyen siihen, mitä mahdollisuuksia nämä teknologiat tuovat kansalaisten itselähtöiseen terveyden edistämiseen ja sairauksien ennaltaehkäisyyn.

Mika Uitto, TKI-asiantuntija, SeAMK
DigiVointi

Lähteet

- Duplaga, M., & Jakubowski, S. (2022). Technologies enhancing Health 4.0. In Mariusz Duplaga, Marek Ćwiklicki, & Jacek Klich (Eds.), *The Digital Transformation of Healthcare: Health 4.0* (pp. 31–45). Routledge.
- Gangl, C., & Krychtiuk, K. (2023). Digital health—High tech or high touch? *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 173(5–6), 115–124. <https://doi.org/10.1007/s10354-022-00991-6>
- Duplaga, M. (2022). The transition from telemedicine and e-health to Health 4.0. In Mariusz Duplaga, Marek Ćwiklicki, & Jacek Klich (Eds.), *The Digital Transformation of Healthcare: Health 4.0* (pp. 17–30). Routledge.
- Al-Jaroodi, J., Mohamed, N., & Abukhousa, E. (2020). Health 4.0: On the Way to Realizing the Healthcare of the Future. *IEEE Access*, 8, 211189–211210. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3038858>
- Li, J., & Carayon, P. (2021). Health Care 4.0: A vision for smart and connected health care. *IISE Transactions on Healthcare Systems Engineering*, 11(3), 171–180. <https://doi.org/10.1080/24725579.2021.1884627>
- Benke, K., & Benke, G. (2018). Artificial intelligence and big data in public health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2796. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122796>
- Jain, R., Gupta, M., Nayyar, A., & Sharma, N. (2021). Adoption of fog computing in Healthcare 4.0. In S. Tanwar (Ed.), *Fog Computing for Healthcare 4.0 Environments*:

Technical, Societal, and Future Implications (pp. 3–36). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-46197-3_1

McGhin, T., Choo, K.-K. R., Liu, C. Z., & He, D. (2019). Blockchain in healthcare applications: Research challenges and opportunities. *Journal of Network and Computer Applications*, 135, 62–75. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2019.02.027>

Santos, J., Rodrigues, J. J. P. C., Silva, B. M. C., Casal, J., Saleem, K., & Denisov, V. (2016). An IoT-based mobile gateway for intelligent personal assistants on mobile health environments. *Journal of Network and Computer Applications*, 71, 194–204. <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2016.03.014>

Mesko, B. (2017). The role of artificial intelligence in precision medicine. *Expert Review of Precision Medicine and Drug Development*, 2(5), 239–241. <https://doi.org/10.1080/23808993.2017.1380516>

Vaquero, L. M., & Rodero-Merino, L. (2014). Finding your way in the fog: Towards a comprehensive definition of fog computing. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 44(5), 27–32. <https://doi.org/10.1145/2677046.2677052>