

*Oppilaiden laaja-alaisen osaamisen edistäminen ja
tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön vahvistaminen*

Kohti laskennallisen ajattelun osaamista



Editor: Pekka Neittaanmäki

Covers: Kati Valpe

Cover photo: Seppo Tarvainen

Copyright © 2014

Marja Kankaanranta, Martti Lehto, Pekka Neittaanmäki ja Jyväskylän yliopisto

ISBN 978-951-39-6040-7 (verkkoj.)

ISSN 2323-5004

Jyväskylän yliopistopaino, Jyväskylä 2014

Kohti laskennallisen ajattelun osaamista

Oppilaiden laaja-alaisen osaamisen edistäminen ja
tieto- ja viestintätekniikan opetuskäytön vahvistaminen

Marja Kankaanranta, Martti Lehto, Pekka Neittaanmäki

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
1 ICT-OSAAMISESTA TULEVAISUUDEN PERUSTA.....	6
1.1 Kansallisia tavoitteita.....	6
1.1.1 Avainteknologiat ja tulevaisuus (2003).....	6
1.1.2 Digitaalinen agenda (2010).....	6
1.1.3 Hallitusohjelma (2011).....	7
1.1.4 Tietoyhteiskuntakehittäminen (2012).....	7
1.1.5 ICT 2015 -työryhmän raportti (2013).....	8
1.1.6 Älystrategia KIDE (2013).....	8
1.1.7 Luonnos perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiksi vuodelle 2016.....	9
1.2 Kansainvälinen viitekehys 2000-luvun taidoille.....	9
1.3 EU:n asettamia tavoitteita.....	10
1.3.1 Tietotekniset taidot 2000-luvulla (2007).....	10
1.3.2 e-Skills for the 21 century (2007).....	11
1.3.3 EU digitaalistrategia (2010) ja (2012).....	11
1.3.4 Digiosaamista Euroopan työmarkkinoille (2013).....	12
1.3.5 Grand Coalition for Digital Jobs (2013).....	12
1.4 Tieto- ja viestintäteknisen osaamisen parantaminen koko opetusjärjestelmässä.....	14
2 LASKENNALLISEN AJATTELUN PERUSTEITA JA ROOLI OPETUKSESSA ERI MAISSA	18
2.1 Tieteen paradigmat.....	18
2.2 Laskennallisen ajattelun periaatteet.....	20
2.3 Laskennallinen ajattelu opetuksessa.....	23
2.3.1 Yhdysvallat.....	23
2.3.2 Iso-Britannia.....	25
2.3.3 Tanska.....	26
3 TIETO- JA VIESTINTÄTEKNIIKAN OPETUKSEN KANSALLISIA TAVOITTEITA.....	29
3.1 Nykytila.....	29
3.1.1 Perusopetuksen taitotasot.....	29
3.1.2 Opetustoimen henkilöstön digiosaamisen viitekehys, Ope.fi.....	30
3.1.3 Kansallinen tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön suunnitelma...31	
3.1.4 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016 (luonnos): tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen.....	31
3.2 Tieto- ja viestintäteknisten taitotavoitteiden vertailu.....	32
LIITE 1: COMPUTER SCIENCE PRINCIPLES CURRICULUM FRAMEWORK.....	39
LIITE 2: COMPUTING PROGRAMMES OF STUDY FOR KEY STAGES 1-4.....	41
LÄHTEET.....	44

TIIVISTELMÄ

Tässä raportissa esitetään vuosina 2014–2017 toteutettavan kaksiosaisen koko yleissivistävää koululaitosta koskevan tieto- ja viestiteknologiaosaamisen (TVT) parantamiseen ja laskennallisen ajattelun osaamisen integroimiseen tähtäävän kehittämisohjelman käynnistämistä. Tavoitteena on peruskoulun ja lukion tieto- ja viestintäteknisen osaamisen sekä erityisesti LUMA-aineisiin kytkeytyvän laskennallisen ajattelun (LA) osaamisen saaminen kansallisissa ja EU-tason linjauksissa asetettujen tavoitteiden vaatimalle tasolle. Tavoitteena on saavuttaa laskennallisen ajattelun osaamisessa Euroopan johtavien maiden Iso-Britannian ja Tanskan taso vuoteen 2018 mennessä. Hanke linkittyy kansalliseen koulutuksen pilviväylän kehittämiseen.

Hanke toteutetaan kahdessa vaiheessa:

Vaihe I 2014–2015:

1. Kansainvälinen selvitys tieto- ja viestintäteknikan ja laskennallisen ajattelun koulutuksen tasosta ja kehittämishankkeista eri maissa
2. Tavoitteiden asettaminen eri koulutusasteille ja koulutuksen integrointi olemassa oleviin opintosuunnitelmiin
3. Laskennallisen ajattelun opetusmateriaalin kehittäminen
4. Suomeen soveltuvan koulutusmallin pilotointi osana käynnistyvää kansallista pilvikouluhanketta

Vaihe II 2016–2017:

1. Laskennallisen ajattelun osaamistaitojen liittäminen osaksi yleissivistävää koulutusta
2. Toimeenpanon toteuttaminen pilvikoulua hyödyntäen kaikille oppilaille peruskouluissa ja lukioissa

Tämä raportti perustuu niihin kansallisiin tavoitteisiin, joita on esitetty eri strategioissa ja tavoiteohjelmissa, kuten *Avainteknologiat ja tulevaisuus* (2003), *Digitaalinen agenda* (2010), *Hallitusohjelma* (2011), *Tietoyhteiskuntakehittäminen* (2012), *ICT 2015 - työryhmän raportti* (2013) ja *Älystrategia KIDE* (2013). Lisäksi raportissa on otettu huomioon EU:n asettamia tavoitteita, kuten *Tietotekniset taidot 2000-luvulla* (2007), *e-Skills for the 21 century* (2007), *EU digitaalistrategia* (2010) ja (2012), *Digiosaamista Euroopan työmarkkinoille* (2013) ja *Grand Coalition for Digital Jobs -ohjelma* (2013)

2000-luvun alusta lähtien eri ohjelmat, strategiat ja kehittämishankkeet ovat havainneet puutteita tieto- ja viestiteknologian (TVT) osaamisessa sekä laadun että

määrän osalta. Davosin World Economic Forumissa tammikuussa 2014 todettiin, että tehdyistä toimenpiteistä huolimatta pahimman skenaarion mukaan Eurooppaa saattaa kohdata lähes 900,000 ICT-ammattilaisen puute vuoteen 2020 mennessä, vaarantaen sen kasvun ja digitaalisen kilpailukyvyyn saavuttamisen. Davosissa saatiin aikaan "Davos Declaration on the Grand Coalition for Digital Jobs" -hanke, jossa EU:n digitaali-strategian toimenpiteisiin yhdistetään uusia koulutukseen ja oppimiseen, e-osaamiseen ja työllistymiseen liittyviä toimenpiteitä.

Suomen tilanne on vastaava. Opetushallitus laati vuonna 2005 suositukset oppilaiden TVT-taitotasoiksi perusopetuksessa, joita eri kunnat ja koulutuskuntayhtymät ovat vaihtelevasti käyttäneet omissa opetussuunnitelmissaan. Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunta organisoi syksyllä 2008 'Tieto- ja viestintäteknikka koulun arjessa'-hankkeen, jossa kehitettiin malleja ja käytänteitä tieto- ja viestintäteknikan pedagogisen käytön edistämiseksi. Lokakuussa 2010 julkaistun raportin mukaan "tieto- ja viestintäteknikan ottaminen osaksi opettamista ja oppimista, edellyttää uusien pedagogisten menetelmien käyttöönottoa. Oppimisen tutkimus eri tieteenalojen näkökulmasta on keskeistä, jotta tietoon perustuvaa opettamisen kehittämistä ja siihen perustuvia ratkaisuja voidaan edistää." Vuonna 2009 käynnistyi tälle rinnakkaishankkeena Tekes-rahoitteinen tutkimusohjelma 'Opetusteknologia koulun arjessa', joka kokosi yhteen 13 tutkimuslaitosta 8 eri yliopistosta kokoamaan tietämystä vallitsevasta tietotekniikan opetuskäytön tilanteesta, kehittämään tutkimuslähtöisiä ratkaisuja ja malleja tietotekniikan innovatiivisille käyttötavoille, rakentamaan konsepteja ja prototyyppejä teknologiaperustaisiksi oppimissovelluksiksi ja tiivistämään tutkimuksen, oppilaitosten ja yritysten välistä yhteistyötä. [31] [32]

Tieto- ja viestintäteknologia on keskeinen tekijä tuottavuuden, kasvun ja työpaikkojen kannalta. Tarvitaan tehokkaita toimia: on tartuttava nopeasti kehittyvän Tieto- ja viestintäteknikan tarjoamiin mahdollisuuksiin ja korjattava puutteet tietoteknisissä taidoissa ja osaamisessa, jotta Suomi voi kehittyä todelliseksi digitaaliseksi osaamisyhteiskunnaksi. Nykytilanteessa tulee tieto- ja viestintäteknikan alan osaamis- ja taitovaatimuksia tarkentaa kaikilla koulutusasteilla aina perusopetuksesta ammatilliseen koulutukseen ja lukiokoulutukseen sekä korkea-asteen koulutukseen.

Osaamisen laadullisen ja määrällisen tason kohottamisen lisäksi tarvitaan uusia menetelmiä, työkaluja ja pedagogista osaamista, joilla voidaan sekä parantaa opetuksen laatua että lisätä tieto- ja viestintäteknikan alan opetuksen kiinnostavuutta ja halukkuutta jatkaa alan opiskelua perusopetuksen jälkeen. Tässä kehitystyössä laskennallinen ajattelu on tehokas metodi parannettaessa sekä tieto- ja viestintäteknikan alan että koko luonnontieteellisen alan opetusta.

Raportti suosittelee, että käynnistetään hanke, jossa arvioidaan kansallisissa ja EU-tason tieto- ja viestintätekniseen osaamiseen, etenkin laskennalliseen ajatteluun, liittyvissä strategioissa ja ohjelmissa esitettyjen tavoitteiden saavuttamista ja vaikuttavuutta perusopetuksessa ja lukioiden opetuksessa. Projektin tavoitteena on luoda perusteet tieto- ja viestintätekniselle opetukselle, erityisesti laskennallisen ajattelun opetukselle,

jotta perusopetuksessa ja lukioissa annettava koulutus voidaan nostaa EU:ssa asetettujen ICT-koulutustavoitteiden tasolle vastaamaan muuttuneita ICT:n hyödyntämisen tarpeita. Koulutus tulee toteuttaa niin, että siinä otetaan huomioon erilaiset oppilaat ja oppimistarpeet.

Hankkeessa analysoidaan 2020-luvun osaamisen näkökulmasta tarvittavaa tieto- ja viestintäteknikan alan, erityisesti laskennallisen ajattelun, osaamista perusopetuksessa ja lukioissa ja analyysin pohjalta laaditaan esitys tavoitteista tieto- ja viestintäteknikan alan opetuksessa sekä kansallisen tieto- ja viestintäteknikan koulutuksen toteuttamisen viitekehys. Lisäksi kootaan tietoa niistä laskennallisen ajattelun menetelmistä ja keinoista, joilla opetuksen laatua ja kiinnostavuutta voidaan tehostaa myös laajasti koko luonnontieteellisen opetuksen kentässä. Hankkeessa luodaan uusi digitaalinen oppimisympäristö pilvikoulun pilottina, joka tukee sekä oppilaita että opettajia kouluympäristössä sekä kotona ja kodin ulkopuolisessa ympäristössä.

1 ICT-OSAAMISESTA TULEVAISUUDEN PERUSTA

1.1 Kansallisia tavoitteita

1.1.1 Avainteknologiat ja tulevaisuus (2003)

OKM:n tutkimusraportin [1] mukaan "Vuoteen 2015 mennessä keskeisimmät teknologiset kehityslinjat ovat informaatio- ja kommunikaatioteknologia, bioteknologia ja materiaali- ja nanoteknologia. Bioyhteiskuntaoletuksen mukaisesti informaatio- ja kommunikaatioteknologiasta tulee enenevässä määrin perustyökalu erilaisten bio- ja nanoteknologian tuotteiden tuottamiseksi. Tätä kehityslinjaa korostavat *informaatiomassojen käsittelyyn ja työstämiseen* tähtäävät informaatio- ja kommunikaatioteknologian sovellukset. Tutkimustuloksista edistyksellinen tiedon varastointi, modulaariohjelmistot ja älyagentit korostavat tätä näkökulmaa. Toisena keskeisenä kehityslinjana on *eri aloille sovellettu informaatio- ja kommunikaatioteknologia*. Tästä esimerkkeinä ovat tietokoneistettu terveydenhuolto, etäopetus ja etäoppiminen, kaikkialla läsnä oleva tietotekniikka ja virtuaalitodellisuuden sovellutukset. Kehitystyö ei kuitenkaan fokusoidu pelkästään sovelluksiin muilla aloilla, vaan *informaatio- ja kommunikaatioteknologian ala kehittyy myös itsessään.*"

1.1.2 Digitaalinen agenda (2010)

Valtioneuvoston selonteon Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020 mukaan *"tieto- ja viestintäteknologinen kehitys vaikuttaa merkittävästi koulutuksen, tutkimuksen ja kulttuurin tuottamiseen, välittämiseen ja hyödyntämisen tapoihin. Sähköisen asioinnin yleistyminen sekä tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen laajasti kaikessa työelämässä edellyttää koko väestöltä riittäviä tietoyhteiskunta- ja mediataitoja."* [27]

Tieto- ja viestintäteknologinen kehitys vaikuttaa merkittävästi koulutuksen, tutkimuksen ja kulttuurin tuottamiseen, välittämiseen ja hyödyntämistapoihin. Sähköisen asioinnin yleistyminen sekä tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen laajasti kaikessa työelämässä edellyttää koko väestöltä riittäviä tietoyhteiskunta- ja mediataitoja. Tietoyhteiskunnan kannalta on tärkeää varmistaa lasten ja nuorten tulevaisuuden osaaminen ja kyky toimia digitaalisessa ympäristössä. Tämä edellyttää lasten huoltajien, opettajien ja muiden kasvattajien tietoteknisen osaamisen,

digitaalisten palvelujen käytön, mediakasvatustietoisuuden ja sosiaalisen pääoman vahvistamista. [27]

Tietoyhteiskunnan nopea muutos luo jatkuvan tarpeen poikkitieteelliselle tietoyhteiskunnan tutkimustiedolle. Koulutuksen kehittämisessä tarvitaan sekä puhtaasti pedagogista tutkimusta että tutkimusta tieto- ja viestintätekniiikan vaikutuksista oppimiseen. Suomalainen tutkimus ja tutkimusta palveleva tutkimusinfrastruktuuri on kansainvälisesti korkeatasoista. Suomalainen tutkimus- ja innovaatiojärjestelmä edellyttää jatkossakin panostusta tieto- ja viestintätekniiikan tutkimukseen ja huippuosaamiseen. [27]

1.1.3 Hallitusohjelma (2011)

Hallitusohjelman (17.6.2011) mukaan Suomi on avoin, oikeudenmukainen ja rohkea. Suomen menestyksen ja hyvinvoinnin kasvu on riippuvainen laajasta sivistyksestä, ammattitaidosta ja korkeasta osaamisesta sekä kansainvälistä kärkeä olevasta tutkimus-, kehittämis- ja innovaatiotoiminnasta. Osaamiseen ja luovuuteen perustuva suomalaisen työn kilpailukyky edellyttää toimivaa koulutusjärjestelmää. Sivistys on oma päämääränsä. Hallitus on asettanut tavoitteekseen nostaa suomalaiset maailman osaavimmaksi kansaksi vuoteen 2020 mennessä. Hallitusohjelman mukaan tieto- ja viestintätekniiikan hyödyntämistä koulutuksessa vahvistetaan. [15]

Hallitusohjelmaa tarkentavassa Koulutuksen ja tutkimuksen kehittämissuunnitelmassa 2011–2016 kuvataan tarkemmin kehittämisen kohteita. "Tieto- ja viestintäteknologia liittyy oleellisena osana koulutukseen, työelämään ja koko yhteiskunnan toimintaan. Tieto- ja viestintätekniiikkaa hyödyntämällä voidaan tarjota mahdollisuus joustavampiin ja yksilöllisempiin opintoihin ja uudistaa opetusta ja toimintakulttuuria. Opettajien tieto- ja viestintätekniiikan opetusikäytön osaamisesta huolehditaan perus- ja täydennyskoulutuksella kaikilla koulutuksen tasoilla." [15]

1.1.4 Tietoyhteiskuntakehittäminen (2012)

OKM:n koulutuksen tietoyhteiskuntakehittämismuistion mukaan "Suomen koulutus ja opetus on huippuluokkaa. Tieto- ja viestintätekniiikan opetusikäytön osalta tilanne ei ole aivan näin valoisa. Suomessa on investoitu voimakkaasti laitteisiin ja verkkoyhteyksiin, mutta pedagogiikka ja koulun toimintakulttuuri ei ole juurikaan muuttunut. Uusia teknologian tukemia pedagogisia mahdollisuuksia ei ole hyödynnetty siinä määrin kuin olisi ollut mahdollista." Muistion esittämän vision 2020 mukaan "Suomalaiset koulut ja oppilaitokset ovat kansainvälisesti vertaillen edistyksellisiä tieto- ja viestintätekniiikan hyödyntäjiä. Ammattitaitoinen opetus- ja muu henkilöstö sekä motivoituneet oppilaat ja opiskelijat hyödyntävät opinnoissaan ja oppimisen tukena laadukasta, ajanmukaista ja ekologisesti tehokasta tieto- ja viestintätekniiikkaa eri ympäristöissä. Oppijan ja yhteisöjen tueksi on luotu joustavia palveluita, jotka edistävät elinikäistä oppimista." [17]

1.1.5 ICT 2015 -työryhmän raportti (2013)

ICT 2015 -työryhmä on tunnistanut Suomen menestymisen kannalta teknologiseen osaamiseen liittyvinä kehityskohteina syvällisen tietojenkäsittelyn osaamisen kehittämisen ja kriittisten avainteknologioiden osaamiskeskittymän varmistamisen. Työryhmän mukaan "suomalaisen korkeakoulusektorin kyky tuottaa huippuosaajia onkin eräs tärkeimmistä seikoista ICT-sektorin tulevaisuuden kannalta. Yliopistojen tulisi pystyä panostamaan korkeatasoiseen opetukseen ja tutkimukseen." [26]

ICT 2015 - työryhmä tunnisti Suomen menestymisen kannalta seuraavat teknologiseen osaamiseen liittyvät kehityskohteet [26]:

- On kehitettävä syvää tietojenkäsittelyosaamista (Computer Science).
- On varmistettava kriittinen osaamiskeskittymä avainteknologioissa, joita ovat digitaaliset palvelut ja sisällöt, pelillisuus, tietoturva, mobiliteetti ja big data.
- On laitettava kuntoon tutkimuksen, soveltamisen, tuotteistamisen ja kaupallistamisen ketju.
- On huomioitava ICT yleisen koulutuspolitiikan kehittämisessä.

1.1.6 Älystrategia KIDE (2013)

Opetus- ja kulttuuriministeriön älystrategian (KIDE) tavoitteena on "vahvistaa kansalaisten osaamista, luovuutta ja aktiivisuutta sekä parantaa tieto- ja palveluintensiivistä osaamista eri ammattien, liiketoiminnan, hallinnon ja kansalaistoiminnan tueksi. Tieto- ja viestintäteknikkaa monipuolisesti hyödyntävä yhteiskunta edellyttää kaikilta kansalaisilta monipuolista perusosaamista ja jatkuvaa oman osaamisen päivittämistä. Lisäksi tarvitaan kansainvälisesti korkeatasoista erityisosaamista kilpailukykyisten yritysten elinvoimaisuuden turvaamiseksi ja uusien palvelujen kehittämiseksi." [22]

"Tieto- ja viestintäteknikkaa hyödyntämällä voidaan tarjota mahdollisuus joustavampiin ja yksilöllisempiin opintoihin ja uudistaa opetusta ja oppimista. Tietotekniikalla ja sitä hyödyntävillä opetusmenetelmillä voidaan avata koulutusta sekä vaikuttaa kasvavassa määrin sen saavutettavuuteen kaikilla koulutusasteilla ja yhteiskunnassa. Digitaalisten ympäristöjen laajamittainen käyttö osana opetusta ja oppimista edellyttää koulutuksen järjestäjiltä toiminnallisia ja rakenteellisia uudistuksia sekä tapoja organisoida työskentelyä siten, että uudenlaisten opetusmenetelmien ja ohjausjärjestelyjen hyödyntäminen on mahdollista. Erityisen tärkeää on opetushenkilöstön oma osaaminen. Digitaalisen maailman mahdollisuuksien hyödyntäminen edellyttää sekä osaamiskärjistä että laaja-alaisesta osaamisesta huolehtimista. Niiden rinnalla on olennaisen tärkeää edistää osaamiskeskittymien ja -verkostojen muodostumista sekä huolehtia joustavien oppimismahdollisuuksien tarjonnasta, yksilöllisiin osaamistarpeisiin vastaamiseksi." [22]

1.1.7 Luonnos perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiksi vuodelle 2016

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteluonnos 2016 sisällyttää laskennalliseen ajatteluun liittyviä osa-alueita osaksi perusopetuksen tehtäviä ja tavoitteita, etenkin osaksi laaja-alaista osaamista. Laaja-alaisella osaamisella tarkoitetaan oppiainerajat ylittävää osaamista, joka on tiedonalakohtaisen osaamisen rinnalla opetuksen tavoitteena. Opetussuunnitelmaluonnoksessa laskennallisen ajattelun osa-alueita tai periaatteita tulee esille etenkin seuraavissa teemoissa [38]:

- 1) Ajattelu ja oppimaan oppiminen: "Oppilaita ohjataan käyttämään hankkimaansa tietoa itsenäisesti ja vuorovaikutuksessa toisten kanssa ongelmanratkaisuun, argumentointiin, päättelyyn ja johtopäätösten tekemisen. Oppilailla tulee olla mahdollisuus analysoida käsillä olevaa asiaa kriittisesti eri näkökulmista."
- 2) Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu: "Yhtä tärkeää on oppia käyttämään matemaattisia symboleita, kuvia ja muuta visuaalista ilmaisua ... vuorovaikutuksen ja ilmaisun välineinä."
- 3) Itsestä huolehtiminen ja arjen taidot: "Oppilaat tarvitsevat perustietoa teknologiasta ja sen kehittymisestä sekä vaikutuksista eri elämänalueilla ja ympäristössä. He tarvitsevat opastusta järkeviin teknologisiin valintoihin. Opetuksessa tarkastellaan teknologian monimuotoisuutta sekä opiskellaan sen yhteyttä ja toimintaperiaatteiden ymmärtämistä. Oppilaita ohjataan pohtimaan teknologiaan liittyviä eettisiä kysymyksiä ja sen vastuullista käyttöä."
- 4) Monilukutaito: "Monilukutaidon opetus tähtää oppilaiden viestintätaitojen kehittymiseen niin perinteisissä kuin monimediaisissa, teknologiaa eri tavoin hyödyntävissä oppimisympäristöissä."
- 5) Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen: "Perusopetuksessa huolehditaan siitä, että kaikilla oppilailla on hyvät mahdollisuudet tieto- ja viestintäteknologisen osaamiseen kehittämiseen."

Laskennallista ajattelua ei kuitenkaan tuoda perusopetuksen opetussuunnitelmaluonnoksessa käsitteenä esille. Lisäksi tieto- ja viestintäteknologia tulee esille yhtenäisen perusopetuksen toimintaympäristön osuudessa, jossa sitä tarkastellaan etenkin oppimisympäristön ja työtapojen määrittelyssä sekä eri luokka-asteita koskevissa kuvauksissa. Opetussuunnitelmaluonnoksessa esille nostettujen laaja-alaisen osaamisen tavoitteiden toteutumiseksi jokaisen oppilaan arjessa, on tarvetta määritellä luokka-asteikohtaisia tavoitteita, hyvän osaamisen kriteereitä sekä menetelmiä ja malleja opetuksen järjestämiseksi.

1.2 Kansainvälinen viitekehys 2000-luvun taidoille

Viime vuosina 2000-luvun osaamista (21st Century Skills) on määritetty useissa kansainvälisissä työryhmissä. Eri maiden opetusministeriöiden ja globaalien yritysten

käynnistämässä ”*Assessment and Teaching of 21st Century Skills*” -ohjelmassa kansainvälinen asiantuntijaryhmä laati ns. KSAVE-viitekehysten, jossa 2000-luvun taidot jäsenyivät neljään taitoalueeseen, jotka ovat ajattelun tavat, työskentelyn tavat, työskentelyn välineet ja eläminen maailmassa (taulukko 1). Tämä viitekehysten perustaksi analysoitiin ja yhdistettiin kattava joukko olemassa olevia taitomääritelmiä. [37]

TAULUKKO 1 KSAVE-viitekehys

Taitoalue	Taito
Ajattelun tavat	Luovuus ja innovatiivisuus Kriittinen ajattelu, ongelmanratkaisu Oppimaan oppiminen
Työskentelyn tavat	Kommunikointi Yhteistoiminta
Työskentelyn välineet	Informaation lukutaito Tietotekniikan käyttö
Eläminen maailmassa	Kansalaisuus – paikallinen ja globaali Elämä ja työura Henkilökohtainen ja sosiaalinen vastuullisuus – sisältäen kulttuurisen tietoisuuden ja osaamisen

1.3 EU:n asettamia tavoitteita

1.3.1 Tietotekniset taidot 2000-luvulla (2007)

EU komissio julkaisi vuonna 2007 tiedonannon, jossa käsitellään tietoteknisten taitojen edistämistä. Tiedonannon mukaan innovaatio ja tieto- ja viestintäteknisten taitojen omaksuminen ovat kasvuun ja työllisyyteen tähtäävän strategian keskeisiä osatekijöitä. Tieto- ja viestintäteknikan panos Euroopan talouteen on ratkaisevaa tuottavuuden sekä tietovaltaisten tuotteiden ja palvelujen kehittymiselle. Kaikkien asiaan liittyvien tahojen on aktiivisesti pyrittävä parantamaan tieto- ja viestintäteknisiä taitoja, jotta pystytään täyttämään kasvava tarve tietotekniikan huippuosajista ja taitavista käyttäjistä sekä vastaamaan teollisuuden nopeasti muuttuviin vaatimuksiin ja varmistamaan, että jokaisella on elinikäisen oppimisen edellyttämä digitaalinen lukutaito. [12]

Perinteiseen lukutaidon käsitteeseen on sisällytettävä kaikki osaamisyhteiskunnassa edellytettävät tietotekniikka- ja mediataidot. Eurostatin luvuista ilmenee, että 37 prosentilla EU:n väestöstä ei ole minkäänlaisia tietokonetaitoja. Lisäksi tietotekniset perustaidot puuttuvat yli 60 prosentilta niistä, jotka ovat käyneet vain peruskoulun (vuonna 2007). Tietoteknisten taitojen puute estää näitä ihmisiä hyödyntämästä verkkokaupan tai sähköisen hallinnon sovelluksia ja osallistumasta tietoyhteiskuntaan täysimääräisesti. Lisäksi tietoteknisten taitojen puute pahentaa yhteiskunnan ja

koulutuksen kannalta epäsuotuisia olosuhteita estäen elinikäisen oppimisen ja taitojen kohentamisen. [12]

1.3.2 e-Skills for the 21 century (2007)

Kaikkien kansalaisten pitäisi helposti päästä tietotekniikan koulutukseen. Tämä tavoite tukee Euroopan komission vuoden 2007 julkaisussa "*e-Skills for the 21 century*", linjattuja tavoitteita. Niiden mukaan digiosaaminen täytyy integroida perusopetukseen. Tämän vuoksi on tehostettava tiedeaineiden, erityisesti matematiikan ja fysiikan opetusta. Digiosaaminen avaa nuorille valtavan määrän erilaisia mahdollisuuksia jatko-opiskelun ja työelämän näkökulmasta. [6]

1.3.3 EU digitaalistrategia (2010) ja (2012)

Euroopan komission vuoden 2010 digitaalistrategiassa nimettiin seitsemän ongelma-alueita, joista yksi oli digitaalisen lukutaidon ja osaamisen puute. Strategian mukaan "Eurooppa kärsii yhä pahenevasta ammatillisten TVT-taitojen vajeesta ja digitaalisen lukutaidon puutteesta. Nämä puutteet jättävät monet kansalaiset digitaalisen yhteiskunnan ja talouden ulkopuolelle ja heikentävät kerrannaisvaikutusta, joka TVT:n käytöllä voi olla tuottavuuden kasvuun. Tämä vaatii koordinoituja toimia, joiden keskeisiä toteuttajia ovat jäsenvaltiot ja muut sidosryhmät." Tuolloin tehdyn arvion mukaan "ilman osaavia tekijöitä TVT ei myöskään pysty toimimaan tehokkaasti Euroopan kasvusektorina ja kilpailukyvyyn ja tuottavuushyötyjen moottorina koko Euroopan taloudessa. EU:n talouden kehitystä hidastaa TVT-ammattilaisten vaje: vuoteen 2015 mennessä Euroopassa saatetaan tarvita taitoja jopa 700 000 tietotekniikka-alan työpaikan täyttämiseksi." [11]

Strategian mukaan "on olennaisen tärkeää, että Euroopan kansalaisia opetetaan käyttämään TVT:tä ja digitaalisia viestimiä; erityisen tärkeää on houkuttaa nuoria TVT-koulutukseen." Tavoitteena on TVT-ammattilaisten ja sähköisen liiketoiminnan taitojen eli innovoinnin ja kasvun edellyttämien digitaalisten taitojen tarjonnan lisääminen ja tason parantaminen. Tämä edellyttää eri sidosryhmien kumppanuuksia, opetuksen lisäämistä, digitaalisten taitojen tunnustamista virallisissa opetus- ja koulutusjärjestelmissä, tiedotuksen parantamista sekä tuloksellista TVT-koulutusta ja -sertifiointia virallisten koulutusjärjestelmien ulkopuolella, mukaan luettuna verkkotyökalujen ja verkkomedian käyttö uudelleenopetuksessa ja ammattitaidon ylläpitämisessä." [11]

Digitaalistrategiassa komissio esitti seuraavia digiosaamista tukevia toimintoja [11]:

1. Ehdotetaan digitaalista lukutaitoa ja osaamista yhdeksi Euroopan sosiaalirahastoa koskevan asetuksen (2014–2020) ensisijaiseksi alaksi.
2. Kehitetään vuoteen 2012 mennessä eurooppalaiseen tutkintojen viitekehukseen ja Europass-todistukseen liittyviä välineitä TVT-ammattilaisten ja -käyttäjien taitojen määrittelyä ja tunnustamista varten sekä kehitetään TVT-

ammatteja koskeva eurooppalainen kehys TVT-ammattilaisten taitojen ja liikkuvuuden lisäämiseksi kaikkialla Euroopassa

3. Tehdään digitaalisesta lukutaidosta ja osaamisesta yksi painopistealue vuonna 2010 käynnistettävässä "Uudet taidot uusia työpaikkoja varten" -lippulaivahankkeessa.

Kaiken tämän saavuttamiseksi jäsenmaiden tulee toteuttaa pitkän tähtäimen suunnitelmia digiosaamisen ja digilukutaidon saralla sekä ottaa sähköinen oppiminen mukaan kaikkeen opetuksen ja koulutuksen suunnitteluun, kuten opetussuunnitelmiin, oppimistulosten arviointiin ja opettajien jatkokoulutukseen. [11]

Vuonna 2012 EU-komissio julkaisi uuden tiedonannon, jossa määriteltiin digitaalistrategialle uusi tavoite: digitaalitalouden tehostaminen keskeisillä aloilla toteutettavilla toisiaan vahvistavilla ja täydentävillä toimenpiteillä. Näistä yhden mukaan "parannetaan digitaalista lukutaitoa ja sen leviämistä TVT-alan ammattilaisten kysynnän ja tarjonnan välisen kuilun kuromiseksi umpeen." Tiedonannon mukaan "digitaalisen osaamisen olisi oltava erottamaton osa kaikkea ammatillista koulutusta, yritysalan koulutusta ja elinikäisen oppimisen ohjelmia, jotta voidaan varmistaa, että sekä uudet sukupolvet että työelämässä tällä hetkellä olevat pystyvät hankkimaan tarvitsemaansa osaamista." Tiedonanto edelleen näki ongelmaksi, että Euroopassa jää vuoteen 2015 mennessä täyttämättä 700 000–1 000 000 TVT-alan työpaikkaa ammattitaitoisien henkilöstön puuttumisen vuoksi. Pahimman skenaarion mukaan Eurooppaa saattaa kohdata lähes 900 000 ICT-ammattilaisen puute vuoteen 2020 mennessä, vaarantaen sen kasvun ja digitaalisen kilpailukyvyn saavuttamisen. [8]

1.3.4 Digiosaamista Euroopan työmarkkinoille (2013)

Euroopan komissio totesi vuoden 2013 lopulla, että "kaikkien kansallisten hallintojen tulisi ottaa käyttöön pitkän aikavälin strategia, johon liittyvät selkeät tavoitteet ja toimenpiteet, varmistaakseen digiosaamishaasteeseen vastaamaan pystyvien, menestyvien toimintojen ja kumppanuuksien kestävyden. Jotta vahvistettaisiin yhdyssidettä digiosaamisen kehittämisen, yrittäjyyden edistämisen ja kasvuun ja työllisyyteen johtavan innovaation välillä, kaikki mahdollinen olisi tehtävä digiosaamisen sisällyttämiseksi koulutuksen, harjaannuttamisen, innovaation ja yrittäjyyden toimintalinjoihin, EU:n, jäsenvaltion ja alueellisella/paikallisella tasolla." [7]

1.3.5 Grand Coalition for Digital Jobs (2013)

Vuoden 2012 digitaalistrategian perusteella EU-komissio käynnisti hankkeen (Grand Coalition for Digital Jobs), jossa kaikki julkiset ja yksityiset toimijat yhdessä ryhtyvät toimenpiteisiin, joilla houkuteltaan nuoria ICT-koulutukseen ja uudelleen koulutetaan työttömiä ihmisiä. Davosin World Economic Forumissa tammikuussa 2014 Euroopan komission presidentti José Manuel Barroso ja varapresidentti Neelie Kroes kannustivat

valtioiden johtoa lisäämään alan koulutuspaikkoja. Davosissa saatiin aikaan Davos Declaration on the Grand Coalition for Digital Jobs. Hankkeessa digitaalistrategian toimenpiteisiin yhdistetään koulutukseen ja oppimiseen, e-osaamiseen ja työllistymiseen liittyviä toimenpiteitä. [10]

Kuvassa 1 on esitetty Grand Coalition for Digital Jobs -hankekartta.

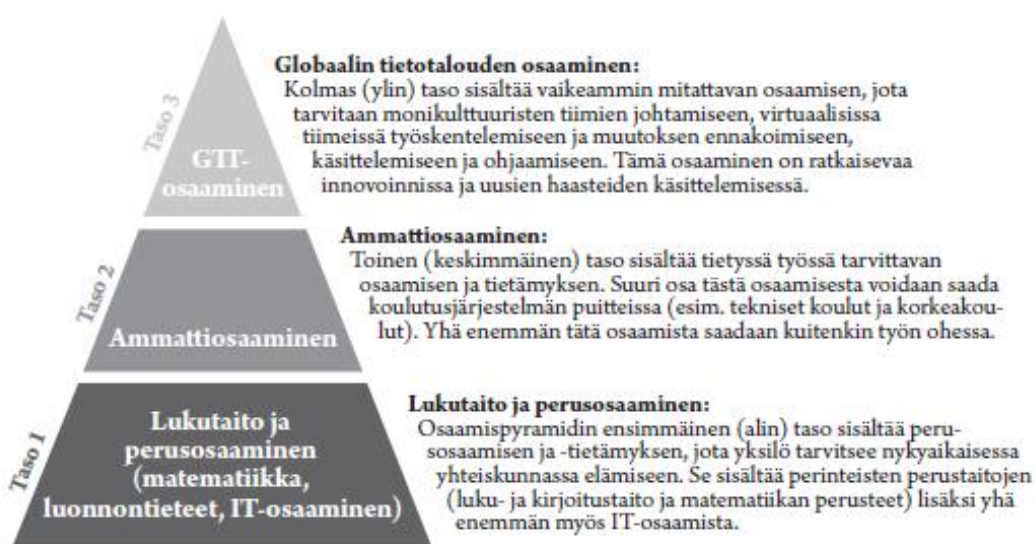


KUVA 1 Grand Coalition for Digital Jobs –hankekartta [10]

Lisäksi Euroopan neuvosto kehotti päätelmissään 25. lokakuuta 2013 "pitemmälle menevään digiosaamisen sisällyttämiseen koulutukseen, alakoulusta korkeampaan opetukseen, ammattikoulutukseen ja harjaannuttamiseen ja elinikäiseen oppimiseen". [9]

1.4 Tieto- ja viestintätekniisen osaamisen parantaminen koko opetusjärjestelmässä

INSEAD:n eLabin mukaan Euroopan tulee vastata tieto- ja viestintätekniisen osaamisen haasteisiin kolmella tasolla: (1) lukutaito ja perusosaaminen, mukaan lukien digiosaaminen, matematiikka ja luonnontieteet; (2) työelämässä tarvittavat taidot, jotka saadaan opetusjärjestelmän puitteissa mutta yhä enemmän myös työn ohessa; (3) globaalien tietotalouden taidot, jotka ovat vähemmän konkreettisia ja liittyvät ryhmänjohtamiseen ja muutosten ennakoimiseen ja ovat ratkaisevan tärkeitä innovoinnin kannalta. Kuvassa 2 on esitetty INSEAD:n eLabin digiosaamispyramidi. [6]



KUVA 2 INSEAD:n eLabin muotoilema digiosaamispyramidi[6]

Kansainvälinen ITL-tutkimus (Innovative Teaching and Learning) osoitti selvän yhteyden opetuksen innovatiivisuuden ja 2000-luvun taitojen oppimisen. Opetuksen innovatiivisuus määrittyi kolmen osa-alueen - oppilaslähtöisen pedagogiikan, opetuksen laajentamisen luokkahuoneen ulkopuolelle sekä tietotekniikan integroinnin opetukseen ja oppimiseen – perusteella. Tulokset osoittivat, että valtaosa oppilaista on yhä perinteisessä informaation käyttäjän asemassa sen sijaan, että olisivat ongelmanratkaisijoita, innovoijia ja sisällöntuottajia. Vaikka tietotekniikan käyttö opetuksessa yleistyy, monessa koulussa oppilaiden tietotekniikan käyttö oppimisessa on yhä poikkeus. [35] [36]

Vastaavasti kansainvälisessä SITES-tutkimuksessa todettiin, että tietotekniikan opetuskäyttö saa aikaan vahvempaa suuntautumista 2000-luvun oppimistaitoihin. Tietotekniikan käytön vaikutus oppilaisiin on vahvasti yhteydessä opettajan pedagogiseen suuntautumistapaan. Opettajien pedagogisessa suuntautumisessa on tärkeää ymmärrys 2000-luvun oppimiseen kohdistuvista muuttuvista vaatimuksista, elinikäisen oppimisen orientaatio, valmius yhteisöllisten ja tutkimussuuntautuneiden

oppimistehtävien toteuttamiseen sekä avoimien ja linkittyneiden oppimisympäristöjen luominen sekä opettajan ohjaava rooli. [30] [33]

Suomessa tieto- ja viestintätekniikan opetusikäikään edistäminen on perustunut kansallisiin tietostrategioihin. Pääperiaatteita suomalaisissa tietostrategioissa on ollut se, että kaikille kansalaisille taataan tasa-arvoinen pääsy uuden teknologian välittämään tietoon, mahdollisuudet uusien taitojen hankkimiseen, ihmisten rohkaiseminen tietotekniikan käytössä sekä käyttäjälähtöisen teknologian kehittäminen. Vastaavasti koulutussektorin strategiset tavoitteet ovat keskittyneet tietotekniikan käyttömahdollisuuksiin, tietoteknisiin taitoihin ja tekniseen tukeen. Strategiset painotukset ovat saaneet aikaan suuria investointeja sekä koulujen tietoteknisiin resursseihin että opettajien tietoteknisen osaamisen kehittämiseksi. Näiden tavoitteiden toteuttamiseksi on resursseja suunnattu etenkin laitehankintoihin, koulujen väliseen verkottumiseen, tekniseen tukeen, opettajien koulutukseen, teknologiaperustaisten oppimisympäristöjen kehittämiseen sekä innovatiivisten oppimateriaalien tuottamiseen. [34]

Laajoista toimenpiteistä huolimatta Suomessa on ollut ristiriitaisia trendejä tietotekniikan opetusikäikään. Kansainvälinen SITES-tutkimus osoitti tietotekniikan (laitteiden ja verkkoyhteyksien) käyttömahdollisuuksien kehittyneen voimakkaasti; jo vuoden 2006 lopussa kaikilla yläkouluilla oli pääsy tietokoneille ja verkkoyhteyksiin. Kuitenkin, samalla oli selvää näyttöä suurista eroista koulujen, kouluasteiden ja maantieteellisten alueiden välillä – mutta myös koulujen sisällä – siinä, missä laajuudessa ja millä tavoin kouluissa hyödynnetään tietotekniikkaa pedagogisesti. Eroja oli täten myös oppilaiden mahdollisuuksissa saada ymmärrystä ja omaksua taitoja tietotekniikan käytöstä. Vastaavasti kansainvälinen SITES-ohjelma osoitti tietotekniikan pedagogisen käytön vähentyneen tai että se ei ole sillä tasolla kun resurssien perusteella voisi olettaa olevan. [30] [33]

Keskeisen tekijä koulun kehittämisessä tieto- ja viestintätekniikkaa hyödyntäväksi yhteiseksi on rehtorin asenteilla, jotka vielä vuonna 2006 olivat suhteellisen kielteisiä. Sen sijaan mm. ITL-tutkimus ja kansallinen Opetusteknologia koulun arjessa – hanke (OPTEK) osoittivat rehtorien asenteiden olevan muuttumassa myönteisemmiksi. OPTEK-tutkimuksen mukaan 89 % suomalaisrehtoreista arvioi tietotekniikan olevan erittäin merkityksellinen työväline koulun hallintohenkilökunnalle ja 36 % nosti esille sen keskeisen merkityksellisyyden opetuksessa ja oppimisessä. Eri puolilla Suomea oli kuitenkin yhä rehtoreita, joilla ei omasta mielestään ollut riittävästi ymmärrystä tietoteknisten ratkaisuiden soveltumisesta opetukseen ja oppimiseen. [32]

Tietoteknisten taitojen perusta rakennetaan jo varhaisella iällä. Kehittämisen tavoitteena on, että perus- ja keskiasteen koulutuksessa omaksuttavien ICT-käyttäjän perustaitojen opetuksen lisäksi luodaan keinoja, joilla lisätään kiinnostusta tietotekniikkaan liittyvien opintojen jatkamiseen keskiasteen jälkeen. Viime vuosina EU:n kaikki jäsenvaltiot ovat päivittäneet ja modernisoineet koulujen opetusohjelmia ja ICT-infrastruktuuria vastaamaan teknillisiä uudistuksia sekä teollisuuden ja

yhteiskunnan kehittyviä tarpeita. Osissa jäsenvaltioita on tarkasteltu koko perus- ja keskiasteen koulutusjärjestelmää ja kehitetty tieteeseen, teknologiaan ja tekniikkaan liittyvien aiheiden opetusta. Jotkin maat ovat muuttaneet opetussuunnitelmia sisällyttääkseen ICT-käytön ja medialukutaidon kaikkialle oppimisprosessiin. Esimerkiksi Tanskan kouluopetukseen on sisällytetty uusi oppiaine "Laskennallinen ajattelu ja käytäntö" ja Iso-Britannia on kehittämässä samantapaista ratkaisua. [7]

Phoenixin yliopiston tulevaisuusyksikkö on tutkinut tulevaisuuden työssä tarvittavia osaamisalueita. Keskeisenä osaamisena on esille noussut mm. merkityksellistäminen, sosiaalinen älykkyys, luova, uudistava ja sopeutuva ajattelu sekä laskennallinen ajattelu ja tiedonkäsittelykyvyt. [13] Raportti esitti seuraavia tulevaisuuden työssä tarvittavia osaamisalueita:

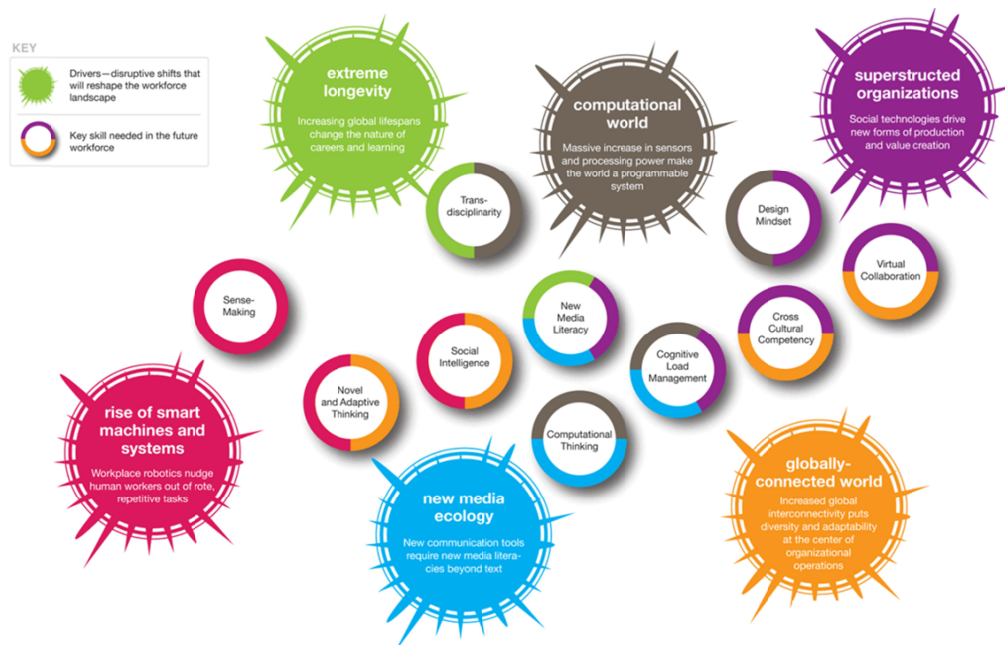
1. Merkityksellistäminen. Kyky nähdä asioiden ja ilmausten merkitys ja kulttuurinen konteksti. Taito soveltaa kykyä käytännön työhön. Kaiken luovan työn perustaito.
2. Sosiaalinen älykkyys. Kyky muodostaa ihmisiin suora ja välitön yhteys. Kyky aistia tunnetiloja ja stimuloida reaktioita sekä luoda yhteyksiä ja toivottua ilmapiiriä ihmisten välille.
3. Luova, uudistava ja sopeutuva ajattelu. Kyky siirtyä mekaanisista rutiineista ja totunnaisista säännöistä vapaaseen, itsenäiseen ja tuoreeseen ajatteluun.
4. Kulttuurienvälisyys. Kyky toimia erilaisissa kulttuurisissa ympäristöissä ja viitekehyksissä.
5. Laskennallinen ajattelu ja tiedonkäsittelykyvyt. Kyky muuntaa ja koostaa valtavia datamääriä abstrakteiksi käsitteiksi ja ymmärtää tietokantoihin ja raakadataan perustuvaa päättelyä.
6. Uusimedialukutaito. Kyky arvioida ja kehittää uusien mediamuotojen sisältöä sekä jalostaa ja hyödyntää näitä innostavaan ja stimuloivaan kommunikaatioon ja tiedonvälitykseen.
7. Alojenvälisyys. Kyky ymmärtää eri alojen ja "kenttien" kieltä ja käsitteitä.
8. Design-ajattelu. Kyky suunnitella ja kehittää työympäristöä, työtehtäviä ja -prosesseja jatkuvasti siten, että ne palvelevat parhaiten kussakin tehtävässä vaadittavaa ajattelua ja työskentelytapaa.
9. Informaatioähkyn hallinta. Kyky suodattaa esiin tärkeä informaatio eri työkalujen ja tekniikoiden avulla. Kyky hahmottaa kokonaisuuksia informaatiotulvasta.
10. Virtuaalisen yhteistyön taidot. Kyky työskennellä tuottavasti, edistää sitoutumista ja osallistumista sekä olla läsnä virtuaalisessa tiimissä.

Kuvassa 3 on esitetty Phoenixin yliopiston tulevaisuusyksikön näkemys tulevaisuuden taidoista.

Kansallisella tasolla tulee kehittää ja laajentaa tietoteknisen osaamisen käytännön toteuttamista koko opetusjärjestelmässä. Opettajien osaamisen edistämiseksi on tehty mm. digiosaamisen viitekehyksen (European e-Competence Framework) mukainen

arviointi- ja todistusjärjestelmä, jolla pyritään takaamaan, että koulut ja oppilaat saavat täyden hyödyn ICT-infrastruktuurin parannuksista. Kehittämisessä tulee varmistaa, että tie on mukana kaikilla kouluasteilla [6].

Laskennallisen ajattelun oppiminen osana 2000-luvun taitoja jo alakouluikästä alkaen antaa nuorelle vahvan perustan myöhempää opiskelua silmällä pitäen. Koululaiset oppivat laskennallisen ajattelun avulla hallitsemaan ja hyödyntämään tietoa. Se luo pohjan innovatiiviselle ajattelutavalle, joka on työelämässä yhä tärkeämpi ominaisuus. [6]



KUVA 3 2020-luvun taidot [13]

Yksi keskeisistä työelämän kompetensseista on teknologiaosaaminen. Teknologiaosaamisessa on kysymys ihmisen suhteesta ja asennoitumisesta teknologiaan ja käytettävissä oleviin tekniikoihin sekä niiden hallinta. Teknologiaosaamiseen kuuluu sen alueen teknologian tunteminen, mikä kussakin ammatissa on relevanttia. Lisäksi ubiikissa digitaaliyhteiskunnassa ICT-osaaminen on välttämättömyys. Tähän tulee lisätä vielä sosiaalisen median tuntemus. [14]

Teknologiaosaamisen kehittämisessä tulee ottaa huomioon ainakin seuraavat viisi tekniikan kehityksen suurta linjaa [14]:

1. Tekniikan kehityksen vauhti kasvaa
2. Tekniikan kehitys moninaistuu
3. Innovatiiviset yhdistelmätekniikat lisääntyvät – tekniikoiden konvergoituminen
4. Tekniikka tunkeutuu yhä syvemmälle yhteiskuntaan -> ubiikiteknologia -> ubiyhteiskunta -> ubiosaaminen
5. Mediatekniikat ja sosiaalinen media luovat uusia liiketoimintamalleja

2 LASKENNALLISEN AJATTELUN PERUSTEITA JA ROOLI OPETUKSESSA ERI MAISSA

Laskennallinen ajattelu (computational thinking) on viime vuosina nostettu yhdeksi olennaiseksi kaikkien kansalaisten osaamisalueeksi. Monet asiantuntijajärjestöt ja visiointifoorumit eri puolilla maailmaa, mutta etenkin Yhdysvalloissa, Englannissa ja Alankomaissa ovat tuoneet vahvasti esille laskennallisen tieteen nostamisen osaksi eri kouluvaiheiden opetussuunnitelmaa. Esimerkiksi kansainvälinen EduSummit 2013 määritteli laskennallisen ajattelun yhdeksi kahdeksasta koulutuksen kehittämisen strategisesta tavoitteesta. Kansainväliset tietotekniikan opetuksen järjestöt ISTE (The International Society for Technology in Education) ja CSTA (Computer Science Teachers Association) ovat yhteistyössä eri alojen asiantuntijoiden kanssa laatineet viitekehyksen ja käsitteistön laskennalliselle ajattelulle yleissivistävässä opetuksessa.

Laskennallisen ajattelun nähdään olevan sellainen taito, jonka oppimiseen jokaisella lapsella tulisi olla mahdollisuus. Se on yhteydessä moniin 2000-luvun osaamisalueisiin, kuten ongelmanratkaisuun, kriittiseen ajatteluun, tuottamiseen ja luovuuteen. Laskennallinen ajattelu liittyy myös olennaisesti tieto- ja viestintäteknikan (ICT) nopeaa kehitykseen. ICT:n ydinominaisuuksia ovat yhä tiivistyvät yhteydet, eksponentiaalinen datantuotanto ja teknisten elementtien yhä suurempi riippuvuus toisistaan – oli kyse sitten ohjelmistoista, palveluista, datasta tai laitteista. Yhteiskunnan nopea digitalisoituminen on tuonut haasteita myös koululaitokselle. ICT-alan voimakas kehittyminen on muuttanut ammatteja niin nopeasti, että valmistuttuaan osa opiskelijoista ei ole riittävän ammattitaitoisia kehittämään yhteiskuntaa ja ICT-alaa vallitsevien trendien vaatimusten mukaisesti.

2.1 Tieteen paradigmat

Perinteisesti tutkimusmenetelmät on jaettu kahteen luokkaan: teoreettiseen ja kokeelliseen tutkimukseen. Laskennallinen tiede edustaa kolmatta tieteen paradigmat, jossa on mallipohjainen ja datapohjainen laskennallinen lähestymistapa. Neljänneksi paradigmat on nousemassa suurien datamassojen käsittely (Big Data Analyses).

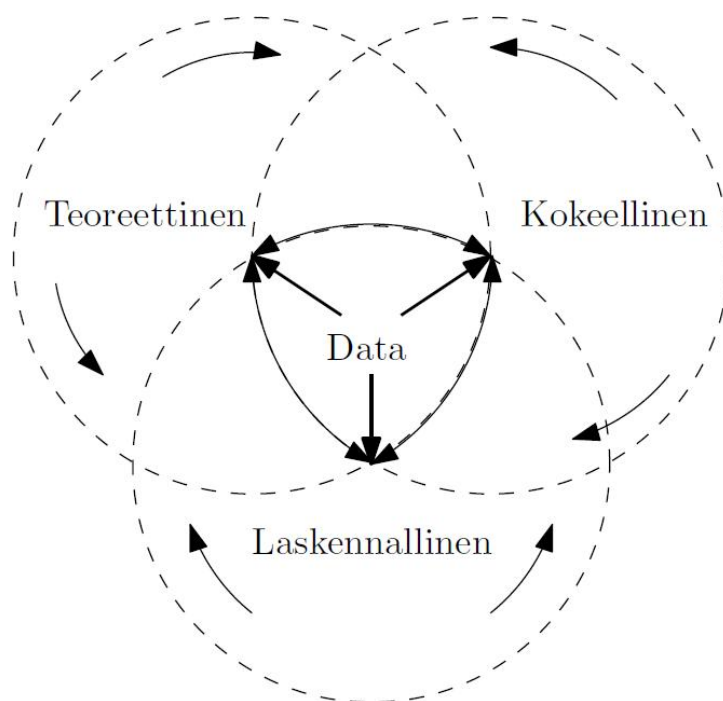
Opetusministeriön työryhmän [39] mukaan "laskennallisen tieteen kehittäminen on strategisesti tärkeää Suomen kilpailukyvyllä. Laskennallisella lähestymistavalla voidaan lisätä ymmärrystä yhteiskunnallisesti merkittävillä alueilla. Laskennallinen lähestymistapa vahvistaa moni- ja poikkitieteellistä tutkimusta sekä nopeuttaa ja tehostaa tuotekehitystä. Samalla vähennetään raja-aitoja tutkimusalojen välillä sekä

julkisella että yksityisellä sektorilla. Tämä lisää innovatiivisuutta ja tuottaa uusia läpimurtoja tutkimuksessa ja tuotekehityksessä.”

Työryhmän mielestä ”jotta laskennallista tiedettä voidaan täysipainoisesti hyödyntää, osaamista tulee kasvattaa kautta linjan peruskoulusta tutkijoihin ja professoreista toimitusjohtajiin. Lisäksi täytyy huolehtia laskennallisen lähestymistavan tarvitsemien infrastruktuurien rakentamisesta, ylläpidosta ja niiden tukipalveluista. Kansallista ja kansainvälistä yhteistyötä tulee vahvistaa.”

ICT 2015 työryhmä [18] toteaa: ”Digitaalisessa maailmassa informaation ja tallennetun tiedon määrä on valtava. Kun yhdistetään älykkäästi ja reaaliajassa näennäisesti turhaa tietoa, pystytään luomaan täysin uudentyyppistä, toimialojen rajoja rikkovaa tietoa. Big data on maailmalla kuuma tutkimuksen ja soveltamisen kohde. Big data liittyy läheisesti muihin Suomen kriittisiin avainosaamisalueisiin. Tietoliikenteen osaajina olemme perinteisesti käsitelleet suuria datamääriä. Suurimmaksi ongelmaksi big data tiedon soveltamisessa ja tietojen avaamisessa toimijat kokevat, että organisaatioilla ei ole riittävästi asiantuntemusta. Organisaatiot tarvitsevat tähän osaajia ja koulutusta.”

Kuvassa 4 on esitetty tieteen neljä paradigmaa, jotka toisiinsa liittyvinä ja vuorovaikutteisina muodostavat kiinteän kokonaisuuden



KUVA 4 Tieteen neljä paradigmaa

Suomen osalta on tapahtunut nopea murros tutkimusparadigmojen asettelussa. Lähes kaikilla tieteen aloilla tehdään tutkimusta laskennallisilla menetelmillä kokeellisten ja teoreettisten menetelmien lisäksi. Suomen kilpailukyvyyn kannalta laskennallisten tieteiden kehittäminen on strategisesti tärkeää. [40]

Laskennallisissa tieteissä keskitytään matemaattisten mallinnusmenetelmien, todellisuutta jäljittelevien simulointimenetelmien, toimintaa parantavien optimointimenetelmien sekä laajojen tietoaaineistojen hallinnan mahdollistavien tiedonlouhintamenetelmien teoriaan ja käytännön hyödyntämiseen, erityisesti tietokoneanimaatioissa. Laskennallisten menetelmien eli analyysin, mallinnuksen, simuloinnin, optimoinnin, data-analyysin ja tiedonhallinnan avulla voidaan hankkia syvempää tietoa eri asioiden riippuvuussuhteista ja hallita tehokkaammin kokonaisuuksia, riskejä ja epävarmuutta. [40]

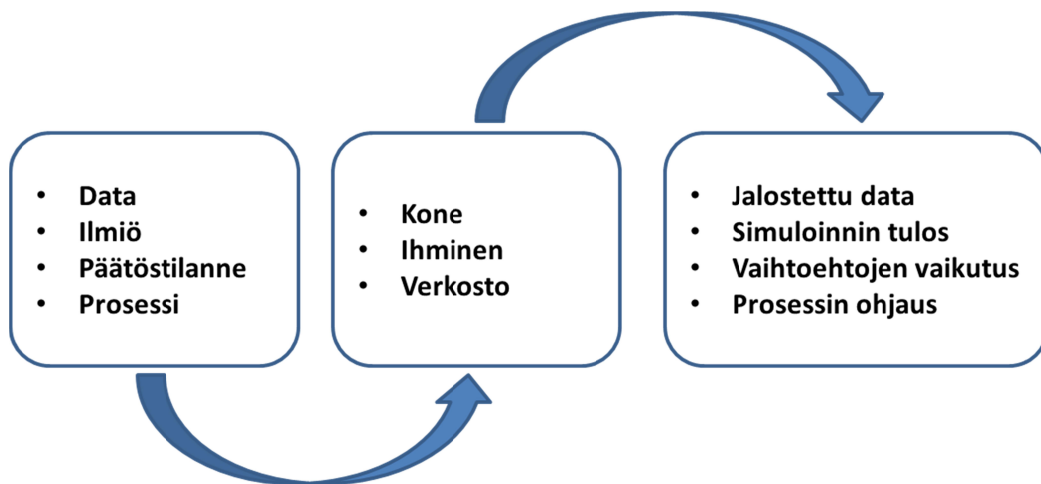
2.2 Laskennallisen ajattelun periaatteet

Laskennallinen ajattelu on mahdollisuus tehostaa digitaalisten taitojen opettamista ja oppimista eri koulutustasoilla. Laskennallisen ajattelun filosofinen perusta, sisältö ja toimintalogiikka kumpuavat tieteellisestä laskennasta ja tietojenkäsittelytieteistä. Se on geneerinen ajattelumalli, jolla haetaan uutta tapaa jäsenellä uudenlaista "kokonaisvaltaisen oppimisen mallia". Olennaista on se, miten erotetaan laskennallisen ajatteluun sisältyvä kognitiivinen toiminta siitä, että pelkästään työskennellään tietokoneella tai muulla digitaalisella työvälineellä. Esimerkiksi tekstinkäsittelyssä tai nettisivujen tekemisessä käytetään digitaalista teknologiaa, mutta ne eivät välttämättä sisällä laskennalliselle ajattelu ominaista käsitteellistämistä.

Tietojärjestelmätieteen professori Jeannette M. Wing Carnegie Mellon University:stä määritteli vuonna 2006 artikkelissaan laskennallisen ajattelun seuraavasti [28]:

"Computational Thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent."

Laskennallinen ajattelu kuvaa toimintaa ongelman määrittelyssä ja ratkaisun hahmottamisessa. Ratkaisun voi saavuttaa ihminen tai kone tai yleisemmin ihmisen ja koneen eri yhdistelmät (ks. kuva 5). Computation (suomeksi laskenta) on yleinen informaation käsittelyä kuvaava termi. Se sisältää laajan alueen inhimillisestä ajattelusta tietokonelaskentaan. Sanalla laskenta tarkoitetaan tässä yhteydessä hyvin määritellyn formaalin mallin olemusta ja sitä, kuinka se voidaan ilmaista algoritmilla, protokollalla, verkkorakenteella tms. [18]



KUVA 5 Laskennallinen prosessi

Laskennallinen ajattelu nivoutuu moniin 21. vuosituhannen taitoihin. Se on joukko taitoja, ongelman ratkaisun tekniikoita, jotka ovat peräisin laskennallisuuden yleisestä luonteesta, eli kuvaavat ajatteluprosessia yleensä. Siihen liittyy sosiaaliset taidot kuten tiimityö ja alakohtaiset ongelmanratkaisun taidot kuten algoritmiajattelu ja rekursiivisuuden ymmärtäminen. Laskennalliseen ajatteluun voidaan liittää seuraavia ajattelutapoja [18]:

- Tieteellinen ajattelu (Scientific Thinking)
- Looginen ajattelu (Logical Thinking)
- Algoritminen ajattelu (Algorithmic Thinking)
- Rinnakkaisajattelu (Parallel Thinking)
- Tehokkaat ratkaisut (Efficient Solutions)
- Innovatiivinen ajattelu (Innovative Thinking)

Laskennallisessa ajattelussa ongelma ja ratkaisu tulee käsittää hyvin laajasti. Laskennallinen ajattelu sopii sekä matemaattisesti hyvin määriteltyihin ongelmiin, että reaali maailman ongelmiin, joiden ratkaisut saattavat olla suurien ja monimutkaisten ohjelmistosysteemien muodossa. Näin laskennallinen ajattelu liittyy loogisen ajattelun ja systeemiajattelun kanssa. Se sisältää algoritmisen ajattelun ja rinnakkaisajattelun, jotka vuorostaan liittyvät laskennalliseen ajatteluun muita ajatteluprosesseja, kuten menetelmäajattelun ja rekursiivisen ajattelun. [29]

Laskennallista ajattelua käytetään ongelmien ja niiden ratkaisujen määrittelyssä ja analyysissä sekä niiden laaja-alaisessa tulkinnessa. Kaikkein tärkeimpänä ylätasoinen prosessina laskennallisessa ajattelussa on abstraktioprosessi. Abstraktiota käytetään ongelmatilanteen ja sen parametrien määrittelyssä. [29]

Kansainväliset ISTE- ja CTA-järjestöt määrittävät laskennallisen ajattelun ongelmanratkaisuprosessiksi, joka sisältää seuraavia tunnusmerkkejä (<http://www.iste.org/learn/computational-thinking>) [19]:

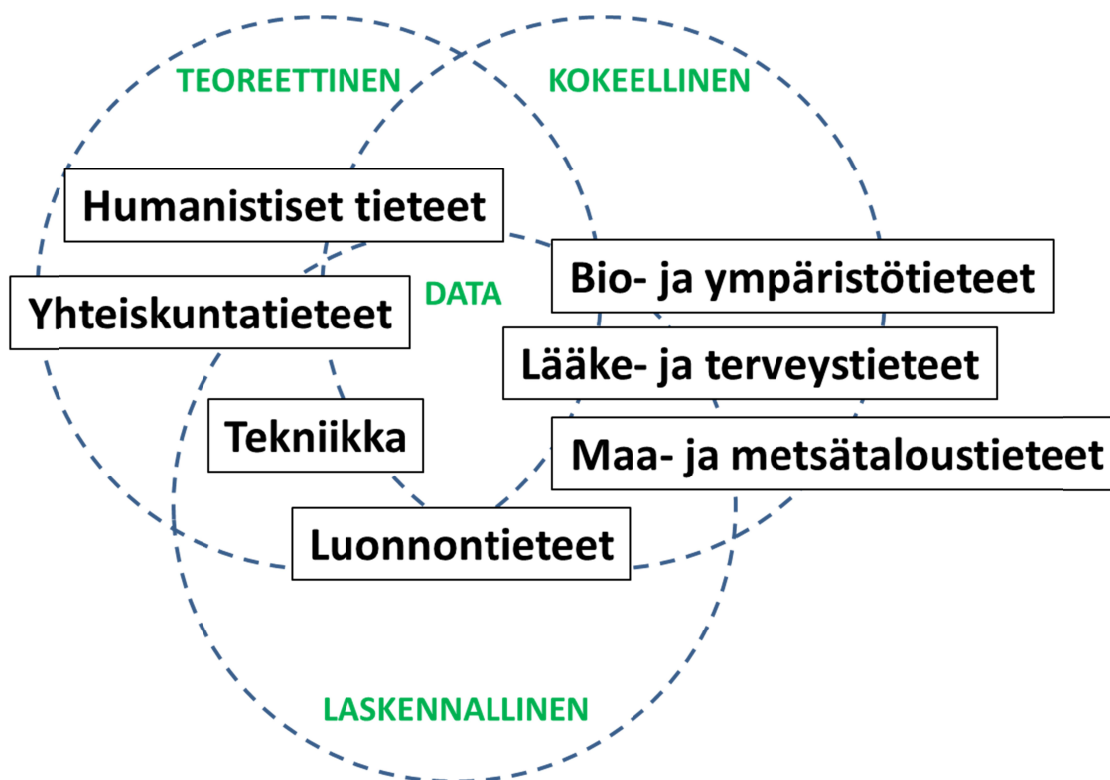
- Ongelman muotoilu siten, että sen ratkaiseminen antaa mahdollisuuden tietokoneen ja muiden työvälineiden käyttöön.
- Datat looginen organisointi ja analysointi.
- Datat abstrahointi sekä esittäminen mallien ja simulaatioiden avulla.
- Ratkaisuiden automatisointi algoritmisen ajattelun avulla.
- Mahdollisten ratkaisuiden identifiointi, analysointi ja toteuttaminen siten, että saavutetaan tehokkain yhdistelmä vaiheita ja resursseja.
- Ongelmanratkaisuprosessin yleistäminen ja siirtäminen erilaisiin ongelmiin.

Laskennallisessa ajattelussa ei ole kysymys siitä, että saadaan ihmiset ajattelemaan kuin tietokoneet vaan pikemminkin taidosta käyttää laajaa skaalaa erilaisia inhimillisen ajattelun työkaluja ratkaistaessa tietojenkäsittelyn avulla monimutkaisia inhimillisiä ongelmia. Laskennallisen ajattelun keskeisiä kohtia ovat [19]:

- 1) Se on keino ratkaista ongelmia ja suunnitella järjestelmiä, joissa käytetään hyväksi tietojenkäsittelytieteelle olennaisia käsitteitä
- 2) Se tarkoittaa abstraktion eri tasojen luomista ja käyttämistä ja auttaa siten ymmärtämään ja ratkaisemaan ongelmia tehokkaammin
- 3) Se tarkoittaa algoritmiajattelua ja kykyä soveltaa matemaattisia käsitteitä ja malleja, jotta saavutetaan vaikuttavampia, oikeita ja toimivia ratkaisuja
- 4) Se tarkoittaa seurauksien laaja-alaista ymmärtämistä, ei pelkästään vaikuttavuuden vaan myös taloudellisuuden ja sosiaalisten näkökohtien perusteella

Laskennalliseen ajatteluun kuuluu sellaisia tekniikoita, kuten abstrahointitaito, iterointi, rekursio, ongelman pilkkominen ja synteesi. Laskennallinen ajattelu mallintaa ja vertaa ihmisten ja koneiden kykyjä toisiinsa, jotta tehtäviä voitaisiin sopivasti allokoitaa niiden välillä. Laskennallinen ajattelu sopii hyvin moniulotteisten ongelmien ratkaisuun eri tieteenaloilla. Raportissa "*Koululaitos kohti digitaalijan haasteita*" [18] on koottu tietoa laskennallisten tieteiden ja systeemiajattelun opetuksesta eri maissa.

Laskennallinen ajattelu nähdään selkeästi motivaattorina, joka vie laskentaan liittyviä periaatteita muille opetusaloille. Laskennallisuus voi johtaa monille uusille urapoluille. Se opettaa ongelmanratkaisutaitoa, jota voi käyttää muissa yhteyksissä. Siten se toimii perustana kouluopetuksessa erityisesti LUMA-aineissa, mutta laskennallista ajattelua voidaan hyödyntää osana muitakin koulussa opetettavia aineita. Kouluopetuksessa kaikkia tieteenaloja onkin tarkasteltava ja opetettava tieteen neljän paradigman näkökulmasta. Kuvassa 6 on hahmoteltu eri tieteenalojen sijoittumista neljän paradigman alueelle.



KUVA 6 Eri tieteenaloja tieteen neljän paradigman kentässä

2.3 Laskennallinen ajattelu opetuksessa

Laskennallisen ajattelun edistämiseksi on eri puolilla maailmaa tehty suunnitelmia ja myös jo opetusohjelmia ja -materiaaleja. Esimerkiksi EduSummit 2013 (<http://www.edusummit.nl/theme-edusummit-2013/edusummit-2013/>) totesi keskeisimmiksi tehtäviksi määrittelyn laskennallisen ajattelun ydinalueista, sen yhteydestä muihin 2000-luvun taitoihin sekä osuudesta opetussuunnitelmassa. Laskennallinen ajattelu on tällä hetkellä kuitenkin vahvasti osana opetusta vain muutamassa maassa.

2.3.1 Yhdysvallat

Vuonna 2008 National Science Foundation (NSF) järjesti konferenssin teemalla "Computational Thinking and Fluency in the 21st Century", jonka yhteydessä joukko Yhdysvaltain johtavia tietojärjestelmätieteilijöitä ja -opettajia hyväksyivät ajatuksen, että opiskelijat tarvitsevat lisää laskennallisia taitoja kaikkien tieteenalojen, teknologian, insinööritaidon ja matematiikan alueilla. [2]

Samana vuonna The National Academies' Computer Science and Telecommunications Board organisoivat sarjan työpajoja teemalla "*Computational Thinking for Everyone*" tavoitteena identifioida tietojärjestelmätieteen opetussuunnitelma K-12 opiskelijoille (peruskoulu ja lukio-taso). Tehdyissä raporteissa esitettiin monia näkökulmia laskennallisesta ajattelusta. [28]

Vuonna 2010 College Board kehitti NSF:n tukemana uuden Advanced Placement (AP) kurssin, joka kattaa laskennallisen ajattelun peruskonseptin (<http://csprinciples.org>). Samana vuonna kurssia pilotoi viisi yliopistoa: University of North Carolina-Charlotte, UC Berkeley, Metropolitan State College of Denver, UC San Diego ja University of Washington. Seuraavassa vaiheessa ohjelmaan on liittynyt peruskouluja, lukiota, collegeita ja yliopistoja. Lukuvuonna 2011–12 osallistujia oli 18, ja seuraavana lukuvuonna mukaan tuli 5 lisää. [28]

Syyskuussa 2010 NSF aloitti koulutusohjelman "*Computing Education for the 21st Century (CE21)*", jonka tavoitteena oli kehittää K-14 opiskelijoiden (college-taso ja kandidaattitason 2 ensimmäistä vuotta) ja opettajien laskennallisen ajattelun kompetensseja. [28]

College Boardin johtaman vaiheen II AP-ohjelmaan K-12 tasolle "*Computer Science Principles*" vuosille 2013–2016 osallistuu 50 yliopistoa, collegea ja lukiota. Tämän pilottivaiheen jälkeen kurssi levitetään koko koulutussektorille. Lukiotasolle tarkoitettujen ohjelman tavoitteena on, että vuonna 2015 10 000 opettajaa opettaa tätä uutta kurssia 10 000 lukiossa ympäri Yhdysvaltoja. [3][24]

Vuonna 2013 ilmestyi opetussuunnitelmaluonnos, *AP Computer Science Principles Curriculum Framework*, jossa määritetään kuusi laskennallisen ajattelun käytännettä [4]:

- 1) Laskennallisuus (Connecting computing)
- 2) Laskennallisten artefaktien kehittäminen (Developing computational artifacts)
- 3) Abstrahointi (Abstracting)
- 4) Ongelmien ja artefaktien analysointi (Analyzing problems and artifacts)
- 5) Kommunikointi (Communicating)
- 6) Yhteistoiminta (Collaborating)

Opetuksen viitekehys asettaa tavoitteita oppilaiden osaamiselle ja toiminnalle näissä käytänteissä (Liite 1). Se myös sisältää perusajatuksia laskennallisuuden merkityksestä ja vaikutuksista yhteiskunnassa ja arjen elämässä, laskennallisuudesta luovana toimintana, abstrahoinnista olennaisiin asioihin keskittymisen edistämiseksi, datan ja informaation roolista tiedon luomisessa, algoritmeja käytöstä laskennallisten ongelmien ratkaisemisessa sekä ohjelmoinnista osana ongelmanratkaisua. Olennaista on inhimillisen näkökulman huomioon ottaminen ja ymmärryksen aikaan saaminen luonnollisista ja keinotekoisista ilmiöistä.

Carnegie Mellon yliopistossa laskennallinen ajattelu on monipuolisesti osana opintoja. Se sisältyy syventäviin opintoihin ja sivuaineopintoihin sekä erillisiin kursseihin, joissa aiheina ovat mm. sovellettu matematiikka, tietojenkäsittely, biologia, kemia, taloustiede, liiketalous, kielitiede, mekaniikka, aivotutkimus, fysiikka, tilastollinen oppiminen. Yliopistossa on ohjelmia, jossa tietojenkäsittelyyn on yhdistetty muita tieteenaloja ja joissa laskennallinen ajattelu on keskeinen metodi. [29]

2.3.2 Iso-Britannia

Englannin e-Skills -yhteisö (<https://www.e-skills.com/about-e-skills-uk/>) on kirjannut vuoden 2008 raportissaan kouluopetuksen ongelmaksi huonon imagon – IT-oppiaine kärsi kuivan aiheen vaikutelmasta. Opinnot olivat ikävystyttäviä varsinkin tytöille, samaa "digital literacy" -sisältöä oli jauhettu jo kymmenet vuodet: tietokanta, taulukkolaskenta, tekstinkäsittely jne. E-Skillsin raportin mukaan alalla on tehtävä paljon töitä, jotta se saisi imagonsa jälleen kiinnostavaksi. [18]

Vuonna 2008 tehdyn raportin mukaan Computing pitäisi ottaa oppiaineeksi, sillä maailma on hyvin riippuvainen tietokoneista, siksi ihmisten elämä riippuu laskennallisen alan toimivuudesta. Mikäli tätä alaa ei tunneta riittävästi, koko IT-ala joutuu kaaokseen, mikä aiheuttaa erilaisia kielteisiä vaikutuksia koko yhteiskuntaan. Laskennallinen taito on älyllistä pääomaa (Intellectual Property), koska se voidaan usein muuttaa rahaksi tai tuotantohyödykkeiksi tekemään rahaa. Se opettaa samalla monia muita hyödyllisiä taitoja:

"Computing students learn logical reasoning, algorithmic thinking, design and structured problem solving — all concepts and skills that are valuable well beyond the computing classroom." [18] [24]

Raportissa tulee esille poikkitieteellisyys ja monialaisuus. Computing-teema antaa valmiuksia muille aloille, se opettaisi geneeristä ajattelua. Geneeriset taidot tarkoittavat yleisiä työelämänvalmiuksia, joiden on tarkoitus kehittyä opintojen aikana. Näitä ovat mm. kriittisen ajattelun taidot, vuorovaikutustaidot, teoreettisen tiedon soveltaminen käytäntöön, tiedon jäsenteleminen ja uusien ideoiden kehittäminen. Pohdintaa ja asioiden ymmärrystä painottava opiskelu on yhteydessä työelämässä tärkeiden geneeristen taitojen kehittämiseen. [18] [24]

Elokuussa 2010 British Royal Society käynnisti 18 kuukautta kestävä projektin, jonka tavoitteena oli hahmotella, kuinka tietojenkäsittelyä opetettaisiin kouluissa 24 eri tietojenkäsittelyalan organisaation tuella. Näitä olivat akateeminen yhteisö, ammattilaisorganisaatiot, yliopistot ja teollisuus (<http://royalsociety.org/Education-Policy/Projects/>). [29]

Englannin opetussuunnitelmat painottavat Yhdysvaltoja enemmän *Computation* -teemaa suhteessa *Computational Thinking* -teemaan. Englannin koululaitos on tarkentanut ylioppilastutkintoaan (General Certificate of Secondary Education, GCSE)

computation -teeman mukaan. IT on siellä parin vuosikymmenen aikana todettu monin tavoin rajoittuneeksi ja epäonnistuneeksi opiskeluaineeksi. Sitä täydentämään ja laajentamaan on luotu Computational Thinking -opintolinja. Computing nähdään matematiikan ja fysiikan tapaisena aineena, joka antaa perusvalmiuksia muiden aineitten opiskeluun ja tarjoaa monialaisuuteen vieviä ajattelutapoja. [18]

Iso-Britannian *Computing programmes of study* -ohjelman opiskelijoiden osaamistavoitteet: [18] [20]

1. Peruseriaatteet tietojenkäsittelystä: tietojenkäsittelyn peruseriaatteet ja käsitteet mukaan lukien abstrahointi, logiikka, algoritmit ja dataesitys
2. Analysointitaito: osaa analysoida ongelmia laskennallisten periaatteiden mukaisesti ja hallitsee tietokoneohjelmoinnin ongelman ratkaisussa
3. Soveltamisen taito: osaa arvioida ja soveltaa analyttisesti informaatioteknologiaa myös uusissa ongelmatilanteissa
4. Vastuullisuus: on toiminnassaan ja TVT:n käyttäjänä vastuullinen, osaava, luotettava ja uutta luova

Joulukuussa 2013 BCS (The Chartered Institute for IT) yhdessä Computing At School (CAS) kanssa tuotti Opetusministeriölle ehdotuksia Computing-alan ainesisällöiksi ja osaamistavoitteiksi A-tasolla (11–18 vuotiaat) [18] [25]:

1. Ohjelmien kirjoittaminen: ongelmanratkaisussa on kokemusta useammasta eri kielillä toteutuvasta ohjelmien kirjoittamisesta
2. Ongelmanratkaisu: tuottaa useita vaihtoehtoisia ratkaisuja eri ongelmatilanteissa ja kykenee arvioimaan ratkaisujen soveltuvuutta ao. kontekstissa
3. Ohjelmien analysointi: kykenee selvittämään toiselle ohjelman toiminnallisuudet ml. visualisointi ja kykenee argumentoimaan ohjelman tehokkuuden ja virheettömyyden käyttäen loogista järjelyä, testiaineistoa ja käyttäjäpalautetta
4. Modulaarisuusajattelu: hyödyntää abstrahointia jäsentäessään ohjelmia modulaarisiin osiin, mallintaa selkeästi ohjelman rajapintoja ulkopuoliseen maailmaan
5. Projektitaidot: toteuttaa merkittäviä ohjelmisto- ja ohjelmistosuunnitteluprojekteja, implementaatioita sekä ohjelmisto- ja laite-evaluointeja

Liitteessä 2 on esitetty Iso-Britannian koulutusjärjestelmä jako eri tasoille ikävuosina 3-16 ja tietojenkäsittelyn osaamistavoitteet koulutustasoille 1-4 (Key Stages 1-4).

2.3.3 Tanska

Tanskassa päädyttiin kehittämään TVT-osaamista lukioissa laajasta näkökulmasta tietojärjestelmätieteeseen ja tietojenkäsittelytieteeseen. Mukaan otettiin sellaisia

taitoja kuten innovaatioprosessien hallinta ja rajapintojen määrittely. Vuonna 2008 Opetusministeriö käynnisti hankkeen, jonka tuli analysoida TVT-opetusta lukioissa ja tehdä suosituksia uusiksi osaamisalueiksi. [2]

Työryhmä esitti vuonna 2009 seuraavia suosituksia [2]:

- Tulee tehdä ero tietotekniikan perustaitojen (tekstinkäsittely, taulukkolaskenta yms. sovellusten käyttö) ja laskennallisen ajattelun ja luovien kompetenssien välillä
- Tulee kehittää yksi yhtenäinen ja koherentti laskennalliseen ajatteluun perustuva TVT-osaamistaitokehikko, jota voidaan soveltaa monin tavoin
- TVT-koulutus tulee suunnitella sellaiseksi, että se innostaa oppilaita jatkamaan alan opiskelua lukiovaiheen jälkeen

Esitys sai poliittista tukea ja esityksen perusteella laadittiin TVT-opetussuunnitelma käytettäväksi vapaaehtoisesti lukioissa vuosina 2011–2014. TVT-koulutusohjelmassa on kaksi perusteesta [2]:

1. Tietojenkäsittelyn avulla ihmiset voivat luoda, jakaa ja käsitellä ajatuksia, prosesseja, tuotteita ja palveluja, joilla luodaan uusia, tehokkaita ja rajat ylittäviä mahdollisuuksia, jotka ilman digitaalitekniikkaa olisivat mahdottomia
2. On olemassa joukko yleisiä laskennallisia käsitteitä, periaatteita ja käytäntöjä, joita voidaan soveltaa tehokkaasti tieto- ja viestintäteknologian alueella, liiketaloustieteessä, yhteiskuntatieteessä, humanistisissa tieteissä ja terveystieteissä.

TVT-osaamisesta laadittiin seitsemän osaamisaluetta, joita ovat [2]:

- Tietojenkäsittelyn perustaidot
- Sovellusarkkitehtuuritaidot
- Tietotekniset taidot
- Ohjelmointitaidot
- Abstrahointi- ja mallinnustaidot
- Rajapintamäärittelytaidot
- Innovaatioprosessitaidot

Kullekin osaamisalueelle laadittiin lyhyet kuvaukset ja oppilaiden taitovaatimukset. Opetuksen tavoitteena on lisätä oppilaiden kiinnostusta aiheeseen, kriittistä ajattelua ja hyvää osaamista laskennallisesta ajattelusta. Tämän vuoksi lähestymistavaksi valittiin sovellusorientoitunut top-down -lähestymistapa. Tämä tarkoittaa, että opiskelu aloitetaan oppilaiden hyvin tuntemista sovelluksista, kuten Facebook, iTunes/Spotify, YouTube, Twitter, Blogs ja Photoshop. [2]

Vuosina 2011–2012 uutta TVT-koulutusmallia toteutti 18 % lukioista. Seuraavana lukuvuonna 2012–2013 osallistuvia lukioita oli 26 % kaikista. Saadut palautteet oppilailta ja opettajilta ovat olleet hyvin positiivisia. [2]

Opettajia varten on olemassa web-sivut, joilla opettajat voivat jakaa kokemuksiaan. Opettajia varten on kehitetty kolmen päivän seminaari, jotka järjestettiin keväällä 2012 ja syksyllä 2012. Niihin osallistui opettajia noin 20 %:sta kaikista lukioista. Kehittämissuunnitelmissa on [2]:

- Materiaalien opetusresurssien kehittäminen
- Muodollisen opettajakoulutuksen kehittäminen
- Alan opettajien oppimisyhteisön perustaminen
- Tutkimuksen toteuttaminen
- Poliittisen tuen vahvistaminen

3 TIETO- JA VIESTINTÄTEKNIIKAN OPETUKSEN KANSALLISIA TAVOITTEITA

3.1 Nykytila

Suomessa on tieto- ja viestintäteknikan taitoja ja opetuskäyttöä määritelty oppilaiden tieto- ja viestintäteknikan taitotasoina (vuonna 2005), opetushenkilöstön taitotasokuvauksina (vuonna 2010) sekä tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön kansallisessa suunnitelmassa (vuonna 2010). Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden (2016) luonnoksessa on asetettu oppilaiden tieto- ja viestintäteknologian osaamiselle tavoitteet eri luokka-asteille.

3.1.1 Perusopetuksen taitotasot

Opetushallitus määrittäi vuonna 2005 oppilaiden tieto- ja viestintätekniset taitotasot 6. ja 9. luokan jälkeen. Tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön tavoitteena on oppilaan erilaisten tietoyhteiskuntataitojen osaamisen vahvistaminen ja kehittyminen, jolloin oppilas [23]:

- hallitsee tieto- ja viestintäteknikan perustaidot
- osaa käyttää Internetiä vastuullisesti
- ymmärtää yhteistyön, vuorovaikutuksen ja verkottumisen merkityksen
- pystyy kehittämään e-palveluiden käyttöön liittyvää osaamistaan.

Tavoitteena on myös tukea oppilaan oppimismotivaatiota ja edistää hänen aktiivisuuttaan, itseohjautuvuuttaan ja luovuuttaan tarjoamalla kiinnostavia haasteita ja ongelmia. Keskeistä on pyrkiä käyttämään tieto- ja viestintäteknikkaa monipuolisesti ja kattavasti opetuksessa ja oppimisessa kaikilla perusopetuksen luokka-asteilla. Tutustuminen tieto- ja viestintäteknikkaan alkaa jo esiopetuksessa, ja sitä varmistetaan ensimmäisen ja toisen luokan aikana, jolloin oppilas osaa käynnistää ja sulkea tietokoneen sekä tutustuu tietoteknisten laitteiden ja ohjelmien käyttöön. Tietoteknisten taitojen opetuskäytön tulisi tällöin tukea lukemisen ja kirjoittamisen opiskelua sekä ohjata oppilasta kohti perustaitojen hallintaa. Osaaminen on määritelty seuraaville neljälle taitotasolle [23]:

- Käytännön työtaidot (tekninen osaaminen)
 - laitteiden ja ohjelmien hallinta (tietokoneen käyttötaidot, käyttöjärjestelmä, tutustuminen erilaisiin tietoteknisiin laitteisiin ja ohjelmiin)
 - sujuva kirjoittamisen tekninen taito

- työergonomia
- Tiedonhallintataidot (sisällöllinen osaaminen)
 - tiedonhaku verkkoympäristössä
 - tiedonkäsittely ja tiedon esittäminen, oma tekeminen (tekstinkäsittely, taulukkolaskenta-, piirros-, esitysgrafiikka-, julkaisu- ja mallinnusohjelmat)
 - synteisien, johtopäätösten tekeminen (uuden tiedon tuottaminen)
 - verkko-opiskelu
- Yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot (sosiaalinen osaaminen)
 - viestintä- ja mediataito; audiovisuaalinen media
 - verkkoviestintätaidot (sähköpostin käyttö, pikaviestimet, verkkolehden/www-sivujen tuottaminen).
- Tietoturva ja etiikka
 - suojautuminen verkkoympäristössä
 - itsensä turvaaminen
 - pelisääntöjen noudattaminen.

3.1.2 Opetustoimen henkilöstön digiosaamisen viitekehys, Ope.fi

Opetus- ja kulttuuriministeriön asettama työryhmä laati marraskuussa 2010 Koulutuksen tietoyhteiskuntakehittämistä vuoteen 2020 suuntaavan työryhmämuistion opetustoimen kehittämisen tueksi. Työryhmän yksi ehdotus oli, että "opetustoimen henkilöstökoulutukseen luodaan tieto- ja viestintäteknikan opetuskäyttöä varten opintokokonaisuus. Opintokokonaisuus perustuisi ajan tasalla oleviin Ope.fi -taitotasokuvauksiin. Ope.fi -taitotasot päivitetään yhteistyössä keskeisten tahojen kanssa". [21]

Ope.fi -koulutukset laadittiin vuonna 2000 opetushenkilöstön tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön edistämiseksi. Mallissa kuvattiin henkilökohtaiset perustaidot (I-taso), sujuvat taidot (II-taso) sekä erityisosaaminen (III-taso), jota opetustyössä tuolloin nähtiin tarvittavan. Täydennyskoulutuksen mallit palvelivat hyvin vuosikymmenen alun kehitystä. Niissä kuvatut taidot ovat edelleen jopa soveltuvin osin ajankohtaisia. [21]

Ope.fi -osaamisen viitekehys rakentuu tieto- ja viestintäteknikan hyödyntämiseen opetuksessa kolmella tasolla (1. työyhteisössä, 2. työyhteisöjen välisessä yhteistyössä ja yksilöllisenä erityisosaamisena sekä 3. kansallisessa tai kansainvälisessä toimintaympäristössä tarvittavina valmiuksina). Tasoja edeltää koko henkilöstöltä edellytettävä tekninen perusosaaminen, jonka katsotaan olevan jokaisen opettajan ja työyhteisön muun jäsenen itse hankittavissa oleva yleinen kansalaistaito. [21]

Ope.fi I tasolla tavoitteena on varmistaa koko koulun tai oppilaitoksen opetus- ja toimintakulttuurien uudistamisessa tarvittavat tiedot ja taidot, sekä valmiudet hyödyntää yhteistä, jaettua osaamista. [21]

Ope.fi II tasolle sijoittuvat koulutukset täydentävät henkilökohtaisia asiantuntijavalmiuksia, joilla voidaan tukea yhteistä, eri työyhteisöjen jäsenten perusvalmiuksien kehittämistä. Koulutuksissa kehitetään asiantuntijavalmiuksia, joita tarvitaan kehitettäessä koulutuksen tietoyhteiskuntaosaamista oppilaitosten välisessä tai kansallisessa (verkosto) yhteistyössä sekä erilaisia oppimisympäristöjä yhdistävässä toiminnassa. [21]

Ope.fi III tasolla järjestettävissä koulutuksissa kehitetään ja sovelletaan henkilökohtaista erityisosaamista sekä rohkeutta tarttua vastaan tuleviin mahdollisuuksiin toimittaessa vaativissa kansallisissa ja kansainvälisessä yhteistyössä asiantuntijana tai kehittäjäverkoston tai -ryhmän koordinaattorina/vastaavana. [21]

3.1.3 Kansallinen tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön suunnitelma

Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen 21.6.2007 tietoyhteiskuntapolitiikan tavoitteista vuosille 2007—2011. Yhtenä tavoitteena oli toteuttaa tieto- ja viestintäteknikan opetuskäytön pilottihanke ja arvioida sen pohjalta mahdollisuudet lisätä tietokoneiden ja tietoverkkojen käyttöä opetuksessa. Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunta organisoi syksyllä 2008 hankkeeseen 20 koulua eri puolilta Suomea. Hankkeen tulosten perusteella työryhmä esitti toimenpiteitä seuraaville osa-alueille [16]:

- Kansalliset tavoitteet ja systeeminen muutos
- Oppijan tulevaisuuden osaaminen
- Pedagogiset mallit ja käytänteet
- E-oppimateriaalit ja oppimissovellukset
- Koulujen infrastruktuuri ja tukipalvelut
- Opettajuus, opettajankoulutus ja pedagoginen asiantuntijuus
- Koulun toimintakulttuuri ja johtajuus
- Yritys- ja verkostoyhteistyö

Raportin mukaan "tieto- ja viestintäteknikan ottaminen osaksi opettamista ja oppimista, edellyttää uusien pedagogisten menetelmien käyttöönottoa. Oppimisen tutkimus eri tieteenalojen näkökulmasta on keskeistä, jotta tietoon perustuvaa opettamisen kehittämistä ja siihen perustuvia ratkaisuja voidaan edistää." [16]

3.1.4 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016 (luonnos): tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen

Luonnoksessa Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiksi 2016 määritetään oppilaiden tieto- ja viestintäteknologista osaamista luokka-asteittain seuraavan taulukon mukaisesti. Taulukossa 2 on esitetty TVT 2016 opetussuunnitelman luonnoksessa esitetyt taitotavoitteet. [38]

TAULUKKO 2 2016 opetussuunnitelman TVT-taitotavoitteet

<i>Luokka-aste</i>	<i>Käytännön taidot ja oma tuottaminen</i>	<i>Vastuullinen ja turvallinen toiminta</i>	<i>Tiedonhankinta sekä tutkiva ja luova työskentely</i>	<i>Vuorovaikutus ja verkottuminen</i>
1-2	Keskeiset käyttö- ja toimintaperiaatteet Näppäintaidot, tekstin tuottamisen ja käsittelyn perustaidot Kokemuksia kuvan, äänen, videoiden ja animaatioiden tekemisestä sekä ohjelmoinnista	Pohditaan turvallisia käyttötapoja ja hyviä käytöstapoja	Keskeisten hakupalvelujen käyttö, pienimuotoiset tiedonhankintatehtävät	Kokemuksia yhteisöllisten palveluiden käytöstä
3-6	Oppii käyttämään erilaisia laitteita, ohjelmistoja ja palveluita sekä ymmärtämään niiden käyttö- ja toimintalogiikkaa. Sujuva tekstintuottaminen ja käsittely eri välineillä, ohjelmoinnin perustaidot	Ohjataan tieto- ja viestintäteknologian turvalliseen käyttöön, hyviin käytöstapoihin ja tekijänoikeuksien peruseräperiaatteisiin.	Tiedon etsiminen useammasta eri lähteestä hakupalveluiden avulla Lähteiden hyödyntäminen oman tiedon tuottamisessa, kriittisen arvioinnin taitojen harjoittelu	Tieto- ja viestintäteknologian käyttäminen ilmaisun välineenä
7-9	Oma-aloitteinen ja luova tieto- ja viestintäteknologian hyödyntäminen erilaisissa oppimistehtävissä sekä eri tehtäviin sopivien työtapojen ja välineiden valinnassa Tiedostojen systematisointi ja organisointi sekä jakaminen Mahdollisuus perehtyä ohjelmointiin	Ohjataan turvalliseen ja eettisesti kestäväan tieto- ja viestintäteknologian käyttöön	Monipuolinen tiedon hankinta ja tuottamisen sekä tietolähteiden monipuolinen käyttö oman luovan työskentelyn pohjana	Opetuksessa käytetään yhteisöllisiä palveluita. Oppilaita ohjataan huomaamaan vuorovaikutuksen merkitys oppimiselle, tutkivalle työskentelylle ja uuden luomiselle.

3.2 Tieto- ja viestintäteknisten taitotavoitteiden vertailu

Vertaamalla Suomen perusopetuksen tavoitteita Iso-Britannian koko koulutusjärjestelmän, Yhdysvaltain perus- ja lukio-opetuksen ja Tanskan lukio-opetuksen opetussuunnitelmadokumentteja saadaan rakennettua matriisin näiden yhtäläisyyksistä ja eroista (kts. liitteet 1 ja 2). Seuraavassa taulukossa 3 on samalle riville sijoitettu yhteiset tai toisiaan lähellä olevat osaamisalueet. Puuttuvat osaamistaitoalueet on merkitty väreihin. Taulukossa on käytetty seuraavia lähteitä: Suomi (Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016 / luonnos), Iso-Britannia (Computing programmes of study), Yhdysvallat (Computer Science Principles Curriculum Framework) ja Tanska (Computing Knowledge Areas in Danish High School). Suomen osalta on listattu vain tavoitteet perusopetuksen kohdalta, koska lukiokoulutuksen osalta tavoitteita ei ole vielä toistaiseksi asetettu.

TAULUKKO 3 Suomen, Iso-Britannian, Yhdysvaltain ja Tanskan TVT-osaamistaidot

Suomi	Iso-Britannia	Yhdysvallat	Tanska
Käytännön taidot ja oma tuottaminen - käyttö- ja toimintaperiaatteet, käyttölogiikka	Tietojenkäsittelyn perustaidot: - abstrahointi - looginen päättely - algoritmiosaaminen - data-analyysi	Tietojenkäsittelyn perustaidot: - tietojenkäsittelyn perusteet - ihminen-kone vuorovaikutus	Tietojenkäsittelyn perustaidot: - IT-systeemin kuvaaminen - ihminen-kone vuorovaikutus Tietotekniset taidot: - datan käsittely ja yhdistely
Ajattelu ja oppimaan oppiminen - asioiden kriittinen analysointi eri näkökulmista	Analysointitaidot: - ongelmien tietotekninen analyysitaito	Analysointitaidot: - laskennallisten mallien tuottaminen ja analysointi - ratkaisuiden hyvyyden analysointi	
Käytännön taidot - ohjelmoinnin perustaidot, mahdollisuus syvällisempään perehtymiseen	Ohjelmointitaidot: - ongelmanratkaisussa tarvittava ohjelmointitaito	Ohjelmointitaito: - ohjelmoinnin luova käyttö	Ohjelmointitaidot: - ohjelmointikielen periaatteet - ohjelmoinnin toteuttaminen
Ajattelu ja oppimaan oppiminen - ongelmanratkaisu, argumentointi, päättely, johtopäätösten tekeminen	Ongelmaratkaisutaidot: - vaihtoehtoisten ratkaisuiden tuottamis- ja evaluointitaito	Abstrahointitaidot - internetin rakenteiden hallinta - datan hallinta ja käsittely - systeemien mallintaminen ja simulointi	Abstrahointi- ja mallinnustaidot: - datan mallintaminen - systeemien muokkaaminen
Arjen taidot - ymmärrys teknologian vaikutuksista, teknologian monimuotoisuudesta ja toimintaperiaatteista	Informaatioteknologian soveltamisen taidot: - laaja-alainen analyyttinen soveltamiskyky myös uusissa tilanteissa		Sovellusarkkitehtuuri taidot: - IT-systeemien arkkitehtuurien määrittely - erilaisten sovellusten hallinta
Vuorovaikutus ja verkottuminen		Kollaboraatiotaidot: - laskennallisten rakenteiden tuottaminen yhteistyönä - ongelmanratkaisu ryhmissä	
Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu Matemaattisten symbolien, kuvien ja muun visuaalisen ilmaisun käyttö vuorovaikutuksen ja ilmaisun välineenä. Tiedonhankinta sekä luova ja tuottava työskentely		Raportointitaidot: - saavutettujen tulosten esittäminen ja kuvaaminen - erilaisten visualisointikeinojen käyttö	
Vastuullinen ja turvallinen toiminta	Vastuullisuustaidot: - toimii luotettavasti, vastuullisesti, turvallisesti ja luovasti		
			Innovaatioprosessitaidot: - innovaatioiden kehitysprosessien kuvaaminen - innovatiivisten IT-tuotteiden luonnostelu

Tieto- ja viestintäteknologiat ovat keskeinen tekijä tuottavuuden, kasvun ja työpaikkojen kannalta. Tarvitaan tehokkaita toimia: on tartuttava nopeasti kehittyvän Tieto- ja viestintäteknikan tarjoamiin mahdollisuuksiin ja korjattava puutteet tietoteknisissä taidoissa ja osaamisessa, jotta Suomi voi kehittyä todelliseksi digitaaliseksi osaamisyhteiskunnaksi. Keskeisiä havaintoja nykytilanteesta ovat:

- Tieto- ja viestintätekniset taidot eivät ole riittävästi esillä koko koulutusjärjestelmässä
- EU:n ja kansallisella tasolla on puute alan huippuosaajista
- Kansalaisten digitaalinen lukutaito on puutteellista
- Alan opetuksessa tarvitaan uusia opetusmetodeja, jotta TVT-opetuksen kiinnostavuutta ja osaamistasoa voidaan parantaa

3.3 Kohti laskennallisen ajattelun osaamista

Tieto- ja viestintäteknologian hyödyntämisessä laskennallisen ajattelun lähtökohdaksi esitetään seuraavaa:

Korkeatasoinen tieto- ja viestintätekninen koulutus auttaa opiskelijoita ymmärtämään ja muuttamaan maailmaa laskennallisen ajattelun avulla. Laskennallisen ajattelun perustana on ongelmanratkaisutaidot. Se kehittää loogista ajattelua ja yhdistää luovuutta reaali maailman olosuhteisiin. Opiskelijat soveltavat eri ilmiöiden taustalla olevia periaatteita ymmärtääkseen reaali maailman järjestelmiä ja luodakseen käyttökelpoisia ratkaisuja. Laskennalliseen ajatteluun perustuva osaaminen auttaa opiskelijoita ymmärtämään erilaisia järjestelmiä ja laskennallisella ajattelulla voidaan luoda merkityksellisiä yhteyksiä eri oppiaineiden ja erityisesti luonnontieteiden eri alueille.

Laskennallinen ajattelu nivoutuu suomalaisessa opetuksessa etenkin laaja-alaisen osaamisen teemoihin sekä tieto- ja viestintäteknisiin taitoihin. Tieto- ja viestintäteknikan keskiössä ovat tietotekniikka, tietojenkäsittelytiede ja tietojärjestelmätiede. Tieto- ja viestintäteknikan opetuksessa opetetaan miten digitaaliset järjestelmät toimivat, miten ne on suunniteltu ja ohjelmoitu sekä informaatioteknologian ja laskennallisuuden perusperiaatteet. Tälle perustalle rakentuva osaaminen auttaa opiskelijoita soveltamaan tietotekniikkaa erilaisiin ja laaja-alaisiin ongelmanratkaisuihin. Opetus tehostaa opiskelijoiden digitaalista luku- ja kirjoitustaitoa, jolloin he kykenevät käyttämään ja ilmaisemaan itseään tietotekniikan avulla ja olemaan aktiivisia toimijoita nopeasti kehittyvässä digitaalisessa maailmassa. Tieto- ja viestintäteknisen osaamisen parantaminen turvaa tietoyhteiskuntakehityksen ja tuottaa yritys sektorin tarvitsemää osaavaa työvoimaa.

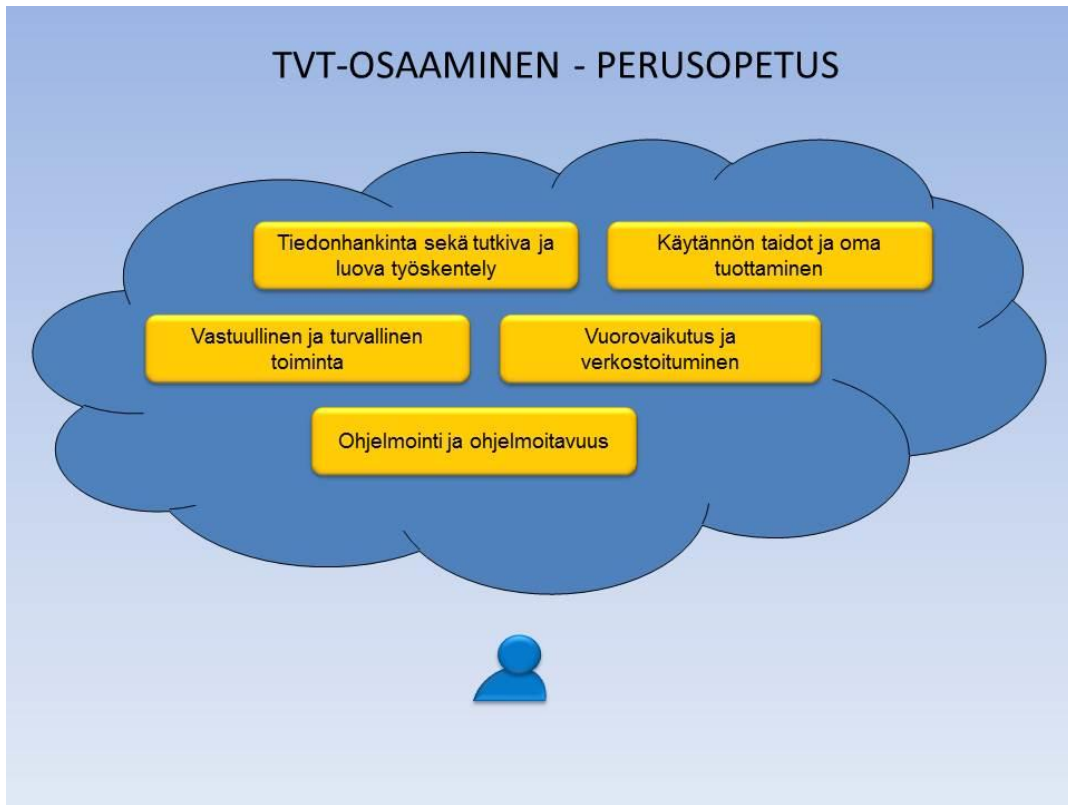
Suomessa laskennallinen ajattelu tulee nostaa osaksi laaja-alaisen osaamisen teemoja sekä eri luokka-asteiden tavoitteista osaksi tieto- ja viestintäteknologista osaamista. Tavoitteena on, että opetus tuottaa opiskelijoille uusia kykyjä, joiden avulla hän:

1. Ymmärtää ja soveltaa laskennallisen ajattelun peruseriaatteita, mukaan lukien looginen päättely, algoritmit, data-analyysi ja kommunikaatio.
2. Kykenee analysoimaan erilaisia ongelmia laskennallisen ajattelun avulla ja kykenee ratkaisemaan reaalimaailman ongelmia.
3. Kykenee asioiden abstrahointiin (pelkistämiseen) ja ongelmien rajaamiseen ja määrittelyyn.
4. Osaa arvioida ja soveltaa tietotekniikkaa laaja-alaisesti ja analyttisesti myös uusissa ja tuntemattomissa tilanteissa.
5. Hallitsee riittävät käytännön tietotekniset työskentelytaidot.
6. Omaksuu tiedonhallinnan periaatteet, niin että kykenee toimimaan erilaisissa ja kompleksisissa informaatioympäristöissä.
7. Kykenee analyttiseen päättelyyn, synteisien luomiseen ja uuden tiedon tuottamiseen laajoista tietomääristä.
8. Hallitsee tarvittavat viestintä-, media- ja sisällöntuotantotaidot sekä sosiaalisen vuorovaikutuksen verkkoympäristössä.
9. Ymmärtää digitaalisen toimintaympäristön uhat ja riskit ja ottaa ne huomioon kaikessa toiminnassaan.
10. On vastuullinen, luotettava ja luova tieto- ja viestintäteknikan käyttäjä sekä toimii informaatioympäristössä eettisten normien mukaisesti.

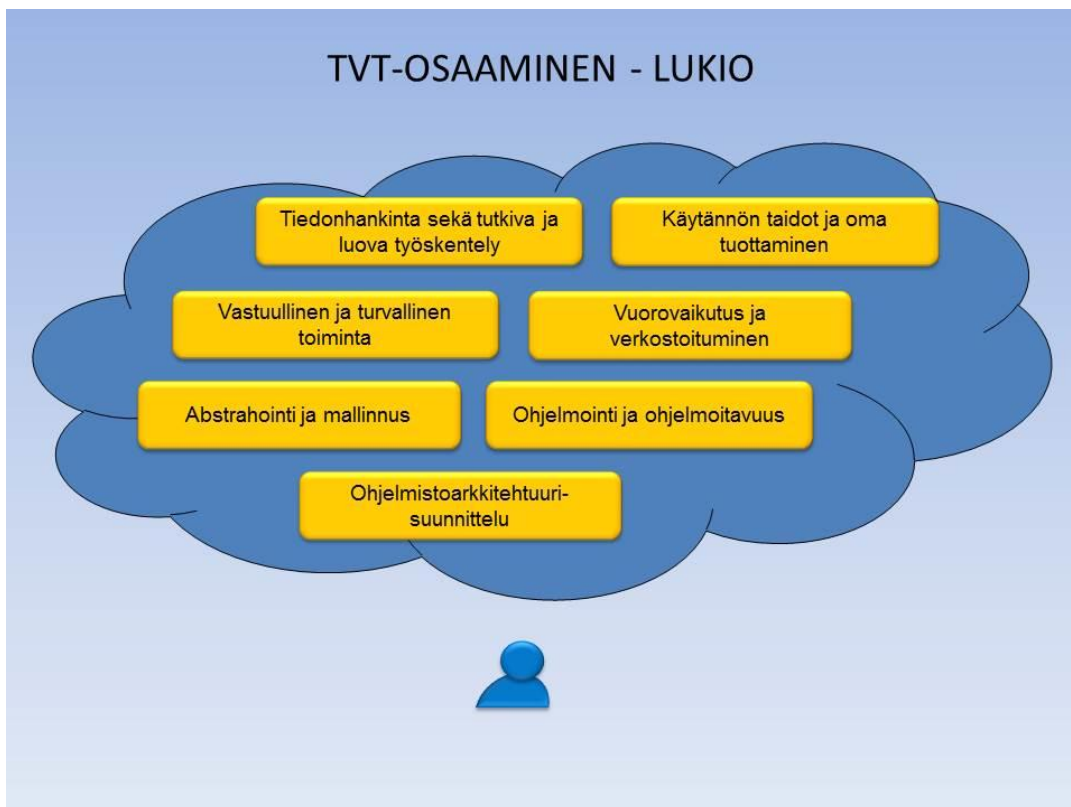
Perustettavassa hankkeessa analysoidaan 2020-luvun osaamisen näkökulmasta tarvittavaa tieto- ja viestintäteknikan alan, erityisesti laskennallisen ajattelun, osaamista perusopetuksessa ja lukioissa ja analyysin pohjalta laaditaan esitys tavoitteista tieto- ja viestintäteknikan alan opetuksessa sekä kansallisen tieto- ja viestintäteknikan koulutuksen toteuttamisen viitekehys.

Lisäksi kootaan tietoa niistä laskennallisen ajattelun menetelmistä ja keinoista, joilla opetuksen laatua ja kiinnostavuutta voidaan tehostaa myös laajasti koko LUMA-opetuksen kentässä. Hankkeessa luodaan uusi digitaalinen oppimisympäristö pilvikoulun pilottina, joka tukee sekä oppilaita että opettajia kouluympäristössä sekä kotona ja kodin ulkopuolisessa ympäristössä. Uusi TVT-oppimisympäristö tarjoaa TVT-koulutusta verkossa, tarvittavaa opetusmateriaalia opettajille ja opiskelumateriaalia oppilaille.

Seuraavissa kuvissa 7-11 jäsenetään suuntia perusopetuksen ja lukio-opetuksen osaamisalueiksi tieto- ja viestintäteknikassa ja laskennallisessa ajattelussa sekä määritetään näiden välisiä yhteyksiä.



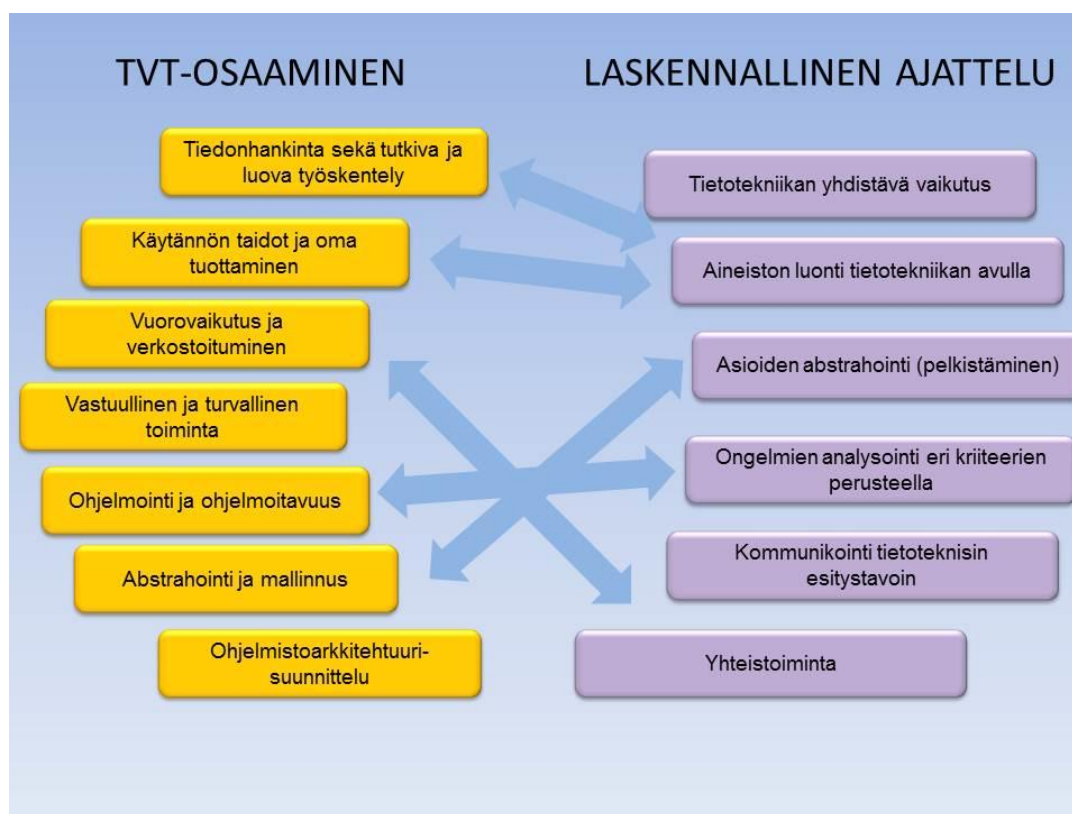
KUVA 7 TVT-osaamisen tavoitteita perusopetuksessa



KUVA 8 TVT-osaamisen tavoitteita lukio-opetuksessa

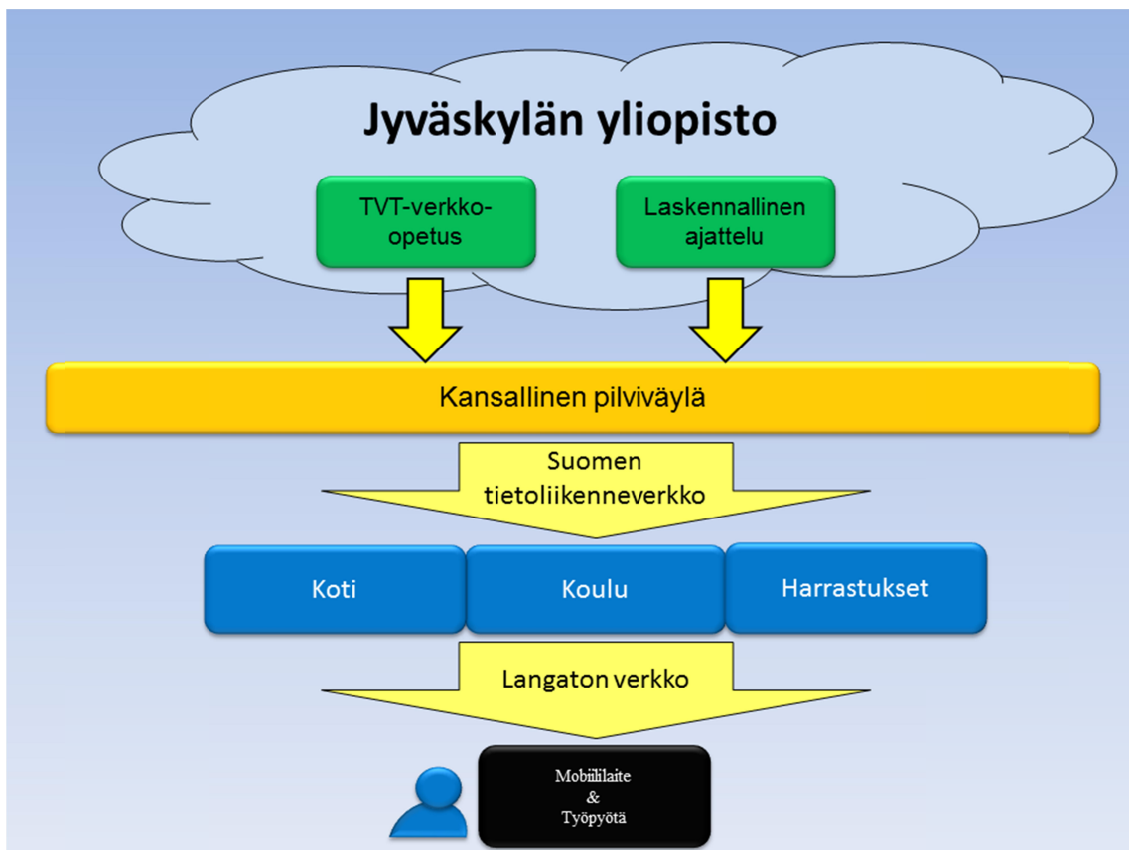


KUVA 9 Laskennallisen ajattelun periaatteita



KUVA 10 TVT-osaamisen ja laskennallisen ajattelun vuorovaikutus

Laskennallisen ajattelun edistäminen linkittyy läheisesti kansalliseen tavoitteeseen koulutuksen pilviväylän kehittämisestä.



KUVA 11 Kansallinen pilviväylähanke ja TVT-verkko-opetus

LIITE 1: Computer Science Principles Curriculum Framework

Tämä Yhdysvaltain TVT-opetussuunnitelman viitekehys on College Boardin elokuussa 2013 laatima luonnos, joka on tarkoitettu K-12 tasolle (peruskoulu ja lukio). Sen tavoitteena on antaa perusteet kurssikohtaiselle suunnittelulle.

Computational Thinking Practices

P1: Connecting computing

Developments in computing have far-reaching effects on society and have led to significant innovations. These developments have implications for individuals, society, commercial markets, and innovation. Students in this course study these effects and connections, and they learn to draw connections between different computing concepts. Students are expected to:

- Identify impacts of computing;
- Describe connections between people and computing; and
- Explain connections between computing concepts.

P2: Developing computational artifacts

Computing is a creative discipline in which the creation takes many forms, ranging from remixing digital music and generating animations to developing websites, writing programs, and more. Students in this course engage in the creative aspects of computing by designing and developing interesting computational artifacts, as well as by applying computing techniques to creatively solve problems. Students are expected to:

- Create an artifact with a practical, personal, or societal intent;
- Select appropriate techniques to develop a computational artifact; and
- Use appropriate algorithmic and information-management principles.

P3: Abstracting

Computational thinking requires understanding and applying abstraction at multiple levels ranging from privacy in social networking applications, to logic gates and bits, to the human genome project, and more. Students in this course use abstraction to develop models and simulations of natural and artificial phenomena, use them to make predictions about the world, and analyze their efficacy and validity. Students are expected to:

- Explain how data, information, or knowledge are represented for computational use;

- Explain how abstractions are used in computation or modeling;
- Identify abstractions; and
- Describe modeling in a computational context.

P4: Analyzing problems and artifacts

The results and artifacts of computation, and the computational techniques and strategies that generate them can be understood both intrinsically for what they are as well as for what they produce. They can also be analyzed and evaluated by applying aesthetic, mathematical, pragmatic, and other criteria. Students in this course design and produce solutions, models, and artifacts, and they evaluate and analyze their own computational work as well as the computational work that others have produced. Students are expected to:

- Evaluate a proposed solution to a problem;
- Locate and correct errors;
- Explain how an artifact functions; and
- Justify appropriateness and correctness.

P5: Communicating

Students in this course describe computation and the impact of technology and computation, explain and justify the design and appropriateness of their computational choices, and analyze and describe both computational artifacts and the results or behaviors of such artifacts. Communication includes written and oral descriptions supported by graphs, visualizations, and computational analysis. Students are expected to:

- Explain the meaning of a result in context;
- Describe computation with accurate and precise language, notation, or visualizations; and
- Summarize the purpose of a computational artifact.

P6: Collaborating

Innovation can occur when people work together or independently. People working collaboratively can often achieve more than individuals working alone. Students in this course collaborate in a number of activities, including investigation of questions using data sets and in the production of computational artifacts. Students are expected to:

- Collaborate with another student in solving a computational problem;
- Collaborate with another student in producing an artifact; and
- Collaborate at a large scale

LIITE 2: Computing Programmes of study for Key Stages 1-4

Iso-Britannian opetusministeriö julkaisi helmikuussa 2013 TVT-opetussuunnitelman viitekehyksen koulutusasteille 1-4 (perus- ja lukio-opetus). Taulukossa 4 on esitetty Iso-Britannian koulutusjärjestelmä jako eri tasoille ikävuosina 3-16.

TAULUKKO 4 UK The national curriculum

Age	Year	Key stage
3 to 4		Early years
4 to 5	Reception	Early years
5 to 6	Year 1	KS1
6 to 7	Year 2	KS1
7 to 8	Year 3	KS2
8 to 9	Year 4	KS2
9 to 10	Year 5	KS2
10 to 11	Year 6	KS2
11 to 12	Year 7	KS3
12 to 13	Year 8	KS3
13 to 14	Year 9	KS3
14 to 15	Year 10	KS4
15 to 16	Year 11	KS4

Purpose of study

A high-quality computing education equips pupils to understand and change the world through computational thinking. It develops and requires logical thinking and precision. It combines creativity with rigour: pupils apply underlying principles to understand real-world systems, and to create purposeful and usable artefacts. More broadly, it provides a lens through which to understand both natural and artificial systems, and has substantial links with the teaching of mathematics, science, and design and technology.

At the core of computing is the science and engineering discipline of computer science, in which pupils are taught how digital systems work, how they are designed and programmed, and the fundamental principles of information and computation. Building on this core, computing equips pupils to apply information technology to create products and solutions. A computing education also ensures that pupils become digitally literate – able to use, and express themselves through, information and communication technology – at a level suitable for the future workplace and as active participants in a digital world.

Aims

The National Curriculum for computing aims to ensure that all pupils:

- Can understand and apply the fundamental principles of computer science, including logic, algorithms, data representation, and communication
- Can analyse problems in computational terms, and have repeated practical experience of writing computer programs in order to solve such problems
- Can evaluate and apply information technology, including new or unfamiliar technologies, analytically to solve problems
- Are responsible, competent, confident and creative users of information and communication technology.

Attainment targets

By the end of each key stage, pupils are expected to know, apply and understand the matters, skills and processes specified in the relevant programme of study.

Key stage 1 (5-7 vuotiaat)

- understand what algorithms are, how they are implemented as programs on digital devices, and that programs execute by following a sequence of instructions
- write and test simple programs
- use logical reasoning to predict the behaviour of simple programs
- organise, store, manipulate and retrieve data in a range of digital formats
- communicate safely and respectfully online, keeping personal information private, and recognise common uses of information technology beyond school.

Key Stage 2 (7-11 vuotiaat)

- design and write programs that accomplish specific goals, including controlling or simulating physical systems; solve problems by decomposing them into smaller parts
- use sequence, selection, and repetition in programs; work with variables and various forms of input and output; generate appropriate inputs and predicted outputs to test programs
- use logical reasoning to explain how a simple algorithm works and to detect and correct errors in algorithms and programs
- understand computer networks including the internet; how they can provide multiple services, such as the world-wide web; and the opportunities they offer for communication and collaboration
- describe how internet search engines find and store data; use search engines effectively; be discerning in evaluating digital content; respect individuals and intellectual property; use technology responsibly, securely and safely

- select, use and combine a variety of software (including internet services) on a range of digital devices to accomplish given goals, including collecting, analyzing, evaluating and presenting data and information.

Key Stage 3 (11-14 vuotiaat)

- design, use and evaluate computational abstractions that model the state and behaviour of real-world problems and physical systems
- understand at least two key algorithms for each of sorting and searching; use logical reasoning to evaluate the performance trade-offs of using alternative algorithms to solve the same problem
- use two or more programming languages, one of which is textual, each used to solve a variety of computational problems; use data structures such as tables or arrays; use procedures to write modular programs; for each procedure, be able to explain how it works and how to test it
- understand simple Boolean logic (such as AND, OR and NOT) and its use in determining which parts of a program are executed; use Boolean logic and wild-cards in search or database queries; appreciate how search engine results are selected and ranked
- understand the hardware and software components that make up networked computer systems, how they interact, and how they affect cost and performance; explain how networks such as the internet work; understand how computers can monitor and control physical systems
- explain how instructions are stored and executed within a computer system
- explain how data of various types can be represented and manipulated in the form of binary digits including numbers, text, sounds and pictures, and be able to carry out some such manipulations by hand
- undertake creative projects that involve selecting, using, and combining multiple applications, preferably across a range of devices, to achieve challenging goals, including collecting and analysing data and meeting the needs of known users
- create, reuse, revise and repurpose digital information and content with attention to design, intellectual property and audience.

Key Stage 4 (14–16 vuotiaat)

All pupils must have the opportunity to study aspects of information technology and computer science at sufficient depth to allow them to progress to higher levels of study or to a professional career. all pupils should be taught to:

- develop their capability, creativity and knowledge in computer science, digital media and information technology
- develop and apply their analytic, problem-solving, design, and computational thinking skills.

LÄHTEET

- [1] Avainteknologiat ja tulevaisuus Yhteiskunnallisia tarkasteluja nousevien teknologioiden ja kvalifikaatioiden yhteyksistä, Opetusministeriön julkaisuja 2003:2, http://www.minedu.fi/OPM/Julkaisut/2003/avainteknologiat_ja_tulevaisuus?lang=fi
- [2] Caspersen Michael E. and Nowack Palle, Computational Thinking and Practice — A Generic Approach to Computing in Danish High Schools, Proceedings of the Fifteenth Australasian Computing Education Conference (ACE2013), Adelaide, Australia, <http://crpit.com/confpapers/CRPITV136Caspersen.pdf>
- [3] Computer Science Principles, College Board, 2013, <http://www.collegeboard.com/html/computerscience/>
- [4] Computer Science Principles, Draft Curriculum Framework, August 2013, <http://media.collegeboard.com/digitalServices/pdf/ap/2013-0607-comp-sci-principles-cf-final.pdf>
- [5] Computing Programmes of study for Key Stages 1-4, Department of Education, February 2013, http://media.education.gov.uk/assets/files/pdf/c/computing%2004-02-13_001.pdf
- [6] Digiosaamisen ohjelmajulistus - The e-skills manifesto, European Schoolnet (EUN Partnership AISBL), 2.10.2012,
- [7] Digiosaamista Euroopan työmarkkinoille, Euroopan yhteisö, 2013, http://eskills2013.eu/fileadmin/monitor2013/documents/Country_Reports/Brochure/eSkills_Monitor_FI.pdf
- [8] Euroopan digitaalistrategia - Euroopan kasvun vauhdittaminen digitaalisin keinoin, (COM(2012) 784), 18.12.2012
- [9] European Council, 24/25 October 2013 Conclusions, EUCO 169/13, http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/ec/139197.pdf
- [10] EU komissio, Grand Coalition for Digital Jobs, <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/grand-coalition-digital-jobs-0>
- [11] Euroopan komissio, Euroopan digitaaliagenda, KOM(2010) 245 lopullinen, Bryssel 26.8.2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:FI:PDF>

- [12] Euroopan yhteisöjen komissio, Tietotekniset taidot 2000-luvulla edistämään kilpailukykyä, kasvua ja työpaikkoja, KOM(2007) 496 lopullinen, Bryssel 7.9.2007
- [13] Future Works Skills 2020, Institute for the Future for the University of Phoenix Research Institute, 2011
- [14] Heinonen Sirkka, Ruotsalainen Juho ja Kurki Sofi, Luova tulevaisuustila ja tulevaisuuden osaamisen ennakointi, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Tutu e-julkaisuja 4/2012
- [15] Jyrki Kataisen hallituksen ohjelma, 17.6.2011,
<http://valtioneuvosto.fi/tiedostot/julkinen/hallitusneuvottelut-2011/neuvottelutulos/fi.pdf>
- [16] Kansallinen tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön suunnitelma, Arjen tietoyhteiskunnan neuvottelukunta, 2010,
file:///C:/Users/Martti/Downloads/TVT_opetusk%C3%A4yt%C3%B6n_suunnitelma.pdf
- [17] Koulutuksen tietoyhteiskuntakehittäminen 2020, Parempaa laatua, tehokkaampaa yhteistyötä ja avoimempaa vuorovaikutusta, Opetus- ja kulttuuriministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä 2010:12,
http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/artikkelit/koulutuksen_ja_tutkimuksen_tietoyhteiskunta/verkko-opetuksen_sopimusmallit/liitteet/Loppuraportti_Koulutus2020_okmtr2010_12.pdf
- [18] Laitila Erkki, Koululaitos kohti digitaaliajan haasteita, Englannin kehittämiä linjauksia teemana: Computational Thinking, 7.5.2014
- [19] Lu James J. and Fletcher George H. L., Thinking About Computational Thinking, SIGCSE'09, March 3–7, 2009, Chattanooga, Tennessee, USA
- [20] National curriculum in England, Computing programmes of study: Key stages 1 and 2,
http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/primary_national_curriculum_-_computing.pdf
- [21] OPE.fi, <http://opefi.wikispaces.com/Ajankohtaista+ja+esipuhe>
- [22] Opetus- ja kulttuuriministeriön älystrategia, 28.2.2013
http://www.minedu.fi/export/sites/default/OPM/Koulutus/artikkelit/koulutuksen_ja_tutkimuksen_tietoyhteiskunta/verkko-opetuksen_sopimusmallit/alystrategia2013_OKM.pdf
- [23] Perusopetuksen tieto- ja viestintätekniiikan opetuskäytön sekä oppilaiden tieto- ja viestintätekniiikan perustaitojen kehittämissuunnitelma, Työryhmän raportti 21.4.2005,
http://www.opi.fi/download/30256_perusopetuksen_TVT_kehittamissuunnitelma.pdf
- [24] Rationale for a GCSE in Computing, Computing for the Next Generation group, August 2008,
http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/GCSE_Rationale.pdf

- [25] Subject Content of the new A levels, BCS (The Chartered Institute for IT) in association with the Computing At School group, 15.12.2013, <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/BCS%20response%20New%20A%20levels%20subject%20content%20-%20DfE%20consultation%20Dec%202013.pdf>
- [26] Työ- ja elinkeinoministeriö, 21 polkua Kitkattomaan Suomeen, ICT 2015 - työryhmän raportti 17.1.2013, http://www.tem.fi/ajankohtaista/julkaisut/julkaisujen_haku/21_polkua_kitkattoon_suomeen.98249.xhtml
- [27] Valtioneuvoston selonteko eduskunnalle, Tuottava ja uudistuva Suomi – Digitaalinen agenda vuosille 2011–2020, Liikenne- ja viestintäministeriö 2010, <http://www.lvm.fi/julkaisu/1225475/tuottava-ja-uudistuva-suomi-digitaalinen-agenda-vuosille-2011-2020>
- [28] Wing Jeannette M., Computational Thinking, Communications of the ACM 49(3), p. 33–35, 2006
- [29] Wing Jeannette M., Computational Thinking: What and Why? 17 November 2010, <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>
- [30] Kankaanranta, M. & Puhakka, E. (2008). Kohti innovatiivista tietotekniikan opetuskäyttöä. Kansainvälisen SITES 2006 -tutkimuksen tuloksia. Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos.
- [31] Kankaanranta, M. & Vahtivuori-Hänninen, S. (Eds.) Opetusteknologian koulun arjessa 2 [Educational Technology in Schools everyday life II]. University of Jyväskylä: Finnish Institute for Educational Research & Agora Center. (In Finnish)
- [32] Kankaanranta, M., Palonen, T., Kejonen & Ärje, J. (2011). Tieto- ja viestintäteknikan merkitys ja käyttömahdollisuuden koulun arjessa, Educational Technology in Schools everyday life II. University of Jyväskylä: Finnish Institute for Educational Research & Agora Center. (In Finnish)
- [33] Law, N., Pelgrum, H. & Plomp, T. (Eds.) (2008). Pedagogy and ICT use in schools around the world. Finding for the IEA SITES 2006 study. The University of Hong Kong: Comparative Education Research Centre.
- [34] Kankaanranta, M. 2009. National policies and practices on ICT in Education: Finland. In T. Plomp, N. Law & A. Quale (Eds.) Cross-National ICT Policies and Practices in Education. Hong Kong: Comparative Education Research Centre, The University of Hong Kong, and Dordrecht: Springer, 297-313.
- [35] Norrena J-M., Kankaanranta M. & Nieminen M. 2011. Kohti innovatiivisia opetuskäytänteitä, In M. Kankaanranta (Ed.) Opetusteknologia koulun arjessa, Jyväskylän yliopisto. Agora Center & Koulutuksen tutkimuslaitos.

- [36] Shear, L., Novais, G. & Moorthy, S. 2010. ITL research executive summary of pilot year findings.
<http://www.elb2011.org/docs/ITL%20Research%20Executive%20Summary.pdf>
- [37] Defining 21st century skills , University of Melbourne, <http://atc21s.org/wp-content/uploads/2011/11/1-Defining-21st-Century-Skills.pdf>
- [38] Perusopetuksen ohjelmaluonnos,
<http://www.oph.fi/ops2016/perusteluonnokset>
- [39] Laskennallisen tieteen kehittäminen Suomessa, Opetusministeriön työryhmämuistioita ja selvityksiä, 2007:23
- [40] IT-alan merkitys yhteiskunnassa ja tutkimus- ja innovaatiotoiminnan kehittäminen, Jyväskylän yliopiston informaatioteknologian tiedekunnan raportti 3.4.2014,
https://www.jyu.fi/it/uutiset/tiedekunta/ICT_kehittaminen_08042014.pdf

Informaatioteknologian tiedekunnan julkaisuja
No. 14/2014

ISBN 978-951-39-6040-7 (verkköj.)
ISSN 2323-5004



JYVÄSKYLÄN YLIOPISTO