

# Turvataan tulevaisuuden teknologiataidot!

Maarit Virolainen  
Emilia Lampi  
Juhani Rautopuro  
Anna Huusko

## Menossa on 4. teollinen vallankumous: Valmistus 4.0. Se muuttaa työtä, kulttuuria ja väestön osaamistarpeita laaja-alaisesti.

- Erityisesti **opettajien täydennyskoulutukseen** on panostettava. Opettajat uudistavat opetusta. Siksi heidän on tunnettava uudet teknologiat. Teknologian ja sovellusten tuntemus on edellytys opetuksen kehittämiseksi Valmistus 4.0+ -aikana.
- Teknologiakasvatuksen ja opetuksen kehittämisen **pilotteja tarvitaan** varhaiskasvatuksesta korkeakoulutukseen. Piloteissa jaetaan ja vahvistetaan ymmärrystä menossa olevasta teollisuuden murroksesta. Piloteissa hahmotetaan, kuinka nuoret ja lapset kasvavat aktiivisiksi toimijoiksi. Niissä suunnitellaan, miten he oppivat teknologioiden kriittisiksi ja luoviksi soveltajiksi.
- **Oppilaitosten ja yritysten yhteistyölle** on luotava vakaa pohja, jotta suomalaisen teollisuuden kilpailukyky säilyy. Vain siten uusien työpaikkojen muodostuminen on taattu pitkälle tulevaisuuteen. Yritysyhteistyön tueksi on laadittava alueelliset strategiat. Niiden vahvuutena on oppilaitosten ja kuntatoimijoiden paikallistuntemus, näkemys ja aloitteet.
- **Työssä oppimista on uudistettava.** Teknologiakasvatusta on syvennettävä osana ammatillista koulutusta ja korkeakoulutusta työelämässä toteutettujen kokeilujen, sekä tutkimus- ja kehittämishankkeiden avulla. Näihin hankkeisiin on resursoitava paikallisesti ja valtakunnallisesti.
- On luotava kansallinen teknologiakasvatuksen arviointiohjelma. On myös täsmennettävä ja koordinoitava eri oppilaitosten paikalliset, alueelliset ja valtakunnalliset teknologiakasvatuksen strategiat.

## Johdanto

Teknologian nopea murros muuttaa kulttuuria ja yhteiskuntaa laaja-alaisesti. Uuden teknologian vaikutukset ulottuvat kaikille elämänalueille. Viimeisintä murrosta luonnehtivat esimerkiksi laitteiden välinen automaattinen tiedonsiirto ja etäseuranta, tekoälyn analysoima sensoridata ja älykäs tuotanto. Lisäksi tulevat data-analytiikka, botit, pilvipalvelut, 3D-tulostus (lisäävä valmistus) ja kyberfyysiset laitteistot (1-2). Tekoäly ja digitaaliset sovellukset mahdollistavat ohjelmien ja asiantuntijoiden vuorovaikutuksen. Niiden pohjalle on luotu kompleksit ekosysteemit tuotantoon ja logistiikkaan.

Pitkän aikavälin muutostrendit eivät hahmotu helposti arjessa. Kuitenkin tiedonjakelu ja työn organisointi ovat muuttuneet perusteellisesti viime vuosikymmeninä. Digitalisaatio on mahdollistanut työn uudenlaisen organisoimisen.

Tiedonjakelun muutos on kuvattu pääpiirteittäin kuviossa 1. Se tiivistää, kuinka organisaatioiden välinen yhteissuunnittelu, ja informaation ja tiedon jakaminen ovat muuttuneet uusien teknologioiden myötä.

Neljännän teollisen vallankumouksen myötä on siirrytty sähköiseen tiedonsiirtoon ja -tallennukseen pilviarkkitehtuureissa. Kansainvälisesti on arvioitu, että noin puolessa ammateista osa tehtävistä on automatisoitavissa (3-4). Erityisesti rutiiniluonteiset työt voidaan tehdä tekniikan avulla.

"Uusi teknologia on mahdollistanut tehokkaamman tuotteiden ja tiedon jakelun. Oppiminen voidaan organisoida joustavammin lähi-, etä- ja hybridiopeutusta sekä erilaisia havainnollistamisen ja työskentelyn tapoja vaihdellen."

Myös informaation käsittelyä ja analysointia vaativat työnkuvat muuttuvat. Digitalisoidut ja robotisoidut toiminnot tulevat yhä tiiviimmin osaksi eri alojen tehtäviä, kuten laskentaa ja kirjanpitoa, kuljetusalaa, lakipalveluja, käännoityötä sekä terveydenhoitoa.



KUVIO 1. Teknologian murrokset ja siirtymä innovatiivisiin, oppiviin, digitaalisiin ekosysteemeihin (26)

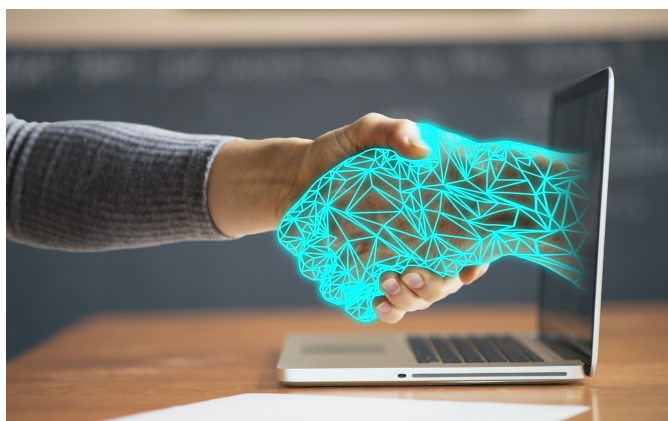
## Koulutusta on uudistettava

Teknologisiin, teollisiin ja vihreän siirtymän edellyttämiin yhteiskunnallisiin muutoksiin sopeutuminen edellyttää uutta osaamista kaikilta. Urasuunnittelutaitojen ja jatkuvan oppimisen merkitys korostuu. Sekä lasten, nuorten, että aikuisten koulutusta on päivitettävä vastaamaan uusinta tietoa ja teknologiaa. Nykyiset aikuiset kouluttavat huomisen lapsia ja nuoria. Sen vuoksi heidän taitonsa on saatava ajantasaisiksi. Aikuisten tulisi hallita uuden teknologian käyttö työelämässä.

Lasten ja nuorten koulutuksessa on tunnistettavissa haasteita, jotka on huomioitava. Vuosien 2000–2018 PISA-tutkimusten perusteella Suomen koululaisten osaamisen korkeaan tasoon on panostettava. Matemaattisten aineiden ja luonnontieteiden osaaminen ei ole vahvistunut. Luonnontieteiden osaaminen on vuosien 2006–2018 aikana heikentynyt noin yhden peruskoulun lukuvuoden verran. Vastaava kehitys on myös matematiikan osaamisessa.

Kansainvälisen PIAAC-tutkimuksen mukaan aikuisten teknologiset ongelmanratkaisutaidot vaativat toimenpiteitä. Aikuisten taidoissa on eroja koulutustaustan mukaan: ammatillisella koulutustaustalla työskentelevien teknologia-aidot ovat keskimäärin heikommät kuin korkeakoulutettujen. Työtehtävien teknologinen vaativuus, vapaa-ajalla oppiminen ja harrastukset vaikuttavat keskeisesti siihen, miten aikuiset omaksuvat teknologia-aidot.

**"Aikuisten oppiminen ja teknologia-aidot ovat yksilöllisiä. Ne heijastuvat siihen, miten he omaksuvat uutta ja oppivat käyttämään teknologiaa työpaikoilla"**



Samalla aikuisten oppiminen ja kiinnostus teknologiaan ovat hyvin yksilöllisiä.

Yksilölliset oppimispolut ja harrastuneisuus puolestaan heijastuvat siihen, miten aikuiset omaksuvat uutta teknologiaa ja käyttävät ja hyödyntävät sitä työpaikoilla ja vapaa-ajalla (5-8).

Valmistus 4.0 -siirtymän tuomia muutoksia työelämään ja yhteiskuntaan on ennakoitu Suomessa ja kansainvälisesti. Koulutuksen kehittämistä ei kuitenkaan ole tarkasteltu kokonaisvaltaisesti (9-11). Seuraavassa esitetään keskeiset suositukset sekä aloitteita ja esimerkkejä suomalaisen koulutuksen vahvistamiseksi. Ne on toteutettava, jotta Suomessa vastataan viimeisimmän teollisen vallankumouksen, Valmistus 4.0:n, digitalisaation ja työn muutoksen haasteisiin.

## Opettajien jatkuvaa oppimista on resurssoitava

Opetuksen ja kasvatuksen parissa työskentelevistä monet kuuluvat heikosti tai hyvin heikosti teknologisia ongelmanratkaisutaitoja hallitsevien ryhmään koko Euroopassa. PIAAC-tutkimuksen ammattiryhmien vertailu toi tämän esille (8).

Suomalaisopettajat kokevatkin tarvitsevänsä vahvempaa osaamista tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytössä. Näin todetaan myös TALIS-tutkimuksen tuloksissa. Tulokset perustuvat opettajien työolojen ja oppimisympäristöjen kansainväliseen vertailuun (12-13).



## Avainhankkeita ja kehittämisohjelmia on perustettava

Kansallisesti ja kansainvälisesti on toteutettu monia hankkeita, joista saatuja kokemuksia voidaan hyödyntää teknologikasvatuksen vahvistamiseksi. Esimerkiksi Ruotsissa on laadittu kouluille digitaitojen vahvistamisen ohjelma (14).

Tanskassa puolestaan käynnistettiin peruskouluissa pilotti teknologikasvatuksen vahvistamiseksi. Siinä teknologikasvatusta opetettiin upotettuna muihin oppiaineisiin (15). Pilotissa opiskelijoiden tavoitteet olivat:

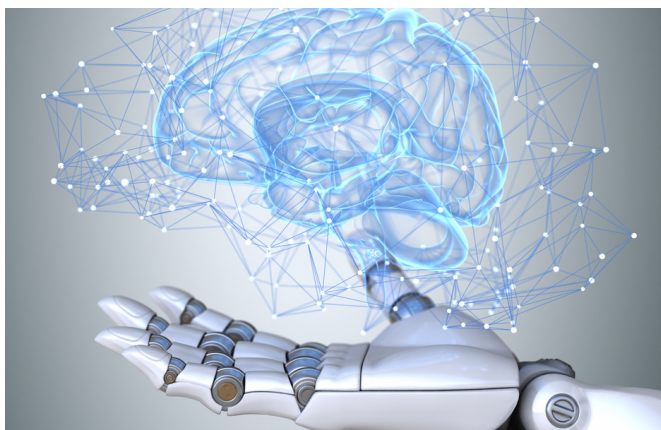
- (1) oppia tuntemaan ja analysoimaan esineitä, kappaleita ja tuotteita, jotka on valmistettu uutta teknologiaa, digitaalista valmistusta (eng. digital manufacturing) ja 3D-tulostusta hyödyntäen,
- (2) oppia kehittämään, muuntelemaan ja arvioimaan digitaalista teknologiaa hyödyntäviä tuotteita niitä tuottamalla sekä
- (3) oppia teknologian asemasta ja mahdollisuuksista yhteiskunnassa, jotta oppilaiden edellytykset toimia muuttuvissa työ-, oppimis- ja elinympäristöissä vahvistuvat.

Suomessa on peruskoulussa jo toteutettu ohjelmoinnillisen ajattelun opetusta luokilta 0-2 alkaen (ks. esim. 16).

Valmistus 4.0:n tuomaa monitahoista valmistavan teknologian muutosta ei ole kuitenkaan yhdistetty opintoihin laajemmin. Se on huomioitava sekä matemaattis-luonnontieteellisten aineiden opetuksessa että upotettuna muihin oppiaineisiin.

Uuden teknologian vaikutusten laaja-alaisuuden vuoksi uudenlaisen oppimisen ja oppimateriaalin tarve ulottuu kaikkialle, myös yhteiskuntaopista historiaan ja kieliin (17-19). Peruskoulun opetussuunnitelman monialaiset oppimiskokonaisuudet antavat mahdollisuuden teknologiakasvatuksen vahvistamiseen oppilaitoksen niin päättäessä.

Aikuisten uusien teknologioiden oppimiseksi on luotava merkityksellisiä täydennyskoulutuksia ja opintojaksoja yhteistyössä työelämän kanssa.



Niiden on vaihdeltava laajuudeltaan ja kohdattava sekä aikuisten että työelämän alakohtaiset tarpeet. Digitalisaatio on upotettava tutkintoihin ja kehitettävä uusia sisältöjä.

Koulutustarjonnan tulisi mahdollistaa myös kevyempi eri teknologioihin ja niiden käyttöön tutustuminen ja ammattitaidon kehittäminen työn ohessa. Uusia teknologioita sovelletaan eri tavoin rakennus-, terveydenhoito-, hotelli- ja ravintola-alalla tai matkailussa.

**"Siksi tarvitaan ammatti- ja tuotannonalakohtaista Valmistus 4.0 -teknologian murroksen tuomien sovelusten hyödyntämiseen liittyvää koulutuksen kehittämistyötä oppilaitoksissa ja opettajien yhteistyönä."**

Aiempien reformien perusteella opettajat tarvitsevat aikaa uusien eri teknologioita yhdistävien sisältöjen kehittämiseen. Heillä on oltava mahdollisuuksia vertaisoppimiseen toisilta opettajilta (15, 20).

Valmistus 4.0 -hankkeessa toteutetun LUMA-opettajien 3D-tutoropettajakoulutuksen kokemukset osoittivat, että 3D-tulostusta ja siihen liittyviä ohjelmia voidaan käyttää matematiikan, fysiikan ja kemian opetuksessa. Niitä voidaan hyödyntää yhtäältä eri muotoisten kappaleiden laskennan havainnollistamiseen ja toisaalta projektioppimiseen sekä kappaleiden suunnitteluun ja analysointiin.

**MFG 4.0** on Strategisen tutkimuksen neuvoston (STN) rahoittama 3 + 3 -vuotinen monitieteellinen tutkimushanke, jonka painopiste on 3D-tulostuksessa ja teollisessa automaatiassa, sekä niiden mukanaan tuoman valmistavan teollisuuden murroksen ymmärtämisessä ja siihen varautumisessa.

Lue lisää: <https://mfg40.fi>

## 1. Haaste: Teknologiakasvatuksen jatkuvuus varhaiskasvatuksesta korkeakoulutukseen

### Ratkaisu: Opintotarjonnan, opetussuunnitelmien ja opetuksen laadun kehittäminen

#### TOTEUTETTAVA:

- Teknologian murroksen laaja-alainen käsittely eri oppiaineissa.
- Peruskoulun monialaisten opintokokonaisuuksien hyödyntäminen teknologiakasvatuksessa.
- Paikasta riippumattoman digitaalisen koulutustarjonnan kehittäminen ammatilliseen koulutukseen ja korkeakoulutukseen vaikkapa Digicampusta hyödyntäen ([Campusonline.fi](https://campusonline.fi); [Digikampus.fi](https://digikampus.fi)).
- Opettajakeskeinen tutkivan opettajan ote teknologiakasvatuksen juurruttamiseksi oppilaitoksiin.
- Jo olemassa olevien digitutor- ja mentorointijärjestelmän kehittäminen (ks. Digisti -digitaidot haltuun, Varhaiskasvatuksen digiosajaksi!).
- LUMA-opettajien tuki ja LUMA-verkoston vahvistaminen sisältöjen ja pedagogisten mallien kehittämiseksi.

## 2. Haaste: Alueellinen ja alueiden välinen yhteistyö

### Ratkaisu: Oppilaitosten ja työelämän yhteistyö resurssien jakamiseksi ja oppimisen syventämiseksi

#### TOTEUTETTAVA:

- Alueelliset työpajat eri oppilaitosten osaamisen hyödyntämiseksi ja opettajien vertaisoppimisen mahdollistamiseksi (esim. [LUT-junior university, 2021](#)).
- Erojen kaventaminen teknologiakasvatuksen strategisessa johtamisessa (21).
- Teknologiakasvatusta aikuisille esim. mikro-opintojaksoja (micro-credentials) kansalaisopistojen ja avoimen yliopiston kautta (ks. esim. [Tietoyhteiskunnan kehittämisskeskus ry, 2020](#)).
- Tutkintojen osien ja niiden yhdistelmien tarjonta teknologisen osaamisen vahvistamiseksi eri alojen ammattilaisille (22, 23).
- Oppilaitosten työelämäyhteistyö osaamisen ja innovaatioiden luomiseksi (24, 25).

## 3. Haaste: Strateginen kehittäminen

### Ratkaisu: Opettajien täydennyskoulutuksen koordinointi, hallinnollisten vastuiden selkeys, kansallinen arviointiohjelma ja teknologiastrategiat

#### TOTEUTETTAVA:

- Opettajien täydennyskoulutuksen koordinaatio: yksittäisistä projekteista ja hankkeista jatkuvuuteen (13).
- Teknologiastrategioiden laatiminen, toteutettujen strategioiden arviointi ja päivitys.
- Eri koulutusasteet ylittävä yhteistyö alueellisten teknologiastrategioiden laatimiseksi.
- Hallinnollisten toimijoiden, kuten ministeriöiden, opetushallituksen ja kuntien sivistystoimen välinen työnjako selkeäksi: suunniteltava kenelle kuuluu strateginen, operatiivinen ja käytännön koulutyön kehittäminen eri oppilaitosmuodoissa ja niiden välisessä yhteistyössä teknologiakasvatuksen edistämiseksi.
- Valtakunnallinen ohjelma teknologiakasvatuksen toteutumisen seurantaan ja arviointiin, sekä säännöllinen oppimistulosten arviointi.

## Lähteet:

1. Pereira, A.C, & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing* (13), 1206–1214.
2. Michelsen K.E. (2020). Industry 4.0 in Retrospect and in Context. Teoksessa: Collan M., Michelsen KE. (Toim.) Technical, Economic and Societal Effects of Manufacturing 4.0. Palgrave Macmillan. See also: From Industry X.0 to Industry 6.0. Industry-X-White-Paper-3.5.2021\_Final.pdf (alliedict.fi)
3. Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?. *Technological forecasting and social change*, 114, 254–280.
4. Nedelkoska, L. & Quintini, G. (2018). Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202.
5. Nygren, H., ym. (2019). Lifelong learning: Formal, non-formal, and informal learning in the context of problem-solving skills in technology-rich environments. *The British Journal of Educational Technology*, 50(4), 1759–1770.
6. Nygren H., ym. (2020). The Fourth Industrial Revolution and Changes to Working Life: What Supports Adult Employees in Adapting to New Technology at Work?. Teoksessa Collan M., Michelsen KE. (Toim.) Technical, Economic and Societal Effects of Manufacturing 4.0. Palgrave Macmillan.
7. Hämäläinen, R., ym. (2015). Education and working life: VET adults' problem-solving skills in technology-rich environments. *Computers and Education*, 88(October), 38–47.
8. Hämäläinen, R., ym. (2021). Understanding teaching professionals' digital competence: What do PIAAC and TALIS reveal about technology-related skills, attitudes, and knowledge? *Computers in Human Behavior*, 117.
9. TEM. (2019). Edelläkävijänä tekoälyaikaan, Tekoälyohjelman loppuraportti. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja 23. Työ- ja elinkeinoministeriö.
10. Valtioneuvosto. (2018). Valtioneuvoston tulevaisuusselonteon 2. osa Ratkaisuja työn murroksessa. Valtioneuvoston kanslia.
11. Kaivo-oja, J. & Laureaus, T. (2019). Analysis of 2017 Gartner's Three Megatrends to Thrive the Disruptive Business, *Technology Trends 2008–2016, Dynamic Capabilities of VUCA and Foresight Leadership Tools*. *Advances in Technology Innovation*, (4), 2, 105–115.
12. Taajamo, M. & Puhakka, E. (2019). Opetuksen ja oppimisen kansainvälinen tutkimus TALIS 2018. Perusopetuksen vuosiluokkien 7–9 ensituloksia, osa 1. Opetushallitus.
13. Hämäläinen, R., ym. (2021). Understanding teaching professionals' digital competence: What do PIAAC and TALIS reveal about technology-related skills, attitudes, and knowledge?. *Computers in Human Behavior*, 117, Article 106672.
14. The Swedish Ministry of Education. (2017). Government decision I:1, Supplement to Government decision. Nationell Digitaliseringsstrategi För Skolväsendet. Dnr U2017/04119/S.
15. Tuhkala, A., ym. (2019). Technology Comprehension: Combining computing, design, and societal reflection as a national subject. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 20, 54–63.
16. Fagerlund, J. & Roos, S. (2020). Motivoivaa ja tavoitteellista oppimista ohjelmointiympäristöjä hyödyntäen. Teoksessa Veijola, A.; Salo, O.-P.; Roos, S. (Toim.) Merkityksellistä oppimista etsimässä: oppimisympäristöjen moninaisuus nyt ja tulevaisuudessa. Jyväskylän normaalikoulun julkaisuja, 16. Jyväskylän yliopisto, 135–162.
17. Leino, K., ym. (2019a). PISA 2018 ensituloksia – Suomi parhaiden joukossa. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja, 40.
18. Leino, K., ym. (2019b). Digiloikasta digitaitoihin: kansainvälinen monilukutaidon ja ohjelmoinnillisen ajattelun tutkimus (ICILS 2018). Jyväskylä: Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
19. Olofsson, A. D., ym. (2021). Digital competence across boundaries: beyond a common Nordic model of the digitalisation of K-12 schools?. *Education Inquiry*, 12(4), 317–328.
20. Gustafsson, U. (2021). Taking a step back for a leap forward: policy formation for the digitalisation of schools from the views of Swedish national policymakers, *Education Inquiry*.
21. Helsingin kaupungin opetusvirasto. (2016). Helsingin kaupungin opetuksen digitalisaatio-ohjelma vuosille 2016–2019.
22. Aittola, H., ym. (2018). Työelämälähtöinen avoin korkeakouluopetus (AVOT) -hankkeen arviointi: loppuraportti. Jyväskylän yliopisto, Koulutuksen tutkimuslaitos.
23. Vuorikari, R., ym. (2022). DigComp 2.2. The Digital Competence Framework for Citizen.
24. European Commission. (2020). Skills for Industry Curriculum Guidelines 4.0: Future-proof education and training for manufacturing in Europe. Executive Agency for Small and Medium-sized Enterprises (EASME).
25. Virtanen, A., ym. (Eds.). (2020). Työelämäpedagogiikka korkeakoulutuksessa. Koulutuksen tutkimuslaitos.
26. Virolainen, M. H. ym. (2022). The Transformation of Learning: From Learning Organizations to a Landscape of Ecosystems. In M. Malloch, L. Cairns, K. Evans, & B. O'Connor (Toim.), *The SAGE Handbook of Learning and Work* (ss. 126–144). Sage.