

Tekniikan alojen opiskelijoiden digi- taaliset valmiudet suhteessa työ- elämän ja opintojen muuttuviin osaamis- vaatimukseen

Meri-Tuulia Kaarakainen

VTT, tutkimuskoordinaattori
INVEST-lippulaiva,
Turun yliopisto
merluo@utu.fi

Loretta Saikkonen

KM, projektitutkija
Koulutussosiologian tutkimuskeskus,
Turun yliopisto
lorgal@utu.fi



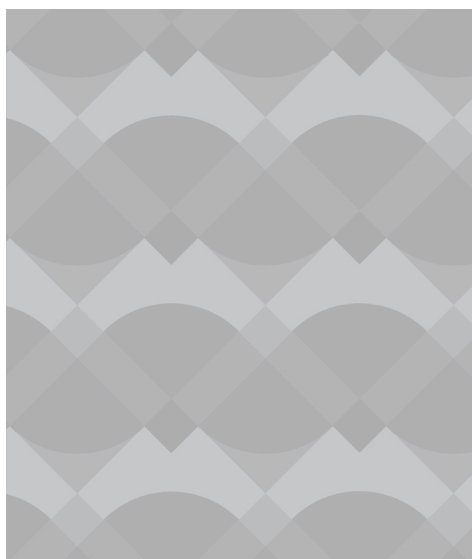
VERTAISARVIOITU
KOLLEGIALT GRANSKAD
PEER-REVIEWED
www.tsv.fi/tunnus

Teknologinen kehitys ja digitalisaatio muuttavat jokapäiväistä arkea ja työelämän osaamisvaatimuksia. Teollisuusaloilla teknologisen kehityksen sanotaan liittyvän neljänteen teolliseen vallankumoukseen, jo-

ka puolestaan kytkeytyy kyber-fyysisten järjestelmien kehittymiseen ja käyttöön-ottoon. Alalle toisen asteen koulutuksen saanutta työvoimaa tuottavassa ammatillisessa koulutuksessa ajankohtainen ilmiö

on osaamisperusteisuuden ja yksilöllisten opintopolkujen korostuminen. Työelämä ja siihen valmistava opetus edellyttävät digitaalisia valmiuksia parhaillaan ammattiin opiskelevalta tulevilta työntekijöiltä. Tutkimuksessa analysoidaan 435 opiskelijan digitaalisen osaamisen testituloksia sekä kyselyvastauksia siitä, miten paljon ammatillisten oppilaitosten opetuksessa hyödynnetään erilaisia digitaalisia resursseja. Tutkimus keskittyy tekniikan alojen opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin ja selvittää, miten erilaiset tavat hyödyntää digitaalisia resursseja ammatillisessa koulutuksessa yhdistyvät opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin. Tulokset osoittavat, että tekniikan alojen opiskelijoiden digitaalisissa valmiuksissa on verrattain paljon kehittämisen varaa. Runsas kuluttajakäytöstä tuttujen palvelujen ja sovellusten hyödyntäminen oppilaitoksissa yhdistyy negatiivisesti opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin. Sen sijaan näitä valmiuksia edistää ahkera tiedonhallintaa tukevien digitaalisten resurssien opeuskäyttö.

Avainsanat: *ammatillinen koulutus, digitaaliset valmiudet, digitaalisten resurssien opetusikäyttö, tekniikan alat*



Students' digital abilities in the field of engineering, manufacturing and construction in relation to the changing skills requirements of working life and vocational education

Technological development and digitalisation are changing the skill requirements of working life. In industrial sectors, this is said to be linked to the fourth industrial revolution associated with the development of cyber-physical systems. Concurrently, in Finnish vocational upper secondary education, the current phenomenon is the emphasis on knowledge-based and individualised learning. Both working life and vocational training require digital skills from future employees. This article examines students' digital abilities and how different ways to utilise digital learning resources in education combine with them. The data consist of 435 Finnish upper secondary education students in the field of engineering, manufacturing and construction. The results indicate that there is much room for improvement in students' digital abilities. Further, abundant use of consumer-friendly applications in educational settings is found to be negatively related to students' digital abilities. Instead, digital abilities are enhanced by the extensive use of digital resources in ways that support students' information management capabilities.

Keywords: *vocational upper secondary education, digital abilities, digital learning resources, the field of engineering, manufacturing and construction*

Johdanto

Merkittävä osa sosiaalisesta toiminnasta kotona, opinnoissa ja työpaikalla on nykyään digitaalisesti välittyntä. Työelämässä ajankohtaisia trendejä ovat nopean teknologisen kehityksen myötä robotisaatio- ja tekoälyratkaisut sekä toimintojen ja prosessien digitalisaatio. Nämä yleistyvät kaikilla toimialoilla vaatien työntekijöiltä uudenlaista osaamista ja taitojen päivittämistä. Digitaalisten teknologioiden sujuvaan käyttöön ja soveltamiseen liittyvä osaaminen korostuvat tulevaisuuden osaamistarpeina etenkin teknologia-aloilla, joiden sanotaan käyvän parhaillaan läpi neljättä teollista vallankumousta. Ensimmäistä 1700-luvulle ajoituvaa vallankumousta edistivät mekaniikka ja vesi- sekä höyryvoima. Toisen ajureina sen sijaan toimivat työn osittaminen, massatuotanto ja sähkö. Kolmatta puolestaan edistivät elektroniikka, tietoteknologia ja tuotannon automatisaatio. Parhailaan käynnissä oleva neljäs teollinen vallankumous liittyy erityisesti kyber-fyysisten järjestelmien kehittymiseen. (The American Society of Mechanical Engineers [ASME], 2015.) Kyber-fyysinen järjestelmä (Cyber-physical system, CPS) viittaa verkon avulla yhteen liitettyihin fyysisten laitteiden ja niitä ohjaavien ohjelmistojen kokonaisuuteen. Nykyaikaiset hissit ovat esimerkkejä tämänkaltaisista järjestelmistä.

Tätä digitaalisten teollisuusteknologioiden kehittymiseen kulminoituvaa Teollisuus 4.0 -termillä tunnettua ilmiötä ovat edistäneet teknologiset edistysaskeleet, kuten pilviteknologia, lisätyn todellisuuden

ratkaisut, kyberturvallisuus, IoT-teknologia (Internet of Things, IoT), järjestelmien integroitavuus, simulaatiot, robotisaatio, big data ja analytiikka sekä additiiviset valmistusmenetelmät (3D-teknologia) (Rüßmann ym., 2015). Uudistuva teollisuus työ edellyttää Industry 4.0 -raportissa (ASME, 2015) esitetyn tulevaisuuden teollisuustyöntekijän osaamisviitekehyyksen mukaan kaikilta työntekijöiltä tietoteknologista perusosaamista, datankäsittely-, laskenta- ja tilasto-osaamista, yleistä organisaatio- ja prosessiosaamista sekä kykyä hyödyntää moderneja käyttöliittymiä. Etua nähdään olevan siitä, että työntekijöillä on lisäksi hyvät tiedonhallinnan taidot, alakohtaiset organisaatio-, prosessi- ja järjestelmätaidot sekä tietoturva- ja tietosuojaa koskevaa osaamista. Jotkin työtehtävät edellyttävät lisäksi ohjelmointiosaamista, erikoistunutta järjestelmäosaamista, alakohtaisen lainsäädännön tuntemusta sekä työn ergonomian hallintaa. Uudistuva teollinen työ edellyttää lisäksi oman työskentelyn ja ajankäytön hallintaa, joustavuutta ja muutosmyönteisyyttä, yhteistyötaitoja sekä vuorovaikutusosaamista. Enenevässä määrin teollisuuden työntekijöiltä edellytetään kykyä ja motivaatiota elinikäiseen oppimiseen ja osaamisen jatkuvaan uudistamiseen. (ASME, 2015.) Edellä kuvattu osaamisviitekehys myötäilee OECD:n (2019) näkemystä, jonka mukaan menestys nyky-yhteiskunnissa koostuu perustaidoista (luku-, numero- ja digitaaliset taidot), laaja-alaisista kognitiivisista ja metakognitiivisista valmiuksista (kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisu ja itsesäätely), sosiaalisista ja emotionaalisista taidoista sekä ammatillisista, teknisistä ja erikoistuneista ammattialakohtaisista taidoista.

Globalisaation ja teknologisen kehityksen seurauksena teollisuuden rutiiniluonteiset tehtävät ovat Suomessa vähentyneet

(Asplund & Kauhanen, 2018). Asplund, Kauhanen ja Vanhala (2015) huomauttavat, että rakennemuutos työmarkkinoilla on mekanismi, jonka avulla teknologian kehityksen tarjoamat uudet mahdollisuudet muuntuvat korkeammaksi tuottavuudeksi ja sitä kautta hyvinvoinniksi. Tähän liittyy kuitenkin ammattien polarisoituminen, jota pidetään työmarkkinoiden tämän hetken keskeisimpänä ilmiönä. Työtehtävien polarisaatiolla tarkoitetaan sekä matala- että korkeapalkkaisten tehtävien työllisyysosuuden kasvamista samalla, kun keskituloisten tehtävien osuus laskee. Rakennemuutokselle on tyypillistä, että työmarkkinoilta poistuu työtehtäviä. Pitkällä aikavälillä niiden tilalle syntyy uusia työtehtäviä, joiden osaamisvaatimukset ovat erilaisia ja tyypillisesti vaativampia suhteessa poistuneiden tehtävien vaatimuksiin, mikä aiheuttaa tehtävärakenteiden muutosta ja vaateita osaamisen uudistamiselle. (Asplund ym., 2015.) Tämänkaltaisten muutosten keskellä kyky uudistaa omaa osaamista suojaa yksilöä ja helpottaa myös siirtymistä uudelle uralle.

Rutiininomaisten töiden automatisoituessa ammattien muospaineiden on todettu kohdistuvan erityisesti matalapalkkaisuun, vähemmän koulutettuihin ja yksityisellä sektorilla työskenteleviin teollisuustyöntekijöihin (Mäenpää, 2016). Samat työntekijät kuuluvat usein myös niihin ammattiryhmiin, joiden tehtävät siirtyvät helposti ulkomaille kansainvälistymisen ja ulkoistamisen myötä. Teknologisoitumisen vaikutus on toistaiseksi kohdistunut voimakkaimmin nimenomaan teollisuus- sekä toimistotyöntekijöihin. On kuitenkin havaittu, että toimistotyöntekijöiden osaaminen on korkeakoulutettujen ammattiryhmien tapaan helpommin siirrettävissä ammatista toiseen kuin teollisuustyöntekijöiden. (Asplund ym., 2015.) Yksilöiden uudelleen sijoittumi-

ssa tärkeitä ovat nimenomaan taidot ja osaaminen, jotka nyky-yhteiskunnissa yhdistyvät suotuisaan työmarkkina-asemaan ja sosiaaliseen hyvinvointiin (OECD, 2019). Taidot suojaavat yksilöitä käynnissä olevassa muutoksessa. Vaikka työtehtävät ja vaatimukset muuttuvat, teknologinen kehitys avaa uusia mahdollisuuksia, joihin laaja-alaisen osaamisen omaavien henkilöiden on muita helpompi siirtyä. (Asplund ym., 2015.)

Kansainvälisen aikuistutkimuksen (PIAAC) mukaan koulutustaso ja -valinnat määrittävät vahvasti suomalaisaikuisien taitoja korkeamman koulutuksen yhdistyessä parempaan perustaitojen hallinnan tasoon. Koulutustasoaikin keskeisempi erottava tekijä on PIAAC-tulosten mukaan toisen asteen opintojen jakautumisen ammatillisiin ja lukio-opintoihin, sillä lukiokoulutuksen saaneet menestyivät selkeästi ammatillisen koulutuksen saaneita paremmin niin lukutaidossa, numero-aidossa kuin tietotekniikkaa soveltavassa ongelmanratkaisutaidossakin. (Malin, Sulkunen, & Laine, 2013.) Usean teollisuusmaan pitkittäisaineistoon perustuvan tutkimuksen mukaan (Blossfeld ym., 2019) sosioekonominen tausta yhdistyy myönteisesti toisen asteen koulutukseen osallistumiseen ja lisää näin mahdollisuuksia suotuisalle koulutuspolulle. Usein suotuisana toisen asteen koulutusvalintana pidetään nimenomaan yleissivistävää, akateemiselle opintopolulle ohjaavaa koulutusmuotoa. Vaikka lukiokoulutus vaikuttaa edellisten perusteella ammatillista koulutusta suotuisammalta koulutusvalinnalta, toisen asteen suorittaneiden myöhempiin elämänvaiheisiin vaikuttavat kuitenkin enemmän sosioekonominen tausta ja varhainen koulumenestys kuin koulutusmuoto sinänsä. Sillimanin ja Virtasen (2019) tutkimus korostaa tarvetta huomioida opiskelijoiden aiempi koulume-

nestys tarkasteltaessa koulutusvalintojen vaikutusta myöhempiin elämänvaiheisiin heidän tulostensa osoittaessa, että nimenomaan ammatilliseen koulutukseen valituksi tulemisella on jopa lukiokoulutusta positiivisempi vaikutus niiden nuorten työuraan, jotka hakeutuvat ensisijaisesti ammatilliseen koulutukseen.

Suomalaista ammatillista koulutusta on äskettäin uudistettu: Ammatillisen koulutuksen reformi tuli voimaan tammikuussa 2018 uudistaen koulutusta säätelevän lainsäädännön. Sen tavoitteena on koulutuksen osaamisperusteisuus, asiakaslähtöisyys ja toimintatapojen yhtenäistäminen opetuksen tehostamiseksi, sen laadun parantamiseksi ja opiskelijoiden yhdenvertaisuuden edistämiseksi. Yksi keskeisimmistä ammatillisen koulutuksen reformin tavoitteista on ollut työelämässä tapahtuvan oppimisen lisääminen työelämään siirtymisen sujuvoittamiseksi. Keskeisenä tavoitteena on myös työelämän muuttuviin tarpeisiin vastaaminen. (Korpi, Hietala, Kiesi, & Rökköläinen, 2018.) Niille nuorille, joille peruskouluopiskelu on ollut työstä, toiminnallisen työssäoppimisen on oletettu lähtökohtaisesti näyttäytyvän houkuttelevana ja motivoivana vaihtoehtona (esim. Niemi & Rosvall, 2013). Työelämlähtöisyys ja osaamisperusteisuus tuovatkin ammatillista koulutusta lähemmäs työelämää. Ammatillinen koulutus sisältää kuitenkin edelleen sekä teoreettista että käytännönläheistä opiskelua. Ammatillisen koulutuksen reformi yhdistää kapea-alaisia tutkintoja laajemmiksi kokonaisuuksiksi, minkä ajatellaan kurovan umpeen ammatillisen koulutuksen ja lukion oppimistavoitteiden välistä kiihua. (Niemi & Jahnukainen, 2018.) Ylipäätään nykyään sekä lukio- että ammatillinen koulutus korostavat laaja-alaisen tiedollisten valmiuksien hallinnan merkitystä yhdistettynä erikoistuneisiin taitoi-

hin, jotka mahdollistavat paitsi ammatialakohtaisiin vaatimuksiin vastaamisen, myös vielä tuntemattomiin mahdollisuuksiin tarttumisen tulevaisuudessa (OECD, 2019). OECD:n (2019) mukaan ammatillisista oppilaitoksista valmistuvilta odotetaan tulevaisuudessa entistä enemmän kykyä siirtyä myös akateemisiin jatko-opintoihin, mikä aiheuttaa haasteita ammatillisten oppilaitosten opetukselle ja edellyttää ennen kaikkea riittäviä aiemalla koulutusasteella hankittuja perustaitoja.

Oppimisen yksilöllistyminen liittyy usein oppimisen digitalisoitumiseen.

Nykyaikainen ammattiin opiskelu korostaa yksilöllistä etenemistä omiin tarpeisiin ja valintoihin pohjautuen. Samalla se edellyttää opiskelijoilta entistä enemmän vastuunottoa opinnoistaan: opiskelijan tulee kyetä suunnittelemaan opintopolkuaan ja ottamaan vastuuta etenemisestään. (Meriläinen & Rökköläinen, 2016.) Itsenäisyyden vaatimukset ulottuvat myös työssäoppimisjaksoille, joiden aikana nuorten odotetaan kykenevän itsenäiseen työskentelyyn (Mikkonen, Pylväs, Rintala, Nokelainen, & Postareff, 2017). Yksilöllisyys jättää toisaalta myös opiskelun tai työllistymisen ongelmat opiskelijan itsensä vastuulle, jolloin opiskelijaa vastuutetaan myös asioista, joihin hänen vaikutusmahdollisuutensa ovat kovin vähäiset. Ammatillisen koulutuksen opettajat ja opiskelijahuollon ammattilaiset ovatkin nostaneet esille uhkakuvia työpaikoille siirrettävään opiskeluun ja yksilöllisiin opintopolkuihin liittyen. Etenkin liiallinen rutiininomaisten tehtävien teet-

täminen työssäoppimispaikoilla sekä opiskelijoiden ohjaamisen vähyys tunnustetaan keskeisiksi riskeiksi. Opettajat ovat huolissaan myös opiskelijoiden perustaitojen eli riittävien luku-, matematiikka- ja tiedonhankintavalmiuksien turvaamisesta työssäoppimiseen painottuvien opintojen aikana kontaktiopetuksen vähentyessä. (Niemi & Jahnukainen, 2018.)

Oppimisen yksilöllistyminen liittyy usein oppimisen digitalisoitumiseen, joka osaltaan mahdollistaa aikaan ja paikkaan sidotun kontaktiopetuksen vähentämisen. Digitalisoitunut opiskelu edellyttää opiskelijoilta kykyä ohjata omaa sitoutumistaan oppimiseen erilaisia hyödyllisiksi oletettuja digitaalisen teknologian muotoja hyödyntäen. Tämä lisää yksilökeskeisyyttä ja opiskelijoiden näkemistä yrittäjämäisinä itsensä kehittäjinä, joita ohjaavat ulkoiset tavoitteet ja pyrkimys oman suoriutumisen jatkuvaan parantamiseen. (Castañeda & Selwyn, 2018). On selvää, että monen nuoren kohdalla tämänkaltaisen itsenäisyys ja vastuunotto oman ammattitaidon kehittämisestä on paljon vaadittu. Tällainen opiskelu edellyttää lisäksi opiskelijoilta riittäviä digitaalisia valmiuksia opinnoista selviytymiseen. Yksilöllinen ja omaa vastuuta korostava opiskelu saattaa johtaa opiskelijoiden keskuudessa lisääntyvään polarisaatioon: toiset menestyvät ja sopeutuvat joustavaan ja itsenäiseen opiskelumalliin, kun taas toisten opinnot eivät etene ilman ohjausta. Riittävien digitaalisten valmiuksien puute vaikeuttaa entisestään itsenäistä opiskelua oppimisen siirtyessä enenevässä määrin digitaalisiin ympäristöihin. Onkin osoitettu, että toisen asteen opiskelijoiden digitaaliset valmiudet oletetaan yleensä paremmiksi kuin mitä ne tosiasiassa ovat (esim. van Dijk & van Deursen, 2014). Takkuisesti etenevät opinnot, ohjauksen puute ja irrallisuuden tunne omasta opintoryhmästä

ja opinnoista saattavat pahimmillaan johtaa opintojen keskeytymiseen, mikä tekniikan aloista koskettaa etenkin kone- ja metallialaa (Pensonen & Ågren, 2018).

Digitalisaation edetessä opintojen ja työelämän uudenlaiset vaatimukset muuttavat yhdessä merkittävästi niitä odotuksia, joita teknisen alan opiskelijoihin kohdistuu. Odotuksissa korostuvat itseohjautuvan opiskelun ja jatkuvan osaamisen kehittämisen taidot, joiden merkitystä lisää teknisen alan nopea teknologinen kehitys, joka edellyttää kykyä ylläpitää ajantasaisia digitaalisia taitoja ja valmiuksia. Tämän tutkimuksen tavoitteena on selvittää, millaiset ovat nykyisten teknisten alojen opiskelijoiden digitaaliset valmiudet ja miten nämä valmiudet yhdistyvät erilaisten digitaalisten resurssien hyödyntämiseen osana ammatillisten oppilaitosten opetusta. Tekniikan alojen opiskelijoista koostuvaan aineistoon pohjautuvan tutkimuksemme tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Miten paljon digitaalisia laitteita, sovelluksia ja oppimateriaaleja tekniikan alojen opiskelijoiden oppilaitoksissa käytetään osana opetusta?
2. Millaiset ovat tekniikan alojen opiskelijoiden digitaaliset valmiudet?
3. Millaisia toisistaan erottuvia käyttötapoja digitaalisten resurssien hyödyntämisestä opetuksessa muodostuu?
4. Miten nämä käyttötavat ovat yhteydessä tekniikan alojen opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin?

Aineisto ja tutkimusmenetelmät

Tutkimuksen aineisto on kerätty osana Suomen Akatemian Strategisen tutkimuksen neuvoston rahoittamaa Polkuja työhön -hanketta syksyllä 2017. Tämä tutkimus keskittyy tekniikan alojen osa-aineistoon, johon kuu-

luu 435 opiskelijaa. Näistä miehiä on 87 prosenttia ja naisia 13 prosenttia. Opiskelijoiden keski-ikä on 17,1 vuotta (15–22). Tutkitut opiskelijat opiskelivat tekniikan alojen koulutusohjelmissa Lounais-Suomen, Länsi- ja Sisä-Suomen sekä Pohjois-Suomen aluehallintovirastojen alueilla.

Mittarina tutkimuksessa hyödynnettiin Turun yliopiston Koulutussosiologian tutkimuskeskuksessa (RUSE) kehitettyä ICT-taitotestiä. Testi sisältää testiosuuden sekä sitä edeltävät kyselyosuudet, joissa selvitetään testattavien taustatietojen lisäksi erilaisten digitaalisten teknologioiden käyttökohteiden käyttöaktiivisuutta sekä erilaisten laitteistojen, sovellusten ja oppimateriaalityyppien hyödyntämisen määrää osana oppilaitosten opetusta. Käyttötottumuskyselyssä selvitetään (kysymällä “Oppilaitoksessani käytetään opetuksessa...”) digitaalisten laitteiden, ohjelmistojen ja e-oppimateriaalien sekä perinteisten oppimateriaalien hyödyntämistä opiskelijoiden oppilaitoksissa opetukseen asteikolla 0 = ei koskaan, 1 = toisinaan, 2 = viikoittain, 3 = päivittäin ja 4 = useita tunteja päivässä.

Varsinainen osaamistesti sisältää tehtäviä tieto- ja viestintätekniikan 18 eri osa-alueelta (Liite 1). Osa-alueet jaoteltiin Industry 4.0 -raportin (ASME, 2015) mukaisesti digitaalisiin perustaitoihin, joita edellytetään kaikilta työntekijöiltä (laitteiden käyttöosaaminen ja välineiden perustoiminnallisuuksien tuntemus), nykyaikaisissa teollisuustöissä hyödyllisiksi nähtyihin informaatiotaitoihin (sisältäen informaation tuottamisen, haun ja sen jakamisen erilaisissa verkostoissa ja palveluissa, ks. Cigognini, Pettenati, & Edirisingha, 2011) ja tietoturva- ja tietosuojataitoihin (peruskäsitteet ja -periaatteet) sekä erityisosaamisen piiriin kuuluviin

ohjelmointitaitoihin. Tässä tutkimuksessa hyödynnetty ICT-taitotesti ei mitannut viitekehykseen sisältyneitä datankäsittelyn, laskennan ja tilasto-osaamisen osa-alueita. Taulukko 1 kuvaa edellä esitettyjen osa-alueiden summamuuttujien muodostamista ICT-taitotestin osa-alueista. Osa-aluemuuttujat normalisoitiin samalle, välillä 0–1 vaihtelevalle asteikolle, jolloin ne kuvaavat vertailukelpoisesti sitä, miten suuren osuuden kunkin osaamisalueen sisällöistä testatut opiskelijat hallitsivat.

Digitaalisten resurssien ja perinteisten oppimateriaalien hyödyntämistä ammatillisten oppilaitosten opetuksessa tarkasteltiin vastausten jakaumiin perustuen. Digitaalisten valmiuksien tasoa puolestaan tarkasteltiin osa-aluekeskiarvojen perusteella sekä testaamalla riippumattomien otosten t-testillä keskiarvoissa mahdollisesti havaittavia sukupuolten välisiä eroja. Analysoitaessa opetukseen käytettävistä käyttökohteista muodostuvia toisistaan erottuvia käyttötapoja sovellettiin pääkomponenttianalyysiä (principal component analysis, PCA). Pääkomponenttianalyysi on monimuuttujamenetelmä, joka analysoi havaintotaulukkoa, jossa havainnot on kuvattu keskenään korreloivina numeerisina muuttujina. Menetelmä etsii muuttujien muodostamasta avaruudesta analysoitavien muuttujien vaihtelun kerääviä suuntia eli pääkomponentteja: se etsii ensin eniten muuttujien vaihtelua keräävän suunnan ja tämän jälkeen aina seuraavaksi eniten vaihtelua keräävän suunnan. Pääkomponenttianalyysi kuvaa havaintojen ja muuttujien samankaltaisuutta esittämällä ne pisteinä alkuperäistä yksinkertaisemmassa ominaisuusavaruudessa. (Ks. Abdi & Williams, 2010; Jolliffe, 2002.)

Pääkomponenttianalyysin tuottamaa mallia arvioidaan sen ominaisarvojen pe-

Taulukko 1. ICT-taitotestin osa-alueiden luokittelu digitaalisten valmiuksien osa-alueisiin

ICT-taitotestin osa-alueet	Digitaaliset perustaidot	Informaatio-taidot	Tietoturva- ja tietosuojataidot	Ohjelmointi-taidot
Perustoiminnot	x			
Tiedonhaku		x		
Tietoverkot	x			
Tekstinkäsittely	x			
Taulukkolaskenta	x			
Esitysgrafiikka	x			
Verkostoituminen		x		
Viestintä		x		
Tietoturva			x	
Kuvankäsittely		x		
Videon- ja äänenkäsittely		x		
Pilvipalvelut ja julkaiseminen		x		
Sovellusten käyttöönotto			x	
Asennukset ja päivitykset	x			
Ohjelmoinnin alkeet				x
Tietokannat				x
Web-ohjelmointi				x
Ohjelmointi				x

rusteella. Ominaisarvot kertovat pääkomponenttien kyvystä kerätä analysoitujen muuttujien hajontaa: mitä suurempi ominaisarvo, sitä paremmin komponentti muuttujien hajonnan kerää. (Abdi & Williams, 2010.) Niin sanotun Kaiserin kriteerin (esim. Beavers ym., 2013) mukaan hyväksyttävänä ominaisarvona pidetään arvoa, joka on suurempi kuin 1. Tässä tutkimuksessa pääkomponenttianalyysin tuottamat pääkomponentit ylittävät tämän raja-arvon selvästi (ensimmäisen pääkomponentin ominaisarvo on 4,335 ja toisen pääkomponentin 1,365): ensimmäinen pääkomponentti selittää 39,4

prosenttia muuttujien varianssista, toinen 12,4 prosenttia. Yhdessä ne täten selittävät 51,8 prosenttia opiskelun kuvaavien käyttökohteiden kokonaisvaihtelusta. Kaiser-Meyer-Olkinin testisuureen arvo 0,858 sekä Barlettin sväärisyydestin tulos ($\chi^2 = 1488,541$, $df = 55$, $p < 0,001$) osoittavat analysoinnin kohteena olevan korrelaatiomatriisin soveltuvuuden kyseisen menetelmän hyödyntämiseen. Tutkimuskirjallisuudessa esitetään erilaisia raja-arvoja (tyypillisesti 0,25–0,50) sille, minkä suuruisia komponenttilatauksia pidetään merkitsevinä (Peres-Neto, Jackson, & Somers, 2003). Tässä tutkimuksessa 0,5 ylit-

tävää latausta sovelletaan raja-arvona sille, kuuluvatko analysoidut digitaalisten oppimisresurssien käyttömuuttajat löydettyihin pääkomponentteihin.

Ammatillisissa oppilaitoksissa opetus-tilanteissa hyödynnettävien digitaalisten resurssien ja opiskelijoiden digitaalisten valmiuksien osa-alueiden keskinäisiä yhteyksiä analysoitiin hyödyntäen korrelaatiomatriisia visualisoimaan Pearsonin korrelaatiokertoimiin perustuvia muuttujien välisiä yhteyksiä. Pääkomponenttien yhteyksiä digitaalisten valmiuksien osa-alueisiin analysoitiin niin ikään Pearsonin korrelaatiomenetelmää hyödyntäen.

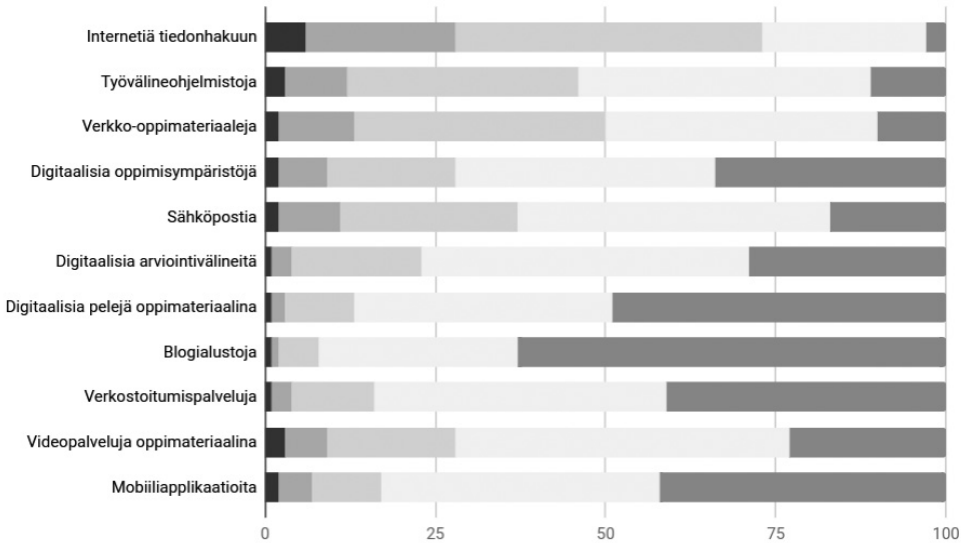
Tulokset

Opiskelijoiden vastausten perusteella pöytä- ja/tai kannettavat tietokoneet ovat ammatillisissa oppilaitoksissa tekniikan aloilla käytös-

sä pääosin päivittäin: peräti joka kolmas opiskelija ilmoittaa näitä käytettävän useita tunteja päivässä, ja kaikkiaan neljä viidestä opiskelijasta ilmoittaa tietokoneita käytettävän opetuksessa päivittäin. Vain joka viidennen opiskelijan oppilaitoksessa pöytä- tai kannettava tietokone on käytössä korkeintaan viikoittain. Älypuhelimia oppilaitoksissa hyödynnetään niin ikään ahkerasti: useampi kuin joka kolmas opiskelija käyttää niitä opiskelussa päivittäin, joka neljäs viikoittain ja vain joka kolmas korkeintaan toisinaan. Tablettitietokoneet ovat ammatillisissa oppilaitoksissa erilaisista laitetyypeistä vähiten käytössä. Silti vajaa viidennes tekniikan alojen opiskelijoista käyttää niitä opetuksessa päivittäin ja joka kolmas viikoittain.

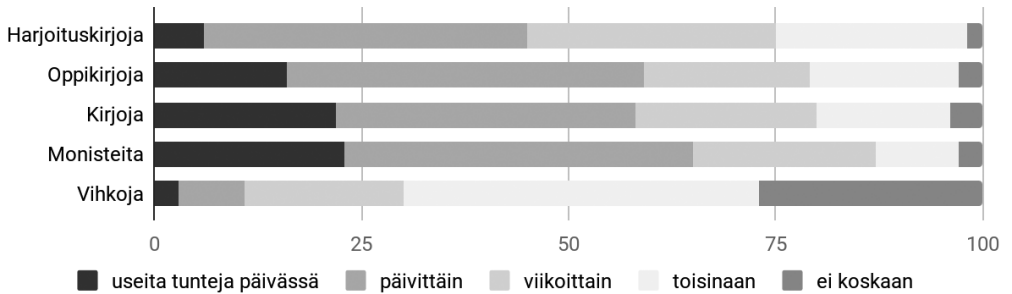
Kuvio 1 havainnollistaa tekniikan alojen opiskelijoiden vastauksia kyselyosuu-teen, jossa kysyttiin erilaisten digitaalisten resurssien, kuten oppimateriaalien ja

Oppilaitoksessani käytetään opetuksessa:



Kuvio 1. Digitaalisten oppimateriaalien, ohjelmistojen ja sovellusten käyttöaktiivisuus ammatillisten oppilaitosten opetuksessa tekniikan alojen opiskelijoiden arvioiden mukaan

Oppilaitoksessani käytetään opetuksessa:



Kuvio 2. Perinteisten oppimateriaalien käyttöaktiivisuus tekniikan alojen oppilaitosten opetuksessa opiskelijoiden arvioiden mukaan

ohjelmistojen, käytön määrää opetuksessa. Yleisimmin oppitunneilla hyödynnetään Internetiä tiedonhaun lähteenä. Internet-tiedonhaku kuuluu opetuksen päivittäiseen arkeen joka kolmannella opiskelijoista ja vähintään viikoittain peräti kolmella neljäsosalla opiskelijoista. Verkko-oppimateriaaleja hyödynnetään opetukseen joka toisen opiskelijan oppilaitoksessa vähintään viikoittain, samoin työvälineohjelmistoja. Myös sähköpostia ja videopalveluja, kuten Youtubea, käytetään oppimateriaalina vähintään toisinaan valtaosassa oppilaitoksia. Sen sijaan blogialustojen, digitaalisten oppimisympäristöjen ja arviointivälineiden, mobiiliapplikaatioiden, verkostoitumispalvelujen sekä digitaalisten pelien käyttö ammatillisten oppilaitosten opetuksessa jää opiskelijoiden arvioiden mukaan vähäiseksi.

Kuvio 2 puolestaan kuvaa perinteisten oppimateriaalien käytön määrää opetuksessa ammatillisissa oppilaitoksissa tekniikan alojen opiskelijoiden kyselyvastausten perusteella. Vastauksista piiryy kuva ammatillisten oppilaitosten tarjoaman opetuksen varsin perinteisestä oppimateriaalikannasta. Monisteita käytetään useilla oppitunneilla päivässä melkein joka neljäs opiskelijan oppilaitoksessa, ja päivit-

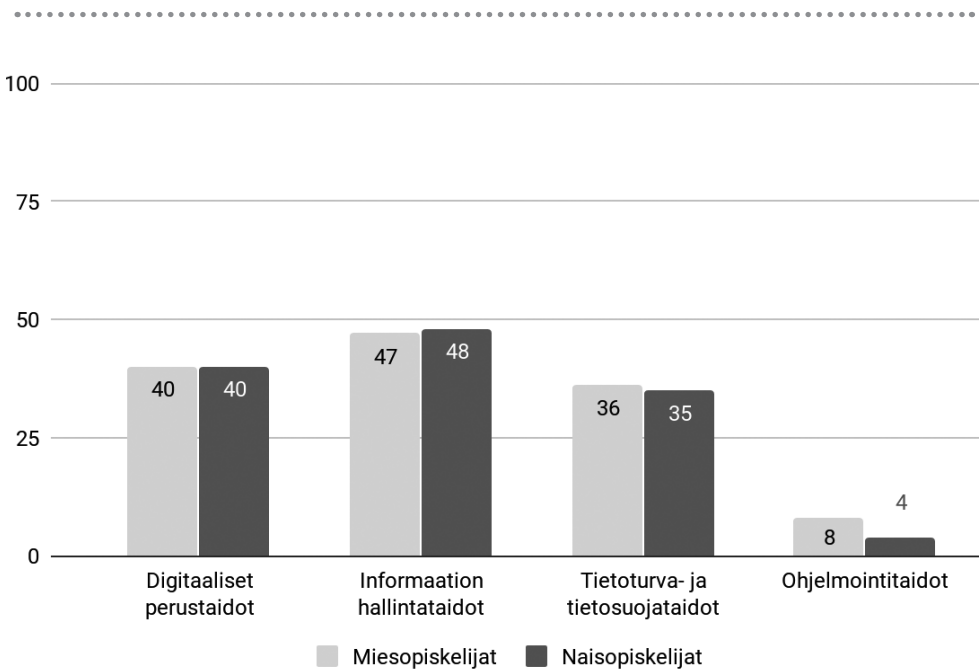
täin peräti kaksi kolmasosaa opiskelijoista opiskelee monisteiden avulla. Oppikirjoja hyödynnetään opetuksessa melkein yhtä paljon, samoin muuta painettua kirjallisuutta. Harjoitus- tai tehtäväkirjojen käyttö on ammatillisissa opinnoissa selvästi edellisiä vähäisempää, sillä vain vajaa puolet opiskelijoista vastaa niitä hyödynnettävän vähintään päivittäin, joskin kolme neljästä opiskelijasta vastaa harjoituskirjoja käytettävän oppitunneilla vähintään viikoittain. Perinteisistä oppimateriaaleista ammatillisissa oppilaitoksissa vähiten suosiossa vaikuttavat opiskelijoiden vastausten perusteella olevan vihkotöihin perustuva opetus, sillä noin kaksi kolmasosaa vastaa vihkoja käytettävän korkeintaan toisinaan.

Kuvio 3 kuvaa tutkittujen tekniikan alojen opiskelijoiden digitaalisia valmiuksia sukupuolen mukaan. Digitaalisiin perustaitoihin liittyvistä tehtävistä opiskelijat hallitsevat keskimäärin noin 40 prosenttia ($\bar{x} = 0,40$, $\sigma = 0,25$). Mies- ja naisopiskelijoiden välillä ei todeta eroja perustaitojen hallinnassa (t -arvo = 0,113, p -arvo = 0,909). Informaatiotaitoihin liittyvistä tehtävistä opiskelijat saavuttivat keskimäärin 47 prosenttia ($\bar{x} = 0,47$, $\sigma = 0,21$) tarjolla olleista pisteistä. Sukupuolten välillä

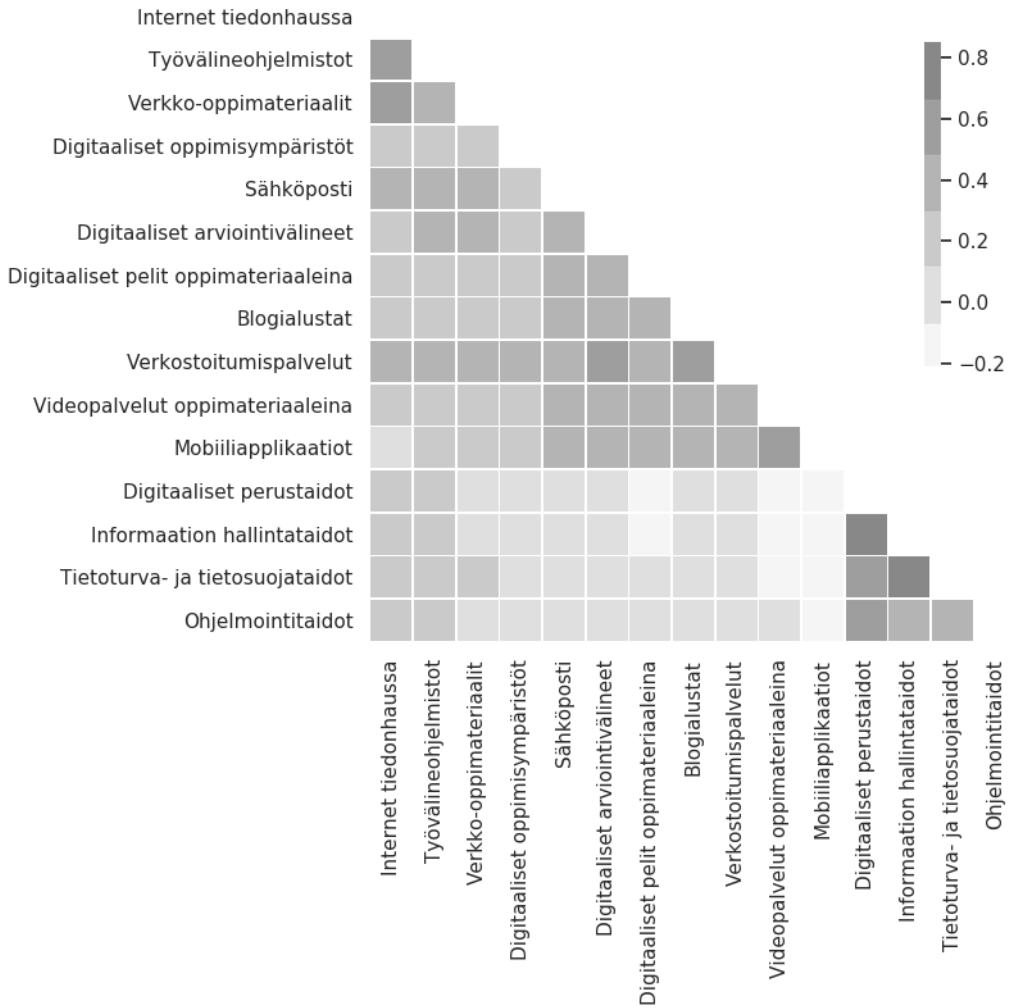
ei todeta tilastollisesti merkitsevää eroavaisuutta (t -arvo = $-0,300$, p -arvo = $0,764$). Tietoturva- ja tietosuojataitoja mittaavista tehtävistä opiskelijat hallitsevat keskimäärin 36 prosenttia (\bar{x} = $0,36$, σ = $0,26$). Näissäkin taidoissa mies- ja naisopiskelijoiden välillä ei todeta merkitsevää eroa (t -arvo = $0,393$, p -arvo = $0,694$). Sen sijaan ohjelmointitaitoja vaativissa tehtävissä opiskelijat saavuttivat keskimäärin vain seitsemän prosenttia (\bar{x} = $0,07$, σ = $0,12$) tarjolla olleista pisteistä. Ohjelmointitehtävissä miesopiskelijoiden todetaan suoriutuvan merkitsevästi naisopiskelijoita paremmin (t -arvo = $3,052$, p -arvo = $0,003$). Kaikilla osa-alueilla keskihajonta on varsin suuri kertoen osaamisen tason suuresta vaihtelusta opiskelijoiden keskuudessa.

Kaiken kaikkiaan digitaalisten valmiuksien hyvä hallinta jää vain harvojen opis-

kelijoiden varaan, sillä digitaalisissa perustaidoissa ja informaatiotaidoissa 75 prosenttia tehtävistä saavuttaa vain vajaa kymmenesosa opiskelijoista. Hyvän suoriutumisen rajana käytettiin 75 prosenttia, koska sen ylittävät pisteet kertovat testattujen hallitsevan kunkin osa-alueen sisällöt keskimäärin kattavasti jättäen silti mahdollisuuden epäonnistua joissain yksittäisissä tehtävissä. Tietoturvan ja tietosuojan vastaavaan hyvään hallintaan yltyy kolme prosenttia tekniikan alojen opiskelijoista. Erityisosaamisen piiriin kuuluvan ohjelmoinnin kohdalla tilanne on vielä heikompi, eikä hyvään hallintaan ohjelmoinnin osa-alueella yllä tutkituista opiskelijoista kukaan. Tarkasteltaessa yksittäisiä ohjelmoinnin tehtäviä todetaan, että täysiin pisteisiin yltyy alkeisohjelmoinnissa 15 opiskelijaa, tietokannoissa ei kukaan, web-ohjelmoinnissa 11 opiskelijaa ja ohjelmoinnissa 4 opiskelijaa.



Kuvio 3. Tekniikan alojen opiskelijoiden digitaaliset valmiudet keskiarvoprosentteina osa-alueiden maksimipisteistä sukupuolen mukaan



Kuvio 4. Korrelaatiomatriisi opiskelijoiden digitaalisten valmiuksien ja erilaisten digiresurssien opetuskäytön välisistä yhteyksistä

Kuvio 4 havainnollistaa erilaisten digitaalisten sovellus-/palvelu- ja oppimateriaaliresurssien opetuskäytön ja opiskelijoiden digitaalisten valmiuksien keskinäisiä yhteyksiä korrelaatiomatriisin muodossa. Kuviossa korrelaatiokertoimien (Pearson) arvot vaihtelevat -0,21 ja 0,77 välillä vaaleasta (negatiivinen) tumman (positiivinen) harmaaseen. Kuten kuviosta voidaan todeta, digitaalisia valmiuksia kuvaavat muuttujat (digitaaliset perustaidot, informaatiotaidot, tietoturva- ja tietosuojataidot sekä ohjelmointitaidot) korreloivat voimakkaasti keskenään. Erityisesti digi-

taalisten perustaitojen ja informaatiotaitojen välinen yhteys on voimakas ($r = 0,77$), samoin informaatiotaitojen sekä tietoturva- ja tietosuojataitojen välinen yhteys ($r = 0,73$). Myös digitaaliset perustaidot korreloivat tietoturva- ja tietosuojataitojen kanssa ($r = 0,61$). Ohjelmointitaitojen yhteys muihin digitaalisten valmiuksien osa-alueisiin jää voimakkuudeltaan hieman maltillisemmaksi (ohjelmointitaitojen korrelaatio digitaalisiin perustaitoihin $r = 0,50$, informaatiotaitoihin $r = 0,46$ ja tietoturva- ja tietosuojataitoihin $r = 0,40$).

Vastaavasti erilaisten digitaalisten resurssien käytössä oppitunneilla todetaan keskinäisiä yhteyksiä erilaisten digiresurssien hyödyntämisen yhdistyessä toisiin samantapaisiin käyttökohteisiin. Opetuksessa hyödynnettävistä digitaalisista resurssista hahmottuu pääkomponenttianalyysin avulla kaksi muuttujien muodostamasta ominaisuusavaruudesta muuttujien vaihtelua keräävää suuntaa: ensimmäiselle suunnalle on luonteenomaista kuluttajakäytöstä tuttujen digitaalisten (mobiilikäyttöisten) palvelujen ja sovellusten hyödyntäminen osana opetusta, kun taas toista suuntaa luonnehtii tiedonhallintaa tukevien digitaalisten välineiden ja resurssien käyttö opetuksessa. Ensimmäiseen pääkomponenttiin latautuvat mobiiliapplikaatioiden (komponenttilataus 0,79), blogialustojen (0,74), videopalvelujen (0,72), verkostoitumispalvelujen (0,67), digitaalisten pelien (0,62), digitaalisten arviointivälineiden (0,51) ja sähköpostin (0,50) käyttö opetustilanteissa. Tiedonhallinnan käyttökohteiden pääkomponenttiin latautuvat sen sijaan Internetin käyttö tiedonhakuun oppitunneilla (0,81) sekä työvälineohjelmistojen (0,74) ja verkko-oppimateriaalien (0,74) käyttö opetuksessa. Mallin ulkopuolelle jää digitaalisten oppimisympäristöjen käyttö opetuksessa, sillä komponenttilatauksen arvon perusteella se ei kuulu kumpaankaan mallin muodostamaan pääkomponenttiin.

Digitaalisten valmiuksien ja erilaisten digiresurssien väliset yhteydet jäävät voimakkuudeltaan vähäisiksi. Kuvioista 4 voidaan kuitenkin todeta, että digitaalisten palvelujen ja sovellusten pääkomponenttiin kuuluvien resurssien käytön yhteydet digitaalisiin valmiuksiin ovat negatiivisia. Kun asiaa tarkastellaan pääkomponenttien ja taitojen osa-alueiden välisten yhteyksien kautta, todetaan että digitaalisten palvelujen ja sovellusten pääkomponent-

ti korreloi negatiivisesti niin digitaalisiin perustaitoihin ($r = -0,22$), informaatiotaitoihin ($r = -0,17$), tietoturva- ja tietosuojataitoihin ($r = -0,12$) kuin ohjelmointitaitoihinkin ($r = -0,08$). Toisin kuin muiden osa-alueiden, ohjelmointitaitojen yhteys digitaalisten palvelujen ja sovellusten käytön pääkomponenttiin ei ole tilastollisesti merkitsevää. Tiedonhallinnan käyttökohteista muodostuva pääkomponentti sen sijaan korreloi positiivisesti digitaalisten perustaitojen ($r = 0,26$), informaatiotaitojen ($r = 0,20$), tietoturva- ja tietosuojataitojen ($r = 0,23$) sekä ohjelmointitaitojen ($r = 0,10$) kanssa. Kuten edellisessä, myöskään tiedonhallinnan käyttökohteiden pääkomponentin yhteys ohjelmointitaitoihin ei ole tilastollisesti merkitsevää.

Pohdinta

Artikkelissa esiteltyjen tutkimustulosten perusteella opetukseen ja opiskeluun liittyvä digitaalisten sovellusten ja oppimateriaalien käyttö jää tekniikan alojen opiskelijoiden vastauksissa vähäiseksi suhteessa perinteisiin oppimateriaaleihin. Tietoteknisiä laitteita käytetään opetuksessa suhteellisen paljon, etenkin pöytä- ja kannettavia tietokoneita, jotka ovat käytössä neljän viidesosan tutkimukseen osallistuneen tekniikan alojen opiskelijan oppilaitoksessa päivittäin. Digitaalisten oppimateriaaliresurssien hyödyntäminen opetuksessa jää kuitenkin yhteenlaskettunakin suhteellisen vähäiseksi, ja opiskelijoiden runsaaksi arvioima laitteiden käyttöaktiivisuus oppilaitoksissa sisältäneekin osittain opiskelijoiden viihtymiseen, omien asioiden hoitamiseen ja kommunikointiin liittyvää käyttöä.

Industry 4.0 -raportissa (ASME, 2015) esitetyn tulevaisuuden teollisuustyöntekijän osaamisviitekehukseen suhteutettuna käsillä olevan tutkimuksen tulokset osoit-

*Erityistä huomiota
tulisi kiinnittää
opiskelijoiden digitaalisten
perustaitojen
vahvistamiseen.*

tavat, että tekniikan alojen opiskelijoilla on parannettavaa kaikilla digitaalisten valmiuksien osa-alueilla. Erityistä huomiota tulisi kiinnittää opiskelijoiden digitaalisten perustaitojen vahvistamiseen, sillä niitä edellytetään paitsi kaikilta alan työntekijöiltä myös alan opinnoista suoriutumiseen. Ammatillisen koulutuksen opiskelijoiden digitaalisiin perustaitoihin panostaminen on tärkeää myös aiempien tutkimusten tulosten valossa: ammatillisten oppilaitosten opiskelijoiden digitaaliset perustaidot ovat keskimäärin lukio-opiskelijoita heikkomat (Kaarakainen, Kivinen, & Vainio, 2018), ja suomalaisaikuisien keskuudessa nimenomaan tietotekniikkaa soveltavassa ongelmanratkaisussa ammatillisen koulutuksen suorittaneet jäävät eniten jälkeen lukiokoulutuksen suorittaneiden taitotasosta (Malin, Sulkuinen, & Laine, 2013).

Sukupuolten väliset erot digitaalisissa valmiuksissa jäivät tutkittujen opiskelijoiden keskuudessa vähäisiksi lukuun ottamatta ohjelmointitaitoja, joissa miesopiskelijat menestyivät naisopiskelijoita tilastollisesti merkitsevästi paremmin. Aiempi tutkimus osoittaa, että kokonaisuudessaan sukupuolierot digitaalisissa taidoissa jäävät vähäisiksi, mutta sukupuolten osaamisessa on laadullisia eroavaisuuksia miesten ja naisten osaamisen kohdistuessa eri osaamisalueille: naisopiskelijat menesty-

vät keskimäärin miesopiskelijoita paremmin koulutyöhön ja sosiaaliseen kommunikaatioon liittyvissä tehtävissä, kun taas miesopiskelijat suoriutuvat keskimäärin naisopiskelijoita paremmin teknistä osaamista vaativissa tehtävissä (Kaarakainen, Kivinen, & Kaarakainen, 2017). Toisen asteen opiskelijoiden aineistossa, johon tässä analysoitu osa-aineisto kuuluu, erilainen osaaminen yhdistyy lisäksi edelleen sekä toisen asteen koulutusvalintojen että opiskelijoiden tulevien ammattitaitojen vahvaan sukupuolittuneisuuteen: erot digitaalisissa taidoissa eri koulutusvalintojen välillä ovat suuret vahvimman ja laaja-alaisimman digitaalisen osaamisen kasautuessa nimenomaan miesvaltaisten alojen opiskelijoille (Kaarakainen, Kaarakainen, & Kivinen, 2018).

Digitaalisten resurssien käytössä erotuu kaksi erilaista digitaalisten oppimateriaalien ja sovellusten käyttötappaa, joita tyypillisesti hyödynnetään tekniikan alan ammatillisessa opetuksessa. Ensimmäiselle on luonteenomaista kuluttajakäytöstä tuttujen digitaalisten, usein mobiilikäyttöisten, palvelujen ja sovellusten runsas hyödyntäminen osana opetusta, kun taas toista tapaa luonnehtii tiedonhallintaa tukevien digitaalisten resurssien suosiminen opetuksessa. Näistä ensimmäisen ahkera käyttö opetuksessa vaikuttaa olevan negatiivisessa yhteydessä opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin. Nykyisin suositujen kuluttajakäyttöön suunniteltujen helpokäyttöisten digitaalisten resurssien on nähty soveltuvan opetuskäyttöön juuri siksi, etteivät ne edellytä ymmärrystä teknologiasta (Flewitt, Messer, & Kucirkova, 2015). Samanaikaisesti juuri helpokäyttöisyys kuitenkin estää käyttäjiään kohtaamasta sen kaltaisia haasteita, joiden ratkaisemisessa piilee mahdollisuus taitojen ja osaamisen kehittymiseen. Tsetsi ja Rains (2017) ovatkin varoittaneet, et-

tä erityisesti älypuhelin Internetin käytön pääasiallisena välineenä uhkaa yksipuolistaa teknologioiden käyttöä jättäen yksinomaan sen varassa olevat käyttäjät monien digitaalisten teknologioiden tuottamien mahdollisuuksien ulkopuolelle.

Edellä mainituista syistä oppilaitoksissa on syytä pyrkiä tietoisesti monipuolistamaan nuorten laitteiden käyttöä, eikä ainakaan yksipuolisesti edistää pelkkää älypuhelimien varaan jäävää käyttöä. Tämän tutkimuksen tulosten mukaan mobiilikäyttöisten sovellusten sijaan tiedonhallintaa tukevien digitaalisten resurssien opetuskäyttö korreloi positiivisesti kaikkien digitaalisten valmiuksien osa-alueiden kanssa. Tämä opetuskäytön kategoria edellyttää opiskelijoilta laaja-alaisia taitoja hyödyntää Internetiä ja erilaisia työvälinesovelluksia sekä omaa aktiivista harkintaa, valintojen tekemistä ja toiminnan suunnittelua annettujen tavoitteiden saavuttamiseksi. Tämänkaltaisessa digitaalisten välineiden käytössä korostuu kuluttajakäyttöön tarkoitettujen sovellusten käytön sijaan opiskelijoiden oma aktiivinen toiminta sekä sisältöjen muokkaaminen ja tuottaminen. Tällainen teknologian hyödyntäminen tarjoaa mobiilisovellusten hyödyntämistä enemmän potentiaalisia ylläkkäitä opiskelijoiden osaamisen kehittymiselle.

Tässä tutkimuksessa tarkasteltujen opetuskäyttötapojen lisäksi toisen asteen opiskelijoiden digitaalisiin valmiuksiin vaikuttavat toki vapaa-ajalla hankitut kokemukset digitaalisten teknologioiden parissa ja näin karttuva osaaminen. Aiemmissä tutkimuksissa käyttötottumusten (Kaarainen, Saikkonen, & Savela, 2018) ja käytön myötä karttuvan osaamisen (Kaarainen, Kivinen, & Kaarakainen, 2017) on todettu olevan varsin vaihtelevia nuorten keskuudessa. Vapaa-ajan kokemus-

ten myötä laaja-alaiset taidot ja hyödylliset kokemukset kertyvät joillekin nuorille toisten taitojen ja kokemusten jäädessä yksipuolisiksi (Kaarainen & Kaarakainen, 2018). Näin ollen pelkän vapaa-ajan käytön varaan jäävä digitaalisten taitojen hankkiminen uhkaa eriarvoistaa nuorten digitaalisten valmiuksien kehittymisen. Oppilaitosten rooli onkin tärkeä tulevaisuuden kansalaisten ja työntekijöiden osaamisperusteisten mahdollisuuksien tasa-arvon turvaamisessa.

Riittävien digitaalisten perusvalmiuksien tarjoaminen osana ammatillisia opintoja on tärkeää erityisesti työelämän muutosten näkökulmasta: digitaalinen osaaminen suojelee yksilöitä työelämän murroksessa etenkin teknologia-aloilla. Opetuksessa tulee huomioida pelkkää nykyteknologiaa ja sen hyödyntämistä laajempi näkökulma, sillä nopea teknologinen kehitys edellyttää mukautumiskykyä (ks. esim. Holtgrewe, 2014). Opiskelijoille ei tule tarjota vain oppimaan oppimisen, vaan myös digitaalisen osaamisen uusintamisen taitoja. Digitalisoituvien teollisuusalojen opiskelijoille nämä taidot ovat ensiarvoisen tärkeitä alan nopean digitalisoitumisen, sitä ravisuttavan rakennemuutoksen ja uusien teknologioiden tuottamien uudenlaisten osaamisvaatimusten vuoksi. Kiinnittämällä huomiota ammattiin opiskelevien digitaalisiin perusvalmiuksiin ehkäistään myös opintojen keskeytymistä varmistamalla, että jokainen ammatistiin opiskeleva nuori hallitsee taidot, joita enenevässä määrin digitalisoituvaa oppimista ja sen edellyttämää itsenäistä opiskelua edellyttävät.

Lähteet

- Abdi, H., & Williams, L. J. (2010). Principal component analysis. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(4), 433–459. Doi: 10.1002/wics.101
- The American Society of Mechanical Engineers (ASME). (2015). *Industry 4.0. A discussion of qualifications and skills in the factory of the future. A German and American perspective*. New York: The American Society of Mechanical Engineers. Luettu osoitteesta https://m.vdi.eu/fileadmin/vdi_de/redakteur/karriere_bilder/VDI-ASME__2015__White_Paper_final.pdf
- Asplund, R., & Kauhanen, A. (2018). Teknologinen kehitys, ammattirakenteiden muutos ja osaaminen. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 20(1), 91–98. Luettu osoitteesta <https://akakk.fi/wp-content/uploads/AKAKK-1.2018-NET.pdf>
- Asplund, R., Kauhanen, A., & Vanhala, P. (2015). *Ammattirakenteet murtuvat. Mihin työntekijät päätyvät ja miksi?* Helsinki: Elinkeinoelämän tutkimuslaitos ETLA. Luettu osoitteesta https://www.etla.fi/wp-content/uploads/ETLA_B268_Ammattirakenteet_murtuvat_kansilla.pdf
- Beavers, A. S., Lounsbury, J. W., Richards, J. K., Huck, S. W., Skolits, G. J., & Esquivel, S. L. (2013). Practical considerations for using exploratory factor analysis in educational research. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 18(6), 1–13. Luettu osoitteesta <https://pdfs.semanticscholar.org/a0a9/c0d005f0878f79811b930d16f8d83bfc4a1d.pdf>
- Blossfeld, H.-P., Kulic, N., Skopek, J., Triventi, M., Kilpi-Jakonen, E., Vonode Vilhena, D., & Bucholz, S. (2019). Conditions and consequences of unequal educational opportunities in the life course: Results from the cross-national comparative EDLIFE project. *KZfSS Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* (online first). Doi: 10.1007/s11577-019-00595-w
- Castañeda, L., & Selwyn, N. (2018). More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15. Doi: 10.1186/s41239-018-0109-y
- Cigognini, M. E., Pettenati, M. C., & Edirisingha, P. (2011). Personal knowledge management skills in web 2.0-based learning. Teoksessa M. J. V. Lee, & C. McLoughlin (toim.), *Web 2.0-based e-learning: Applying social informatics for tertiary teaching* (ss. 109–127). Hershey: Information Science Reference.
- van Dijk, J. A. G. M., & van Deursen, A. J. A. M. (2014). *Digital skills. Unlocking the information society*. New York, NY: Palgrave Macmillan. Doi: 10.1057/9781137437037
- Flewitt, R., Messer, D., & Kucirkova, N. (2015). New directions for early literacy in a digital age: The iPad. *Journal of Early Childhood Literacy*, 15(3), 289–310. Doi: 10.1177/1468798414533560
- Holtgrewe, U. (2014). New new technologies: The future and the presence of work in information and communication technology. *New Technology, Work and Employment*, 29(1), 9–24. Doi:10.1111/ntwe.12025
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal component analysis* (2. painos). New York, NY: Springer.
- Kaarakainen, S.-S., & Kaarakainen, M.-T. (2018). Tulevaisuuden toivot – Digitaalisten medioiden käyttö nuorten osallisuuden ja osaamisen lähteenä. *Media & Viestintä*, 41(4), 235–254. Doi: 10.23983/mv.77458
- Kaarakainen, M.-T., Kaarakainen, S.-S., & Kivinen, A. (2018). Seeking adequate competencies for the future: The digital skills of Finnish upper secondary school students. *Nordic Journal of Science and Technology Studies*, 6(1), 4–20. Doi: 10.18261/issn.1891-943x-2018-04-05
- Kaarakainen, M.-T., Kivinen, A., & Kaarakainen, S.-S. (2017). Differences between the genders in ICT skills for Finnish upper comprehensive school students: Does gender matter? *Seminar.net. International Journal of Media, Technology & Lifelong Learning*, 13(2), 1–16. Luettu osoitteesta <https://journals.hioa.no/index.php/seminar/article/view/2304>
- Kaarakainen, M.-T., Kivinen, O., & Vainio, T. (2018). Performance based test for assessing ICT skills – A case study of students’ and teachers’ ICT skills in Finnish schools. *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 349–360. Doi: 10.1007/s10209-017-0553-9
- Kaarakainen, M.-T., Saikkonen, L., & Savela, J. (2018). Information skills of Finnish basic and secondary education students: The role of age, gender, education level, self-efficacy and technology usage. *Nordic Journal of digital literacy*, 13(4), 56–72. Doi: 10.18261/issn.1891-943x-2018-04-05
- Korpi, A., Hietala, R., Kiesi, J., & Rökköläinen, M. (2018). *Ammatillisen koulutuksen osaamisperusteisuus, asiakaslähtöisyys ja toiminnan tehokkuus. Osaamisperusteisuuden tila*. Helsinki: Valtioneuvoston kanslia. Luettu osoitteesta https://karvi.fi/app/uploads/2018/01/Osaamisperusteisuuden-tila_KARVI_VNTEAS.pdf

Malin, A., Sulkunen, S., & Laine, K. (2013). *Kansainvälisen aikuistutkimuksen ensituloksia*. PIAAC 2012. Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja 2013:19. Luettu osoitteesta <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75272/okm19.pdf>

Meriläinen, R., & Rökköläinen, M. (2016). Työssä oppimisen monet näkökulmat. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 17(4), 4–8. Luettu osoitteesta <https://ohjaan.fi/wp-content/uploads/2017/09/Ty%C3%B6paikalla-tapahtuvaa-oppimista-ja-ohjausta-edist%C3%A4%C3%A4t-ja-est%C3%A4%C3%A4t-tekij%C3%A4t.pdf>

Mikkonen, S., Pylväs, L., Rintala, H., Nokelainen, P., & Postareff, L. (2017). Guiding workplace learning in vocational education and training: A literature review. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 9(9). Doi: 10.1186/s40461-017-0053-4

Mäenpää, M. (2016). *Millainen on työn ja markkinoiden tulevaisuus?* Helsinki: Suomen itsenäisyyden juhlarahasto. Luettu osoitteesta https://www.sitra.fi/julkaisut/Muut/Millainen_on_tyon_ja_tyomarkkinoiden_tulevaisuus.pdf.

Niemi, A.-M., & Jahnukainen, M. (2018). Tuen tarve, työelämäpainotteisuus ja itsenäisyyden vaatimus ammatillisen koulutuksen kontekstissa. *Ammattikasvatuksen aikakauskirja*, 20(1), 9–25. Luettu osoitteesta <https://akakk.fi/wp-content/uploads/AKAKK-1.2018-NET.pdf>

Niemi, A.-M., & Rosvall, P.-Å. (2013). Framing and classifying the theoretical and practical divide: How young men's positions in vocational education

are produced and reproduced. *Journal of Vocational Education and Training*, 65(4), 445–460. Doi: 10.1080/13636820.2013.838287

OECD (2019). *OECD skills strategy 2019: Skills to shape a better future*. Pariisi: OECD Publishing. Doi: 10.1787/9789264313835-en

Personen, S., & Ågren, S. (2018). *Ammatillisen koulutuksen läpäisyn määrällisen seurannan selvitys lukuvuodelta 2016–2017*. Helsinki: Opetushallitus. Luettu osoitteesta https://www.oph.fi/download/189825_ammattillisen_koulutuksen_lapaisyn_määrällisen_seurannan_selvitys_lukuvuodelt.pdf

Peres-Neto, P. R., Jackson, D. A., & Somers, K. M. (2003). Giving meaningful interpretation to ordination axes: Assessing loading significance in principal component analysis. *Ecology*, 84(9), 2347–2363. Doi: 10.1890/00-0634

Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., & Harnisch, M. (2015). *Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries*. Boston, MA: Boston Consulting Group. Luettu osoitteesta http://www.inovasyon.org/pdf/bcg.perspectives_industry.4.0_2015.pdf

Silliman, M., & Virtanen, H. (2019). Labor market returns to vocational secondary education. *ETLA Working Papers* No 65. Luettu osoitteesta: <http://pub.etla.fi/ETLA-Working-Papers-65.pdf>

Tsetsi, E., & Rains, S. A. (2017). Smartphone Internet access and use: Extending the digital divide and usage gap. *Mobile Media & Communication*, 5(3), 239–255. Doi: 10.1177/2050157917708329

LIITE 1. ICT-taitotestin osa-alueet ja tehtäväkuvaukset

Osa-alue	Kuvaus
Perustoiminnot	Tehtävässä pitää valita oikea näppäinyhdistelmä haluttuun toimintoon. Toimintoja on kahdeksan ja vaihtoehtoja 12. Toisessa tehtävässä esitetään neljä tilannetta, joihin tulee valita tallennusväline tai muistityyppi kahdeksasta vaihtoehdosta.
Tiedonhaku	Tehtävä sisältää neljä tapausta, joissa kussakin kolmesta vaihtoehdosta tulee valita oikea hakukanava, josta hankkia tietoa annetusta aiheesta. Toisessa tehtävässä esitetään kymmenen hakukoneen hakutulosta, joista tulee valita kaksi esitetyn hakutavoitteen suhteen relevanttia ja luotettavaa tulosta.
Tietoverkot	Tehtävässä tulee yhdistää oikea verkko-/tiedonsiirtoteknologia neljään erilaiseen tiedonsiirtotarpeeseen. Toisessa tehtävässä tulee yhdistää oikea selitys neljään tietoverkkoja koskevaan käsitteeseen.
Tekstinkäsittely	Tekstikatkelmaan tulee tehdä lihavointi, kursivointi, alleviivaus ja korostus. Tehtävässä hyödynnetään tekstieditoria, jossa on vaadittujen toimintojen lisäksi muitakin ominaisuuksia.
Taulukkolaskenta	Tehtävässä pitää täyttää annetut tuote- ja hintatiedot taulukkolaskentataulukon, lihavoida otsikkorivi ja järjestää hintasarakkeen mukaan nousevaan järjestykseen.
Esitysgrafiikka	Esitysgrafiikkaohjelman yleisnäkymän on merkitty keskeisiä näkymän osia. Tehtävässä tulee yhdistää nimet oikeisiin näkymän osiin (esimerkiksi tunnistaa alatunniste ja muistiinpanoalue). Tunnistettavia osia on kahdeksan ja vaihtoehtoja 11.
Verkostoituminen	Tehtävässä tulee yhdistää oikeat yhteisöpalvelut (12) neljään erilaisia palveluja koskevaan kuvaukseen/käyttötarkoitukseen. Toisessa tehtävässä tulee valita oikea vastaus kysymykseen, mitä yhteisöpalvelulla tarkoitetaan (3 vaihtoehtoa) ja valita neljä verkostoitumispalvelujen tietoturvasuuteen liittyvää tosiasiaa yhdeksästä vaihtoehdosta.
Viestintä	Tehtävässä tulee täyttää sähköpostin vastaanottajatiedot (vastaanottaja, kopio, piilokopio), otsikko ja liittää liitetiedosto annettujen ohjeiden perusteella. Tehtävässä tulee valita "kaikki tiedot, joita voidaan käyttää käyttäjien tunnistamiseen Internetissä". Yhdentoista vaihtoehdon joukko sisältää kahdeksan oikeaa vastausvaihtoehtoa.
Tietoturva	Tehtävässä tulee valita neljä turvalliseen verkkoviestintään liittyvää väittämää seitsemästä vaihtoehdosta. Toisessa tehtävässä tulee tunnistaa ulkomaisessa nettikahvilassa asiointiin liittyen sen tietoturvan arviointiin liittyvät seikat (5) kymmenestä vaihtoehdosta.
Kuvankäsittely	Tehtävässä tulee valita seitsemästä vaihtoehdosta oikeat kuvankäsittelytyökalut kuvan rajaamiseen ja kuvassa olevan henkilön kasvojen muokkaamiseksi tunnistamattomaksi. Toisessa tehtävässä tulee valita yhdeksästä kuvankäsittelyyn liittyvästä väittämästä neljä paikkansapitävää väitettä ja valita vektorigrafiikan kaksi tiedostomuotoa seitsemästä vaihtoehdosta.



Osa-alue	Kuvaus
Videon- ja äänenkäsittely	Tehtävässä tulee valita kymmenestä äänen-, kuvan- ja videonkäsittelyyn liittyvästä väittämästä toimenpiteet, jotka ovat toteutettavissa yhdellä kameralla kuvatulle videomateriaalille. Toisessa tehtävässä tulee vastata kysymykseen "Kumpi [alla esitetyistä] vaihtoehdoista liittyy häviölliseen äänenpakkaukseen?".
Pilvipalvelut ja julkaiseminen	Tehtävässä tulee valita, mitkä pilvipalveluja tai niiden mahdollisuuksia koskevista kuudesta väittämästä pitävät paikkansa. Toisessa tehtävässä tulee valita kolmesta vaihtoehdosta se, joka mahdollistaa YouTube-videon jakamisen rajatusti myös niille, joilla ei ole YouTube-tiliä. Kolmannessa tehtävässä kysytään, edellisen tehtävän rajoitettuun videon jakamiseen viitaten, "Voidaanko nyt olla varmoja, ettei video leviä ulkopuolisten nähtäväksi Internetissä [...]?".
Sovellusten käyttöönotto	Tehtävässä tulee valita kymmenen vaihtoehdon joukosta ne asiat (5), joihin on syytä kiinnittää huomiota arvioitaessa mobiilisovellusten tietoturvasuutta. Toisessa tehtävässä tulee valita henkilö tietojen tietosuojan oikea määritelmä neljästä vaihtoehdosta.
Asennukset ja päivitykset	Tehtävässä tulee valita "liittyykö väittämä asennukseen vai päivitykseen" ja "onko väittämässä kyse päivityksestä vai 'versiopäivityksestä'". Kummassakin tehtävässä annetaan neljä väittämää.
Ohjelmoinnin alkeet	Graafisen alkeisohjelmoinnin tehtävässä tulee kirjoittaa ohjeiden mukainen komentosarja, jolla kulkea esitetyn sokkelon alkupisteestä päätepisteeseen. Toisessa tehtävässä tulee kirjoittaa kysytyyn muuttujan arvo tehtävässä annetun pseudokoodin suorituksen jälkeen.
Tietokannat	Relaatiotietokantoihin liittyvässä tehtävässä tulee muodostaa SQL-lause annettujen ohjeiden ja yksinkertaisen tietokantakaavion perusteella. SQL-lauseen muodostamiseksi annetaan 12 termiä, joista neljä muodostaa oikean vastauksen. Toisessa tehtävässä kysytään "Mitä tarkoitetaan NoSQL-tietokannoilla?" ja annetaan kolme vastausvaihtoehtoa.
Web-ohjelmointi	Tehtävässä esitetään kolme verkkosivun luomiseen tarvittavaa tiedostoa (HTML, CSS ja JavaScript) sekä niiden tuottama verkkosivunäkymä. Tutkittavien pitää vastata neljään yksinkertaisen verkkosivustonäkymän muokkaamiseen sekä esitettyjen tiedostojen välisiin yhteyksiin liittyvään monivalintatehtävään. Kolmessa tehtävässä on neljä vastausvaihtoehtoa ja yhdessä kolme.
Ohjelmointi	Tehtävässä tulee sijoittaa ohjelmointitehtävän Java-kieliset koodirivit oikeille paikoilleen annettujen kommenttien perusteella. Koodirivivaihtoehtoja on 14, joista kymmentä tarvitaan oikeaan ratkaisuun.