

LAHTI

Robotiikan opetus Lahdessa

Katsaus nykytilanteeseen ja visioita tulevaan

Lahti 31.10.2021

Robolinkki-projekti



Sisällys

Esipuhe	3
Tausta	5
Osaaminen 2035	5
Digitalisaatio.....	7
Algoritminen ajattelu	8
Ohjelmointi	9
Robotiikka	10
Selvitystyön rajaus ja työntarkoitus	12
Selvitystyön aineiston hankinta ja käsittely	12
Yhteiskuntakytkeä	14
Teollisuuden robotiikka & robotiikka ihmisen arjessa	14
Työllisyysnäkymät robotiikan alalla yleisesti	15
Robotiikan opetus	18
Robotiikan opetus kansainvälisesti	18
Robotiikan opetus Suomessa	23
Robotiikan opetus alueellisesti	25
Robotiikan opetus Lahdessa.....	27
Robotiikka omana oppiaineena	28
Robotiikan opetussuunnitelma vai robotiikan oppimispolku	29
Päätelmät ja suositukset	31

Esipuhe

Robolinkki on yhteistyöprojekti Päijät-Hämeen LUMA-keskuksen, Lahden ammattikorkeakoulun, Koulutuskeskus Salpauksen ja Lahden kaupungin opetuksen toimijoiden kanssa. Kyseessä on Opetushallituksen myöntämä valtionavustus tiedekasvatuksen edistämiseen ajalle 12.11.2019-31.12.2021. Projektin tavoitteena on lisätä erityisesti toisen asteen ja korkea-asteen koulutuksen välisen yhteistyötä tiedekasvatuksen edistämiseksi lisäämällä kiinnostusta erityisesti LUMA-tieteitä ja teknologiaa kohtaan sekä edistää sitä kautta nuorten kiinnostusta korkeakoulun teknologian jatko-opintoihin. Projektin pitkän tähtäimen tavoitteena on ulottaa robotisaatio sekä tiede ja teknologiakasvatus jopa yhteisöön.

Tämän raportin tehtävänä on antaa lukijalle selvä käsitys siitä, miten robotiikkaa opetetaan tällä hetkellä Lahdessa. Äskeisen lisäksi raportti pyrkii kuvaamaan sitä, miten robotiikkaa opetetaan muualla. Tavoitteena on antaa hyviä vaihtoehtoja mihin suuntaan robotiikan opetusta voisi kehittää Lahdessa lähitulevaisuudessa. Tämä selvitys on tehty Robolinkki-hanketta varten. Raportti toimii siis selvitystyön roolissa, jotta se tukee päättäjiä kohdistamaan resursseja oikein robotiikan opetuksen osalta. Selvitystyötä varten tehtiin kyselytutkimus. Kyselyn tarkoituksena on antaa käsitys siitä, mikä on yritysmaailman näkökulma robotiikan opetuksen tarpeesta ja tämän hetken osaajien kysynnästä.

Aluksi raportissa käydään läpi tärkeitä käsitteitä, jotta niistä puhuttaessa lukijalle on selvää, mihin asiaan tässä nykypäivän termiviidakossa – erityisesti robotiikan, ohjelmoinnin ja algoritmisen ajattelun osalta – viitataan. Tärkeitä robotiikkaan liittyviä termejä ovat juuri äsken mainittu ohjelmointi ja algoritmisen ajattelu. Näiden lisäksi avataan termejä kuten digitalisaatio, ohjelmallinen ajattelu, ohjelmoinnillinen ajattelu ja algoritmi.

Kun työssä käytetyt termit on käyty läpi ja lukija hahmottaa jossain määrin, miten ne liittyvät toisiinsa, käydään läpi selvitystyön tarkoitus ja rajausta. Seuraavaksi avataan lukijalle sitä, kuinka kyselyn aineistoa on hankittu ja käsitelty.

Yhteiskunta-luvussa hahmotetaan lukijalle, miten tämä selvitystyö liittyy yleisesti yhteiskunnan toimintaan ja tarpeisiin. Tässä luvussa käydään läpi sitä mitä teollisuuden robotiikka on tänä päivänä, miten robotiikka näyttäytyy keskivertokansalaiselle arjessa. Tämän jälkeen hahmotetaan sitä, mitkä ovat työllisyysnäkökulmat robotiikan alalla yleisesti tällä hetkellä.

Kun on saatu perusteltua, miten merkittävä asia robotiikka on nykypäivänä, aletaan käydä läpi robotiikan opetusta. Tässä luvussa käsitellään siis robotiikan opetusta monista eri näkökulmista, niin maailmalla kuin kansallisestikin. Myös eri luokka-asteet on pyritty ottamaan huomioon. Näiden lisäksi pyritään antamaan käsitys erilaisista käytännöistä antaa robotiikan opetusta Suomessa. Tässä luvussa vertaillaan myös sitä, kumpi olisi Lahden kaupungin tapauksessa parempi, robotiikan sisällyttäminen opetussuunnitelmaan vai erillinen robotiikan oppimispolku.

Raportin viimeinen luku on pyhitetty raportin yhteen kokoamiselle ja päätelmille sekä suosituksille. Loppukoonnissa kootaan yhteen raportin tärkeimmät tulokset. Päätelmät on tehty tässä raportissa esiintyneiden muiden raporttien, asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen ja tärkeiden tietolähteiden valossa. Suositukset antavat osviittaa siitä, mitä Lahden kaupunki voi tehdä kehittäessään robotiikan opetusta paikallisesti.

Tausta

Osaaminen 2035

Ennen yhteiskunnassa oli tapana kouluttautua tiettyyn ammattiin ja työskennellä sen parissa loppu elämä. Tänä päivänä, kun ammatit uudistuvat ja muuttuvat tiheämmin, ei voi enää kouluttautua vain yhteen ammattiin. Voi olla, että nuoren kouluttautumaa ammattia ei ole enää 30 vuoden päästä. Tästä syystä on erittäin tärkeää opiskella taitoja, joita voi hyödyntää muissakin ammateissa. Paras olisi opetella taitoja, jotka ovat hyödyllisiä mahdollisimman usealla eri alalla. Opetushallituksen tuottamassa Osaaminen 2035 -raportissa keskitytään tulevaisuuden osaamisrakennetta geneeristen osaamisten, yleisten työelämäosaamisten ja kansalaisen digiosaamisten kannalta. Raportissa haetaan myös vastauksia siihen, miten äsken mainittujen osaamisten merkitys muuttuu ja mitkä ovat kaikkein tärkeimpiä osaamisasia vuonna 2035. Osaamistarpeita käsitellään lisäksi kasvualojen ja tehtävärakenteen näkökulmasta. Raportti perustuu opetuksen ennakointifoorumin (OEF) ennakointiprosessiin, jossa työelämän ja koulutuksen asiantuntijat ovat ennakoineet osaamis- ja koulutustarpeita sekä pohtineet koulutuksen kehittämisehdotuksia. Osaamisen ennakointifoorumiin kuuluu yhteensä kaikkiaan 476 jäsentä eri toimialoilta (luonnonvarat, elintarviketuotanto ja ympäristö; liiketoiminta ja hallinto; koulutus, kulttuuri ja viestintä; liikenne ja logistiikka; majoitus-, ravitsemis- ja matkailupalvelut; rakennettu ympäristö; sosiaali-, terveys- ja hyvinvointiala; teknologiateollisuus ja palvelut; prosessiteollisuus ja -tuotanto). Kyseessä on siis selvästi laaja ja hyvin monipuolinen asiantuntijaverkosto. Vaikka tulevaisuuden ennustaminen on likipitään mahdotonta, on ennakoiminen sen sijaan hyvinkin järkevää ja perusteltua, jotta voidaan kohdistaa käytössä olevia resursseja oikein.

Osaamisfoorumin ennakoinnin tukena käytettiin erilaisia työpajoja, joiden sisällöt kuuluvat seuraavasti: työpaja 1. Tulevaisuuden muutostekijöiden tunnistaminen ja yhteisten tulevaisuuden rakentaminen; työpaja 2. Tulevaisuuden muutosilmiöiden tunnistaminen ennakointiryhmittäin, työpaja 3. Liiketoiminnan, tuotannon ja työelämän tulevaisuuden tunnistaminen; työpaja 4. Osaamis- ja koulutustarpeiden ennakointi; työpaja 5. Koulutuksen ja osaamisen kehittämisen toimenpide-ehdotukset. Näiden työpajojen avulla asiantuntijaverkosto on saanut koottua tulevaisuudessa tarvittavia taitoja.

Digitalisaatiosta mainitaan erityisesti olevan useita vaikutuksia ja ulottuvuuksia kuten:

- Digitalisaatio muuttaa toimintatapoja yrityksessä ja asiakkaan käyttäytymisessä.
- Digitalisointi on oleellinen toiminta- ja kilpailuedellytys.
- Digitalisaation, tekoälyn ja robotiikan avulla luodaan uutta liiketoimintaa.
- Digitalisaatio lisää pienten toimijoiden muodostamia palveluverkostoja suurten yritysten rinnalle.
- Digitaaliset työkalut ovat käytössä kaikilla toimialoilla.

Luettelosta voidaan havaita, että maailmassa, jossa digitalisaation merkitys korostuu työelämässä, on suuria vaikutuksia taitoihin, joita tulisi tulevaisuudessa ottaa paremmin huomioon. Erityisesti Osaaminen 2035 -raportin taulukossa, joka keskittyy geneeristen osaamisten merkityksestä vuoteen 2035 havaitaan, että huipulla loistaa ”ongelmanratkaisutaidot”, ”itseohjautuvuus”, ”kokonaisuuksien hallinta” ja ”luovuus”. Näitä taitoja voi oppia mainiosti robotiikan parissa. Kaikkien edellä mainittujen osaamisten toimialaryhmien näkemysten keskiarvo on yli neljä. Asteikoksi on valittu numeroarvosanat 1–5. Numeroarvosana 1 tarkoittaa ”merkitys vähenee paljon” ja numeroarvosana 5 tarkoittaa ”merkitys kasvaa paljon”. Esimerkkinä huonoimman keskiarvon saaneesta osaamisesta on ”fyysinen vahvuus”, jonka keskiarvo on hieman yli 2,5. Asteikon mukaisesti tulkittuna vaikuttaisi siltä, että fyysisen vahvuuden merkitys ei kasva eikä vähene juurikaan. Tämä korostanee seikkaa kuinka tärkeiksi taidoiksi toimialaryhmät ovat kokeneet edellä mainitut taidot kuten ongelmanratkaisutaidot.

Osaaminen 2035 -raportin toisessa taulukossa, jossa on luokiteltu yleisten työelämäosaamisten merkityksen muutosta vuoteen 2035. Kyseessä on taas toimialaryhmien näkemysten keskiarvo. Tässä taulukossa ”Digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisaosaaminen”, Digitaalisten alustojen hyödyntämisaosaaminen”, Digitaalisten toimintojen hallinta- ja ohjaustaidot” ovat huipulla. Näiden kaikkien keskiarvo oli yli neljä, mutta tärkeimmän ”digitaalisten ratkaisujen hyödyntämisaosaaminen” oli peräti yli 4,5. Vaikka digitaaliset ratkaisut kattavat paljon muitakin asioita kuin vain robotiikkaan liittyvät asiat, voi näistä kaikkia siitä huolimatta oppia robotiikan opetuksen avulla.

¹ <https://www.oph.fi/fi/tilastot-ja-julkaisut/julkaisut/osaaminen-2035>

Digitalisaatio

Digitalisaatio voidaan ymmärtää hyvinkin eri tavoilla suomea ja englantia puhuvissa maissa. Suomessa digitalisaatiolla viitataan digitaalisen tietotekniikan yleistymiseen arkielämän toiminnoissa. Digitalisaatio on poistanut aikaan, tilaan, tiedonsaantiin ja osallistumiseen liittyviä rajoituksia kansalaisten vuorovaikutuksesta ympäröivän yhteiskunnan kanssa. Suomessa termi käsittää laajasti digitaalisen tietotekniikan käytön eri yhteyksissä, kuten mobiilimaksamisen, sähköisen tunnistautumisen erilaisiin verkkopalveluihin ja sosiaalinen kanssakäyminen muiden kanssa verkossa. Tässä vain muutama esimerkki siitä, mitä kaikkea digitalisaatio pitää sisällään.

Digitalisaatiota ei tule sekoittaa termeihin kuten digitointi tai englanninkieliseen termiin digitalization. Digitoinnilla tarkoitetaan informaation muuntamista digitaaliseen muotoon tietokoneen ymmärtämälle tavalle, eli biteiksi. Äsken mainittu termi digitalization viittaa taas digitaalisten teknologioiden käyttämistä talousmallien muuttamiseen, uusien liikeluokkien tuottamiseen ja arvoa tuottaviin mahdollisuuksiin. Se on siis prosessi, jonka myötä siirrytään digitaaliseen kaupankäyntiin, eli bisnekseen.

Tässä raportissa tarkoitetaan tässä luvussa ensin mainittua digitalisaatiota, eli tietotekniikan yleistymistä ja monipuolistumista kansalaisten arkielämässä. Digitalisaatiosta puhuttaessa ei siis viitata suoraan talouteen liittyviin asioihin eikä myöskään informaation muuttamista digitaaliseen muotoon. Digitalisaatio kattaa kuitenkin niin paljon erilaisia osia ja liittyy niin moneen tapahtumaan, ettei näitä ole alettu tässä erittelemään. Opetusmaailmassa digitalisaatio näyttäytyy esimerkiksi etäopetustuntien muodossa, sähköisinä ylioppilaskirjoituksina ja niiden monipuolistumisena sekä oppikirjojen sähköistymisenä. Aiempien lisäksi ohjelmoinnin ja erilaisten teknologisten laitteiden yleistyessä ohjelmoinnin opetus nousee suurempaan keskiöön robotiikan opetuksen kanssa.

² Koironen, Ilkka; Räsänen, Pekka & Södegård, Caj: Mitä digitalisaatio tarkoittaa kansalaisen näkökulmasta? Talous ja yhteiskunta, 3/2016, s.24–29. Palkansaajien tutkimuslaitos

Algoritminen ajattelu

Ennen kuin käydään tarkemmin läpi, mitä algoritmisella ajattelulla tarkoitetaan, perehdytään hieman siihen, mitä algoritmi tarkoittaa. Kirjallisuudessa voi nähdä pääosin hyvin samankaltaisia määritelmiä, mutta tässä raportissa käytetään niistä vain yhtä Gerald Futschekin antamaa määritelmää:

Algoritmi on metodi tai menetelmä, jolla voidaan ratkaista ongelma, joka koostuu tarkoin määritellyistä ohjeista/käskyistä.

Määritelmä on lyhykäisyydestään ja yksinkertaisuudestaan huolimatta hyvin kattava. Algoritmia voi verrata reseptiin. Molemmissa on selkeät vaiheet, joita noudattamalla sitä tulkitseva henkilö tai tietokone ymmärtää mitä täytyy missäkin vaiheessa tehdä. Suurin ero lienee juuri se, että reseptiä lukee ihminen ja algoritmia tulkitsee tietokone. Tärkeää on huomauttaa, että myös sillä on merkitystä millä kielellä resepti tai algoritmi on kirjoitettu. Suomalainen kokki ei välttämättä osaa lukea venäjäksi kirjoitettua reseptiä. Analogiana voidaan pitää tietokonetta, joka yrittää tulkita algoritmia kuin se olisi kirjoitettu Python -ohjelmointikielellä, vaikka se olisi oikeasti kirjoitettu Java-ohjelmointikielellä. Tietokoneelle täytyy olla selvää, miten se yrittää lukea sille annettuja ohjeita.

Algoritmisella ajattelulla kuvataan ajattelumallia, missä jaetaan ratkaistavana oleva ongelma pienempiin osaongelmiin ja ratkotaan ne. Algoritmiseen ajatteluun kuuluvat myös taidot kuten: kyky analysoida pulmia, kyky täsmällistää ja tarkentaa pulma tai ongelma tarkasti, kyky ajatella kaikkia mahdollisia erikois- ja normaalitapauksia pulmasta tai ongelmasta sekä kyky parantaa algoritmin tehokkuutta. Nyt lukijalle lienee karkea kuva siitä, mistä algoritmisessa ajattelussa on kyse, ei asiaan syvennytä tässä raportissa tämän tarkemmin.

Mainittakoon, että tässä raportissa termi algoritminen ajattelu samastetaan termien ohjelmallinen ajattelu sekä ohjelmoinnillinen ajattelu. Vaikka näitä kaikkia käytetään kirjallisuudessa erikseen, on niillä hyvin vähän eroja tämän raportin kannalta. Termejä algoritminen ajattelu, ohjelmallinen ajattelu sekä ohjelmoinnillinen ajattelu pidetään tässä raportissa synonyymeinä.

³ Futschek, Gerald (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science, s. 159–161.

Ohjelmointi

Ohjelmointi ja koodaus ovat kaksi eri termiä, jotka puhekielessä rinnastetaan toisiinsa. Tässä halutaan kuitenkin erottaa nämä kaksi termiä ja kirkastaa lukijalle, mitä näillä termeillä tarkoitetaan. Koodaus käsitetään yksinkertaisesti vain lähdekoodin kirjoittamisena. Lähdekoodi (engl. source code) on ohjelmointikäskyjä rivitettynä ja oikein sisennettynä. Lähdekoodin avulla tietokone tietää, mitä toimintoja sen täytyy suorittaa ja missä järjestyksessä.

Cambridge Dictionary määrittelee sanan ohjelmointi seuraavasti:

Tietokoneohjelmien (computer programs) kirjoittamisen aktiviteetti tai työ.

Äskeinen määritelmä vaikuttaisi olevan hyvin lähellä koodauksen määritelmää, joka edellisessä kappaleessa annettiin. Tästä huolimatta itse ohjelmointi pitää paljon enemmän sisällään kuin vain lähdekoodin kirjoittamisen. Ohjelmointi on paljon laajempi käsite sillä se sisältää lähdekoodin kirjoittamisen ja ymmärtämisen. Tässä raportissa käytetään pääosin seuraavaa määritelmää ohjelmoinnille: "Ohjelmointi on prosessi, jossa kehitetään ja tuotetaan joukko erilaisia käskyjä, jotka saavat tietokoneen suorittamaan tietyn tehtävän. Tietokoneen avulla voi tällöin ratkaista pulmia tai ongelmia ja sekä tarjota ihmisvuorovaikutusta." . Ohjelmoija on siis henkilö, joka hahmottaa halutun tehtävän hyvin alusta loppuun, osaa jakaa sen pienempiin osiin ja loppujen lopuksi tietokoneelle annettaviksi käskyiksi, joiden avulla ongelma voidaan ratkaista. Pelkän lähdekoodin kirjoittaminen on vain hyvin pieni osa prosessia nimeltä ohjelmointi. Samoin kuin romaaninen kirjoittamisessa vain hyvin pieni osa on itse tekstin syöttäminen tekstinkäsittelyohjelmaan ja sivujen tulostaminen.

⁴ Oxford Dictionaryn määritelmä sanalle ohjelmointi <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/programming>

⁵ European schoolnet & Balanskat, A. & Engelhardt, K. Computing our future: Computer programming and coding, Priorities, school curricula and initiatives across Europe.

Robotiikka

Robotiikka on hyvin laaja käsite ja tästä syystä sitä on syytä tarkentaa. Aiheesta voi löytää useita määritelmiä ja tässä vaiheessa on tärkeätä tarkentaa mitä robotiikalla tarkoitetaan tämän työn viitekehysessä. Esimerkiksi Wiktionaryn määritelmä robotiikalle kuuluu seuraavasti:

Robottien tiede ja teknologia, sekä niiden suunnittelu, valmistaminen ja soveltaminen.

Määritelmä on lyhyehkö ja lukijalle tuskin hahmottuu kokonaiskuvaa robotiikasta tieteenalana. Esitetään aiemman lisäksi toinen määritelmä. Tällä kertaa lähteenä Amerikan yhdysvaltojen lääketieteen kansallinen kirjasto (U.S National Library of Medicine):

Elektronisten, tietokoneellistettujen hallintajärjestelmien soveltaminen mekaanisten laitteiden käyttöön, jotka on suunniteltu tuottamaan ihmisen toimintoja. Aiemmin rajoittunut teollisuuteen, mutta nykypäivänä sovelletaan keinoelinten hallintaan bionisilla (bioelektronisilla) laitteilla, kuten automatisoiduilla insuliinipumpuilla ja muilla proteeseilla.

Äskeinen määritelmä keskittyy puhtaasti robotiikkaan lääketieteen näkökulmasta eikä se tarjoa tämän raportin kannalta oleellisia tietoja robotiikasta opetuskäyttöön tai muuten yritysmaailmaan. Esitellään siis vielä yksi määritelmä. Lähteenä Freebasen tietokanta:

Robotiikka on teknologian haara, joka käsittelee robottien suunnittelua, valmistusta, toimintaa ja sovellusta, aivan kuten tietokonejärjestelmien hallinnoimista niiden käytössä, sensorien tulosteissa ja informaation prosessoinnissa. Nämä teknologiat toimivat automaattisten koneiden kanssa, jotka voivat korvata ihmisen vaarallisissa ympäristöissä tai valmistusprosesseissa, tai muistuttavat ihmistä ulkonäöltään, käytöksellään ja/tai kongnitiollaan. Moniin tämän päivän robotteihin on saatu inspiraatio luonnosta, kun puhutaan biolähtöisestä robotiikasta. Koneiden, jotka voivat toimia itsenäisesti, luomisen käsite juontaa juurensa klassiseen aikaan, mutta tutkimus robottien toiminnallisuudesta ja mahdollisista käyttökohteista ei kasvanut merkittävästi, kunnes vasta 1900-luvulla. Läpi historian, robotiikka on usein nähty ihmiskäytöksen kopioiminen ja matkiminen. Usein myös robotit on laitettu hallitsemaan samanlaisia toimintoja. Tänä päivänä robotiikka on nopeasti kasvava tieteenala teknologian kehityksen jatkuessa. Uusien robottien tutkiminen,

⁶ Wiktionary, [definitions.net/definition/robotics](https://en.wiktionary.org/definition/robotics)

⁷ U.S. National Library of Medicine, [definitions.net/definition/robotics](https://en.wiktionary.org/definition/robotics)

⁸ Freebase , [definitions.net/definition/robotics](https://en.wiktionary.org/definition/robotics)

suunnitteleminen ja rakentaminen palvelee monia käytännöllisiä tarkoituksia kotitalouksissa, kaupallisesti ja asevoimissa. Monet robotit tekevät ihmiselle vaarallisia töitä, kuten purkavat pommeja, laivojen hylkyjen tutkimista ja kaivostyö.

Nyt lukijalla alkaneen olla vahva käsitys siitä, mitä kaikkea robotiikalla ylipäättään voidaan tarkoittaa. Tässä raportissa robotiikka ymmärretään hyvin laajana yläkäsitteenä monille eri roboteille ja niiden tuomille sovelluskohteille. Robotiikkaa löytyy aina pomminpurkurobotista automaattioviin ja aina ihmistä muistuttavasta roboteista (kuten Hanson Roboticsin kehittämä Sophia) pakkaustehtaiden liukuhihnoihin. Käyttö- ja sovelluskohteita on rajattomasti. Tässä siis jätetään myös lukijalle osavastuu robotiikka käsitteen tulkitsemisessa.

⁹ Hanson roboticsin kehittämä ihmisenkaltainen Sophia robotti, [https://en.wikipedia.org/wiki/Sophia_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Sophia_(robot))

Selvitystyön rajaus ja työntarkoitus

Koska tämän selvitystyön tarkoitus on palvella Lahden kaupungin päättäviä elimiä Lahden alueen robotiikan opetuksen kehittämisessä, on työ täytynyt rajata melko tarkkaan. Vaikka uuden asian oppiminen voidaan nähdä koko elämän mittaisena, on tässä työssä päätetty keskittyä alakoulu – korkeakoulu akselille. Näistä suurempi painotus kohdistuu alakoulu – lukio akselille, sillä tuona ajanjaksona voidaan eniten vaikuttaa nuoren kiinnostukseen robotiikkaa kohtaan, tuomalla hänelle ilmi erilaisia työllistymismahdollisuuksia robotiikan parissa. Koska robotiikan yhteydessä opittavat taidot voidaan nähdä yleispätevinä yritysmaailmassa ja monessa muussakin ammatissa – kuten Osaaminen 2035 luvussa mainittiin – ei tästä syystä annettu opetus robotiikan parissa tule menemään hukkaan.

Selvitystyön aineiston hankinta ja käsittely

Selvitystyön aineisto on hankittu käymällä keskustelua sähköpostien välityksellä eri organisaatioissa toimivien henkilöiden kanssa. Muun muassa korkeakoulujen kanssa on käyty keskustelua koulutusohjelmien sisällöistä organisaation viestinnästä vastuussa olevien henkilöiden kanssa. Tätä raporttia varten haluttiin saada myös Päijät-Hämeen ja Kanta-Hämeen alueella toimivilta yrityksiltä näkemys tähänhetkiseen robotiikan opetuksen tilanteeseen ja tarpeisiin. Yrityksille välitettyyn kyselyyn kuului kaikkiaan viisi kysymystä ja lopuksi yrityksen edustajalla oli mahdollisuus vastata ”vapaa sana” -kenttään.

Kysely alkoi kysymyksellä: ”Onko yrityksellänne robotiikan osaajia tarpeeksi?”. Kysymyksellä haluttiin kartoittaa yrityksen näkemystä siitä, onko yrityksellä tarpeeksi robotiikan osaajia, eli vastaako korkeakoulujen tuottama osaajien määrä alalla olevaa tarvetta. Toinen kyselyn kysymyksistä kuului seuraavasti: ”Uskotteko tarpeen osaajista kasvavan lähitulevaisuudessa?”. Kysymyksen tarkoitus oli saada tietoa siitä, kohtaavatko tällä hetkellä koulutustarjonta ja alan lähitulevaisuuden kysyntä toisensa, vai olisiko parempi tehdä jo ennakkointia oikeaan suuntaan.

Kyselyn kolmas kysymys oli kaksiosainen ”Onko yrityksenne kokenut, että robotiikan osaajia on vaikea saada? Onko osaajista pulaa?”. Ensimmäinen kysymys pyrkii selvittämään yrityksen kokemusta siitä, hakeutuuko alan töihin riittävästi ammattitaitoisia osaajia, eli onko yrityksellä varaa valita vai voisiko alalle haluavien lukumäärää ja täten keskinäistä kilpailua parantaa. Toinen osa kysymyksestä antaa kuvaa siitä, minkälainen tämänhetkinen työmarkkinatilanne on alalla.

Kyselyn neljäs kysymys oli myös kaksiosainen ”Mitä toivoisitte uusien alan työntekijöiden osaavan töihin tullessaan? Onko jotain, mitä toivoisitte uusien työntekijöiden osaavan paremmin?”. Ensimmäinen osa kysymyksestä kartoittaa sitä, mitkä taidot ovat tärkeitä uusien alan työntekijöiden osaamisessa. Näin saadaan kuvaa siitä, mihin korkeakoulut voisivat kohdistaa resurssejaan. Toisen osan kysymyksen avulla saadaan vastaus siihen, mitä taitoja uudet työntekijät eivät vielä osaa riittävän hyvin tai minkä taitojen kehitykseen korkeakoulut voisivat myös keskittyä.

Viides kysymys ” Minkä taitojen merkityksen näet kasvavan robotiikan osalta yritysmaailmassa? Voivatko nämä taidot päteä mielestäsi yleisesti työelämään?” oli myös kaksiosainen. Ensimmäisen avulla saadaan tietoa siitä, mitä taitoja tuleville alan ammattilaisille olisi hyvä opettaa. Tässä kysymyksessä ei suljettu pois mahdollisuutta siitä, etteikö robotiikan kautta opitut taidot voisi hyödyttää muutenkin työntekijää yritysmaailmassa kuin pelkästään robotiikan alalla. Toinen osa kysymyksestä pyrki korostamaan tätä näkökulmaa, ettei taitojen tarvitse olla rajoittunut pelkästään robotiikan alalla olevaan yritysmaailmaan.

Vapaa sana -osiossa annettiin vastaajien kertoa vapaasti mitä ajatuksia hänellä on kyselyyn liittyen, robotiikan alan kehitykseen tai muuhun aiheeseen välttämättä liittymättömäänkin asiaan. Vastaajat pitäytyivät vahvasti robotiikan viitekehityksessä.

Yhteiskuntakytkenä

Teollisuuden robotiikka & robotiikka ihmisen arjessa

Robotiikkaa käytetään teollisuudessa nykypäivänä erittäin paljon. Robotiikkaa tarvitaan mm. tuotteiden tehokkaaseen ja täsmälliseen valmistamiseen. Nykypäivänä lienee yleisempää, että tuotteen valmistamisessa on käytetty robotiikkaa, kuin se, että ei olisi käytetty robotiikkaa ollenkaan. Lisäksi tuotekehityksen eri vaiheissa voidaan hyödyntää robotiikkaa mm. ajoneuvojen valmistuksessa, missä toistoa vaativat vaiheet saadaan hoidettua robotiikan avulla nopeammin. Teollisuudessa on yleistä käyttää robotiikkaa ympäristöissä, jotka ovat haitallisia tai vaarallisia ihmisille. Robotiikkaa käytetään teollisuudessa sekä tehostamaan tarkkuutta vaativia töitä että myös turvaamaan ihmisen terveys vaarallisissa työympäristöissä.

Arkielämässä robotiikka voi näyttäytyä ihmiselle mitä erinäisimmin tavoin. Kun ihminen menee esimerkiksi kauppaan, on todennäköistä, että hän astuu sisään automaattiovien kautta. Automaattioviin on yhdistetty etäisyys sensori, jonka avulla voidaan tunnistaa lähestyvä ihminen, jolloin käsky ovea avaavalle ohjelmistolle välittyy ja ovi avataan. Toinen esimerkki, missä robotiikkaa on, mutta ihminen ei välttämättä edes ajattele sitä käyttäessään on hissit. Kolmantena esimerkkinä voidaan mainita robotti-imurit, joiden käyttö on yleistynyt viimeisen muutaman vuoden aikana merkittävästi. Robotti-imuri toimii itsenäisesti imuroiden alueesta jokaisen neliömetrin, mihin sillä on pääsy. Se ei tarvitse siis ihmisen jatkuvaa ohjailua vaan se toimii tekoäly ja koneoppimisen avulla. Robotiikka on siis merkittävä osa ihmisten elämää, vaikka harvemmin kukaan ajattelee tietoisesti käyttävänsä robotiikkaa. Robotiikassa ei siis ole välttämätöntä ihmisen aktiivinen toiminta sen käyttämiseen.

Vaikka Lahti on Suomen 9:nneksi suurin kaupunki asukasluvultaan, on Lahdessa useita kansallisesti ja jopa kansainvälisesti merkittäviä yrityksiä eri toimialoilta, jotka käyttävät ja tarvitsevat yritystoiminnassaan robotiikkaa. Näihin merkittäviin Lahden alueella merkittävästi työllistäviin yrityksiin kuuluu esimerkiksi Etteplan Finland Oy, UPM Plywood Oy sekä BE Group Oy Ab, jonka pääkonttori on Lahdessa. Näiden lisäksi Lahdesta lähtöisin olevia yrityksiä ovat LUHTA Sports Company, ISKU Interior Oy, Lahti Energia, Raute Oyj.

¹⁰ Robotiikan käyttökohteita: <https://www.britannica.com/technology/robotics>

Työllisyysnäkymät robotiikan alalla yleisesti

”Puolet maailman työtehtävistä olisi automatisoitavissa jo nykyteknologialla. Vähintään kymmenes työtehtävistä tulee katoamaan tehokkuuden nimissä. Edes niin kutsutut perinteiset ammatit eivät ole suojassa.” kirjoittaa yliopistonopettaja Kirsi Saurén Jyväskylän avoimen yliopiston blogissa. Ihmisen tarpeettomuudesta koneiden (ja robottien) viedessä monen ihmisen työt on puhuttu jo yli vuosisadan. Kun ensimmäinen teollinen vallankumous alkoi 1700- ja 1800-lukujen vaihteessa ja höyrykoneiden käyttöönotossa ja tekstiiliteollisuuden kehittyessä, pelättiin monien ihmisten menettävän työnsä. Toisen vallankumouksen (alkoi vuoden 1870 paikkeilla) ravistellessa työmarkkinoita sähkö- ja polttomoottoreiden noustessa keskeiseksi osaksi monia koneita.

Näistä vallankumouksista huolimatta ihmisillä on tänäkin päivänä mielekkäitä työtehtäviä ja harva ehdoin tahdoin haluaa tehdä koneiden tekemiä työtehtäviä. Koska ihminen on hyvin sopeutuvainen yhteiskunnan kulloisiinkin tarpeisiin, ei kannata huolestua siitä, että jotkin työtehtävät ja ammatit katoavat kokonaan aikanaan. Niiden tilalle tulee uusia tehtäviä, joita kone ei voi (vielä) korvata. Lisäksi robotit ovat tärkeä osa yritysten virtaviivaistamisessa ja tehokkuuden parantamisessa. Robotiikan parissa tulee olemaan ihmisille töitä vielä vuosikymmeniksi. Olkoon työtehtävä sitten tuotekehityksen virtaviivaistaminen paremmilla massatuotantolinjoilla ja niihin liittyvillä koneilla tai vaikkapa uusien innovaatioiden (esimerkiksi robotti-imuri tai sähköpotkulauta) suunnittelu ja valmistaminen. Työtehtävä voi myös olla jonkin teknologisen laitteen valmistaminen tai kehitys, jota ei vielä ole osattu edes kuvitella. Tästä hyvä esimerkki voisi olla kaupalliset matkapuhelimet vielä neljäkymmentä vuotta sitten.

Esimerkiksi Oikotiet – sivustolta löytyi 'automaatio' -hakusanalla 373 avoinna olevaa työpaikkaa (haku tehty 29.4.2021), automaatio on ollut tunnisteena työpaikan kuvauksessa, vaikka aivan kaikissa työpaikoissa varsinainen työ ei sisällä välttämättä merkittävästi robotiikan osaamista. Näiden työpaikkojen joukossa on kuitenkin työnimikkeitä kuten automaatioasentaja, automaatiokäyttönottaja, kone-/kiinteistöautomaatio-ohjelmoija sekä sähkö- ja automaatio suunnittelija. Haun perusteella työllisyys vaikuttaisi olevan turvattu alalle työllistyville.

¹¹ Kirsi Saurén, Jyväskylän avoimen yliopiston blogissa <https://www.avoin.jyu.fi/fi/blogit/robotiikka-tyoelamassa-antaa-ihmisille-mahdollisuuden-olla-ihmisia>

Tätä raporttia varten toteutettiin kysely, jonka Teknologiateollisuuden Päijät-Hämeen ja Kaakkois-Suomen aluejohtajan Jari Kinnunen ystävällisesti välitti sen yrityksille. Raportin kysymykset ja niiden tausta-ajatukset käytiin läpi ensimmäisen luvun "Tausta" alaluvussa "Selvitystyönaineiston hankinta ja käsittely". Käydään seuraavaksi läpi kysymyksiin saatuja vastauksia. Vaikka kyselyn otanta ei ole millään mittarilla suuri – yhteensä viisi vastaajaa – sen sijaan kyselyyn vastanneet edustavat kuitenkin pääosin suurten yritysten näkemystä.

Ensimmäiseen kysymykseen "onko yrityksellänne robotiikan osaajia tarpeeksi?" tuli lähes yksimielinen vastaus kaikilta yrityksiltä: "ei". Eräästä yrityksestä yhden vastauksen oli antanut tuotannon ja toisen tuotekehityksen näkemyksestä vastaava henkilö. Nämä näkemykset erosivat toisistaan. Henkilö, joka vastasi tuotekehityksen vastauksesta kertoi, että osaajaresurssit eivät ole täysin oikeassa paikassa, sillä joskus joudutaan osaajia hankkimaan yrityksen ulkoa. Vastaukset herättävät huolet siitä, että pysyykö Suomi teknologisessa kilpailussa kehityksessä mukana vielä tulevaisuudessakin, mikäli osaajia ei suurilla yrityksillä ole tarpeeksi. Erään yrityksen edustaja kertoi, että erityisesti etäohjelmointitaitoisia ja robotiikan kehittäjiä tarvitaan lisää.

Toinen kysymys "Uskotteko tarpeen osaajista kasvavan lähitulevaisuudessa?" tuotti yksimielisen vastauksen "kyllä". Eräs vastaaja vielä korosti, että automaatio (robotiikan yksi merkittävä osa-alue) on ainoa tapa kilpailukyvyyn ylläpitämiseen ja parantamiseen. Vastausten perusteella vaikuttaisi siis siltä, että robotiikan osaajia todellakin alalla tarvitaan enemmän, eli nyt olisi erittäin hyvä hetki ottaa käyttöön niitä keinoja, joiden avulla saataisiin lisää alan osaajia työmarkkinoille.

Kolmanteen kysymykseen "Onko yrityksenne kokenut, että robotiikan osaajia on vaikea saada?" tuli vastauksissa jo enemmän hajontaa. Osa kysymykseen vastanneista yrityksen edustajista vastasi, että ongelmia osaajien rekrytoinnissa ja löytämisessä on. Vastaajien joukossa oli kuitenkin yksi yritys, jonka mukaan osaajista ei toistaiseksi ole ollut pulaa. Näyttäisi siltä, että vaikka tällä hetkellä joillakin yrityksillä on riittävästi osaajia, niin enemmistöllä yrityksistä on osaajista pulaa. Kun vielä otetaan huomioon edellisen kysymyksen vastaukset, lienee selvää, että tämä tilanne ei ole välttämättä pitkäkestoinen.

Neljäs kysymys "Mitä taitoja toivoisitte uusien alan työntekijöiden osaavan töihin tullessaan? Onko jotain, mitä toivoisitte uusien työntekijöiden osaavan paremmin?" jakoi vastaajia vieläkin enemmän. Vastaajat korostivat eri asioita kuten perusrobotiikan osaamisen tärkeyttä ja sen olevan kaiken lähtökohta. Eräs vastaajista korosti etäohjelmoinnin tärkeyttä sekä yleisesti kielitaitoa, vähintään englannin kieltä suomen kielen lisäksi. Kaksi muuta vastaajaa korostivat alalle ominaisia

taitoja kuten koneiden ja robottien ohjelmointia sekä tuotantoautomaatiota ja yhteistoimintarobotteja.

Viidenteen kysymykseen ” Minkä taitojen merkityksen näet kasvavan robotiikan osalta yritysmaailmassa? Voivatko nämä taidot päteä mielestäsi yleisesti työelämään?” vastanneet kuvailivat erilaisia taitoja. Eräs vastaaja huomautti, ettei automaation tarve suinkaan ole vähenemässä vaan ennen kaikkea kasvamassa. Soluoperaattoreiden tarve kasvaa ja ”rasvakourien” tarve pienenee. Sama vastaaja huomauttaa, että Suomen kustannustasolla automaation lisääminen on elinehto. Eräs vastaaja mainitsee käytännönläheisyyden ja teorian kulkevan käsikädessä ja henkilöt, jotka osaavat molempia ovat erityisen kysytyjä. Kyseinen vastaaja huomautti, että tämä teorian ja käytännön yhteyden näkyvän kaikilla alueilla. Toinen vastaaja mainitsee automaation ja robotiikan mahdollisuuksien ymmärtämisen ja soveltamisen sekä käyttöönoton. Kolmas vastaaja mainitsee ohjelmoinnin ja visuaalisen hahmotuskyvyn tärkeiksi ominaisuuksiksi. Sama vastaaja kertoo tuotesuunnittelun ja tuotantorobotiikan integroimisen prosessiksi, jolloin syntyy valmistuslähtöinen tuotesuunnittelu. Vastaaja sanoo robotiikan soveltamisen taidot laajemmin toistuviin työvaiheisiin toimistoprosesseissa ja vertaa tätä laskujen käsittelyyn sertifikaatteihin ynnä muihin vastaaviin. Eräs vastaajista korosti robotiikan avulla saavutettavaa tehokkuutta ja tämän ymmärtämistä. Viimeisessä vastauksessa korostettiin robottien etäohjelmoinnin roolin kasvamista. Kaikista vastauksista huokuu näkemys siitä, että teorian ja käytännön osaajat tulevat olemaan kysytyjä työmarkkinoilla. Ei enää riitä, että osaa vain jommankumman hyvin.

Vapaa sana -osiossa yksi vastaajista nosti esiin huomion, että robotiikka pitää nähdä paljon laajempaan asiana kuin pelkän yksittäisen prosessin kehittämisen näkökulmasta. Vastaaja halunnee korostaa sitä, kuinka asioiden yhteyksien havainnointi ja hahmottaminen on todella tärkeää, jotta saadaan prosessista (esimerkiksi tuotteen valmistuksesta) mahdollisimman tehokas. Toinen vastaajista ihmetteli, kuinka koulutuskeskus Salpauksella, jolla on hienot uudet tilat ja josta löytyy robotti, mutta sitä ei käytetä. Lukijalle tulee mieleen useita kysymyksiä. Eikö Salpauksella ole ammattitaitoisia osaajia juuri kyseisen robotin käyttöön? Eikö Salpaus ole löytänyt sopivaa käyttökohdetta robotille? Onko kyseessä väärinkäsitys?

Robotiikan opetus

Robotiikan opetus kansainvälisesti

Tässä luvussa perehdytään robotiikan opetukseen kansainvälisesti; sekä eri maiden opetustapoihin että välineisiin, joita robotiikan opetukseen maailmalla käytetään. Robotiikan opetus kansainvälisellä tasolla näyttäytyy hyvin monipuolisina kokeiluina. Esimerkiksi Singaporessa on käytetty esiopetuksessa humanoidirobotteja (robotteja, joilla on ihmispiirteitä) – Pepper ja Nao – joiden avulla opetetaan mm. maantiedettä, tunnetaitoja ja kierrättämistä. Robotteja ei tarvitse käyttää ainoastaan ohjelmoinnin ja algoritmillisen ajattelun taitoja, vaan täysin samoja asioita, joita tavallisessakin luokkahuoneessa opetetaan.

Maailmalla on erittäin paljon erilaisia tapoja opettaa robotiikkaa. Esimerkiksi ohjelmoinnin opetusta toteutetaan usein esimerkiksi alakouluikäisille täysin perustellusti leikin kautta. Ohjelmoinnin opetuksesta on tässä vaiheessa enää hyvin pieni askel robotiikan pariin. Kun lapsi alkaa hahmottaa robotin toimivan hyvin yksinkertaisilla käskyillä ja niitä oikein yhdistelemällä saadaankin jo hyvinkin monipuolisia toimintoja, saa lapsi esimakua siitä, miten robotiikka yleisemmin toimii ja mitä sillä voidaan saavuttaa.

Robotiikan opetuksessa on huomattava määrä erilaisia opetuskäyttöön tarkoitettuja robotteja. Näillä roboteilla tarkoitetaan sellaisia robotteja, joiden tarkoitus on ainoastaan havainnollistaa lapsille ja nuorille, mitä yksinkertaisillakin roboteilla on mahdollista saada aikaan. Esimerkiksi VexIQ-robotti pienehköstä koostaan huolimatta tässä tarkoituksessa mainio. Siinä on muun muassa infrapunasensori, painesensori, erilaisia ledejä ja useita moottoreita. Näiden avulla robotti saadaan ”näkemään”, tuntemaan kosketusta, ilmaisemaan valoilla mitä väriä se näkee. Moottoreiden avulla sen voi saada ottamaan kappaleesta kiinni ja nostamaan se ylös maasta ja kantamaan muualle. Jo muutamalla edellisten kaltaisilla sensoreilla on mahdollista saada hyvinkin monipuolista käytöstä. Luultavasti juuri tämän syyn seurauksena Riihimäellä on järjestetty jo useamman vuoden ajan robotiikan SM-kisat, joissa on kilpailtu juuri VexIQ-roboteilla. Yhdysvalloissa järjestetään maailmanmestaruus kilpailuja samoilla roboteilla. Kyseiset kisat ovat saaneet jopa Guinnessin Worlds Records -organisaatiolta nimityksen maailman suurin robotiikkakilpailu.

Micro:bit on mikropiiri ja muistuttaa muodoltaan luottokorttia. Micro:bitissä on itsessään 5 x 5 ruudukko ledejä, joita voi ohjelmoida loistamaan. Micro:bittiin on mahdollista yhdistää esimerkiksi moottori, jolloin sen saa liikkumaan kuin auto. Myös erilaisten sensorien yhdistäminen onnistuu, jolloin saadaan aikaan enemmän toiminnallisuutta. Micro:bit on Iso-Britanniasta lähtöisin ja sen perustajakumppaneina (engl. founding partners) ovat mm. Microsoft, BBC (British Broadcasting Corporation).

Arduino on kuten äsken kuvailtu Micro:bit, mutta ilman lediruudukkoa. Arduinoon on mahdollista liittää useampia sensoreita. Arduinosta on mahdollista tehdä itsenäisesti toimiva kasvin kastelujärjestelmä, liikkuva robotti tai kulunvalvonnan tarkastuspiste. Arduino mikropiirit soveltuvat myös erittäin hyvin robotiikasta enemmän kiinnostuneille harrastuskäyttöön.

Pepper on semi-humanoidi robotti, jonka käyttökohteita ovat esimerkiksi toimiston vastaanotto, joka pystyy tunnistamaan vierailijan kasvojentunnistuksella, lähettämään ilmoituksia tapaamisten organisoijille ja järjestämään juomien valmistuksen. Pepperiä on käytetty myös esimerkiksi Kanadan lentokentällä matkustajien tervehtimiseen, ruokalistojen tarjoamiseen ja suositusten antamiseen.

Nao on hyvin samankaltainen robotti kuin Pepper, sitä on käytetty mm. hoivakodeissa ja kouluissa. Ero Pepper-robottiin on ainakin se, että Nao liikkuu omin ”jaloin”, kun Pepper taas liikkuu eräänlaisen alustan avulla, jossa on renkaat. Suomessa Nao-robottia on käytetty mm. hyödyksi työväenopiston järjestämällä kurssilla, jossa suomi toisena kielenä kurssin oppitunnilla. Nao robottia on käytetty myös esiopetuksessa Singaporessa.

Laserleikkureita käytetään mm. puun ja muovin leikkaamiseen suurella tarkkuudella. Leikkuria käytetään mm. MakerSpace-tiloissa, joissa voi suunnitella ja valmistaa oman tuotteen prototyyppin. Laserleikkuri yksinään ei tue juurikaan robotiikan opetuksessa.

BeeBot ja BlueBot ovat robotteja, joille annetaan käskyjä käyttämällä neljää pääilmansuuntaa. Nämä ovat robotin selässä olevat painikkeet ”nuoli ylös”, ”nuoli oikealle”, ”nuoli alas” ja ”nuoli vasemmalle”. Nämä ovat ensisijaisesti tarkoitettu esiopetukseen tai alakoulun ensimmäisille luokille.

¹² Nao robottien käyttö esiopetuksessa: <https://govinsider.asia/innovation/exclusive-how-are-robots-teaching-social-skills-in-singapore/>

¹³ Pepper robotti: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pepper_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pepper_(robot))

Äsken mainitut robotiikan opetuksessa käytettävät laitteet eivät tietenkään ole ainoita, joita voi käyttää, mutta ehkä suomalaisen näkökulmasta eniten esillä olleet. Osa näistä sopii paremmin esiopetukseen ja alakouluun, jotkut yläkouluun, toiset taas paremmin ammattikouluun, lukioon tai jopa ammattikorkeakouluun. Tärkeintä robotiikan opetuksessa on tutustua laitteen toimintaan ja havainnoida mitä sillä on mahdollista ylipäätään tehdä. Tämän oppimisprosessin aikana käyttäjä oppii huomaamattaan ohjelmointia, algoritmista ajattelua ja muita taitoja liittyen esimerkiksi matematiikkaan, fysiikkaan, maantietoon, biologiaan, äidinkieleen ja niin edelleen. Mahdollisuudet ovat rajattomat. Aiheesta kiinnostuneella opettajalla on mahdollisuus käyttää mielikuvitustaan uusien opetuskokonaisuuksien suunnitteluun. Parempi olisi kuitenkin tarjota opettajille valmiita työkaluja, eli oppimiskokonaisuuksia, joista opettaja voi valita. Toinen vaihto on toki se, että opettaja tuo ryhmänsä, esimerkiksi vierailulle paikkaan, jossa tällaista opetusta tarjotaan. Hyvä esimerkki tällaisesta paikasta on Lahdestakin löytyvä Päijät-Hämeen LUMA-keskus, joka toimii Helsingin yliopiston alaisuudessa.

Näiden lisäksi robotiikkaan hyvin tärkeitä taitoja – kuten ohjelmointia – voi oppia hyvin monella eri sivustolla, kuten code.org, scratch.mit.edu ja tie.koodariksi.fi. Näistä sivustoista kaksi ensimmäistä käyttävät ohjelmointiin lohkoja. Lohkojen avulla lapsen ja nuoren on helpompi hahmottaa, miten ohjelma rakentuu ja visuaalisuuden ansiosta ohjelmointi ei tunnu yhtään niin tekniseltä kuin aluksi voisi luulla. Ohjelmointia opettavia sivustoja löytyy hyvin erilaisiin tarpeisiin. Suuri osa sivustoista on keskittynyt jonkin ohjelmointikielen opettamiseen perusteista lähtien. Myönnettäköön, että suuri osa sivustoista keskittyy yleisimpiin ohjelmointikieliin kuten Python, Java ja JavaScript. Nämä sivustot sopinevat parhaiten yläkouluikäisille, sillä sivustoja kuten code.org ja scratch.mit.edu ei ole luotu lähtökohtaisesti suomeksi vaan materiaali käännetty nuoren omalle äidinkielelle. Esimerkiksi Scratch on käännetty peräti 70 kielelle, joten pientenkin lukutaitoisten lasten on helppo tutustua myös itsenäisesti sivustoon.

Kuten ohjelmointia, myös robotiikkaa voi oppia verkossa. Verkosta löytyy sivustoja, jotka tarjoavat robotiikassa tärkeiden taitojen opetusta virtuaalisesti eli etänä. Virtuaalisesti opetusta on voitu antaa jopa siten, että opiskelija käyttää robotiikkaa havainnollistamaan tehty simulaattori. Eli

¹⁴ <https://govinsider.asia/innovation/exclusive-how-are-robots-teaching-social-skills-in-singapore/>

¹⁵ <https://www.vivifsystem.com/blog/2021/1/17/how-to-teach-robotics-virtually>

opiskelija ohjaa robottia tietokoneellaan ohjelmistossa. Ikään kuin opiskelija pelaisi robotilla, mutta robotti käyttäytyy kuten todellisessakin maailmassa. Näin maailmanlaajuisen tilanteen aikaa tällaiset ratkaisut on hyvä huomioida, mutta tämän raportin kirjoittajan mielestä ne eivät kuitenkaan vedä vertoja luokkahuoneessa tapahtuvalle oppimiselle.

Robotiikkaa opetetaan yliopistotasolla mm. Stanfordin yliopistossa ja Carnegie Mellon yliopistossa. Kurssikuvauksien perusteella keskeiseen osaan nousevat aiheet kuten (robotin) käden kinematiikka, robotin dynamiikka, liikkeen suunnittelu ja hallinta sekä konenäkö. Nämä aiheet voisivat olla myös yläkoulun tai lukion robotiikan peruskurssilla, tosin yksinkertaistettuna tietenkkin.

Agastya International foundation on Intiassa toimiva voittoa tavoittelematon koulutusjärjestö. Järjestö pyrkii herättämään luovan ajattelun taitoja tieteen opetuksen kautta. Koulutusjärjestön toiminta on suunnattu vähäosaisille ja taloudellisesti heikommassa asemassa oleville nuorille. Luonnontieteiden opetuksen lisäksi lapset pääsevät tutustumaan myös ohjelmointiin ja mm. 3D -tulostimiin. Järjestöllä on käytössään myös kouluilla käyvä bussi (pienen pakettiauton kokoinen ja Suomen entisen kirjastoauton periaatteella), jonka mukana Agastya tuo tarvikkeita erilaisia kokeellisia töitä varten. Järjestö itse kuvaa bussin toimivan makerspacena, joka pyrkii oppiainerajat ylittävään STEAM (Science, technology, engineering, art, mathematics) opetukseen. STEAM opetuksessa on kyse siis luonnontieteiden (S = science), teknologian (T = technology), insinööritieteiden (E = engineering), taiteiden (A = art) ja matematiikan (M = mathematics) opetuksen oppiainerajat ylittävästä yhdistämisestä. Järjestö mainitsee myös samassa yhteydessä, että tavoitteena on stimuloida oppimisen iloa ja oppimaan oppimisen taitoja.

Merkittävä tiedeluokkatoimintaa järjestävä taho Suomessa on LUMA-keskus Suomi-verkosto. Verkosto toimii Suomessa yliopistojen tai yliopistokeskusten yhteydessä. LUMA-keskuksia Suomessa on 13 kappaletta, ja näillä kaikilla on erilaiset painotukset sekä opetettavien aineiden sisältöjen osalta. Tiedeluokkatoiminta keskittyy yleensä luonnontieteisiin kuten matematiikka, kemia, biologia, maantiede ja fysiikka. Esimerkiksi Päijät-Hämeen LUMA-keskus järjestää toisinaan tiedeluokkaopetusta VexIQ-roboteilla. Tiedeluokkaopetuksen tarkoitus on tutustuttaa lapset ja nuoret tieteen pariin. Yleensä tiedeluokkatoiminta eroaa tavallisesta koulun luokkaopetuksesta siten, että tiedeluokassa voi olla opettajana jopa kyseisestä aiheesta tutkimusta tekevä henkilö.

Toinen tapa, jolla nämä kaksi eroavat toisistaan on se, että tiedeluokassa on monipuolisesti välineitä aiheiden ja ilmiöiden opetukseen. Yleensä kouluilla ei ole varaa kaikkiin luonnontieteissä tarvittaviin kokeellisiin töihin. Tiedeluokkaopetuksen lisäksi Päijät-Hämeen LUMA-keskus järjestää lapsille kesäleirejä, ja esimerkiksi vuonna 2020 kesällä järjestettiin leiri, jonka nimi oli matikka ja koodausleiri.

Kuten tästä luvusta käy ilmi, löytyy maailmalta monia tapoja robotiikan opetuksessa eri asteilla hyvinkin erilaisia eikä varsinaisesti yhtä ja oikeaa tapaa ole. Seuraavassa luvussa perehdytään siihen, miten robotiikan opetusta toteutetaan tällä hetkellä Suomessa. Suomestakin löytyy monia tapoja, mutta omanlaisia innovaatioita ei löydy Suomesta, mitä maailmalta ei jo löytyisi.

¹⁶ <https://www.therobotreport.com/tips-for-teaching-robotics-remotely-during-covid-19/>

¹⁷ <http://www.jignyasa.org/agastya.php>

¹⁸ <https://www.luma.fi/>

Robotiikan opetus Suomessa

Robotiikan opetus on verrattain uusi asia etenkin ala- ja yläkouluissa. Robotiikkaa on voitu opettaa integroituna esimerkiksi tietotekniikan valinnaiskursseilla, teknisen työn tai käsityön oppitunneilla. Tänä päivänä robotiikkaa oppii korkeakouluissa lähinnä teknillisillä aloilla, joilla on vahvat yhteydet teollisuuteen ja yritysmaailmaan. Esimerkkinä voidaan mainita konetekniikka. Aalto-Yliopistossa robotiikkaa opiskellaan sähkötekniikan korkeakoulussa. Robotiikka on pakollisena osana automaatio- ja informaatioteknologian kandidaattitasolla. Maisteritasolla robotiikkaa opiskelevat AEE (Automation and Electrical Engineering), ICT Innovation (itsenäisiin järjestelmiin, Autonomous Systems) ja SpaceMaster (monialaisesti avaruusteknologiaan perehtyvä linja) -koulutusohjelmissä olevat opiskelijat. Lisäksi Aalto-yliopiston konetekniikan opiskelijoista (Insinööritieteiden korkeakoulu) melko moni opiskelee robotiikkaa ei-pakollisena osana opintojaan (Sähkötekniikan korkeakoulun tarjonnasta). Myös jotkut opiskelijat tietotekniikan koulutusohjelmasta ovat valinneet robotiikan kurssin. Myös esimerkiksi Tampereen yliopistossa on mahdollista opiskella Automation Engineering -koulutusohjelmassa, joka keskittyy automaatioteknologian parissa tarvittaviin taitoihin.

Suomessakin on monilla korkeakouluilla oma MakerSpace luokka, jossa opiskelija voi valmistaa mitä tahansa käyttäen esimerkiksi muovia ja puuta. Muovin työstämiseen käytetään 3D-tulostinta ja puun käsittelyyn esimerkiksi lasertulostinta. Toiminnallisuutta prototyyppeihin saadaan ohjelmoinnilla. Tavoitteena MakerSpace-tilassa on toimia opiskelijalle luovuuden mahdollistavana tilana uusille ideoille. Tilassa toimii valvoja, joka vastaa siitä, että laitteiden käyttö on turvallista. Tällaisia tiloja on mm. Oulun yliopistossa ja Vantaalla robotiikan oppimiskeskuksessa. Ei siis ole välttämätöntä, että tila olisi korkeakoulun välittömässä läheisyydessä.

Robotiikkakisat ovat Riihimäellä järjestettävä tapahtuma. Robotiikkakisoissa kilpaillaan VexIQ-roboteilla. Oppilaille annetaan haasteita, ja he kilpailevat omissa sarjoissaan. Kisoihin ilmoittaudutaan ryhmittäin ja näin oppilaat pääsevät haastamaan itseään vertaisten kanssa. Lahteen ei kuitenkaan kannattane järjestää omaa kisaa, sillä pyörän keksiminen uudelleen ei ole toiminut ennenkään. Sen sijaan yhteistyötä voi kehittää. Paikallisesti voi tosin kehittää harrastustoimintaa robotiikan osalta, jolloin nuoret voisivat mahdollisesti harjoitella kisoja varten.

Innokas-verkosto luonnehtii itseään sivustollaan seuraavasti: ”Innokas-verkosto ohjaa kouluja luovuuteen ja innovatiivisuuteen teknologian avulla”. Innokas-verkostoon kuuluu useita (39) kouluttajia, joiden mainitaan olevan joko opettajia tai muita asiantuntijoita. Innokas verkosto järjestää koulutuksia viidestä innovatiivisen koulun malliin pohjautuvasta koulutusteemasta. Innovatiivinen koulu -koulutuksissa ohjataan innostavilla ja käytännönläheisillä tavoilla koulun toiminnan kehittämiseen sekä osaamisen johtamiseen teknologiaa monipuolisesti hyödyntäen. Opettajuus-koulutuksissa innostetaan osaamisen jakamiseen, tiimityöskentelyyn ja vertaisoppimiseen tiimiopettajuuden kautta. Yhteistyöverkostoihin liittyvissä koulutuksissa innostetaan yhteistyöhön kodin ja koulun, lähialueen toimijoiden, korkeakoulujen, yritysten sekä kansallisten ja kansainvälisten verkostojen kanssa.

¹⁹ <https://www.innokas.fi/koulutus/>

Robotiikan opetus alueellisesti

Tässä luvussa perehdytään hieman siihen, mitä robotiikan opetus on tällä hetkellä Lahden lähialueilla (Päijät-Hämeessä ja Kanta-Hämeessä). Opetuskäytännöt vaihtelevat hyvin merkittävästi sekä kunta että koulukohtaisesti. Esimerkkinä erityisen hyvästä aktiivisuudesta robotiikan opetuksen saralla voidaan antaa Orimattilan yhteiskoulu. Orimattilan yhteiskoulu sijoittui VexIQ-robotiikkakisojen SM-kisoissa vuonna 2020 alakoulusarjassa ensimmäiseksi ja yläkoulusarjassa toiseksi. Yläkoulusarjassa Lahden yhteiskoulun joukkue saavutti ensimmäisen sijan. Kyseisiin robotiikkakisoihin osallistui yhteensä (muutamien poisjääntien myötä) kahdeksan joukkuetta. Vaikka kilpailut ovat tarkoitettu juuri kansallisiksi, löytyy paras aktiivisuus Lahden lähetyiltä. Kisoissa oli joukkueita Hämeenlinnasta, Lahdesta, Riihimäeltä ja Orimattilasta. Tämä kertonee, että aktiivisuus kansallisella tasolla oli parasta Suomen robotiikkapääkaupunki -titteliä tavoittelevan Riihimäen lähellä.

Orimattila on ollut aktiivinen robotiikan opetuksen edistäjä (ainakin) jo vuodesta 2018 lähtien. Orimattilan Erkkö lukiossa ja on ollut robotiikkaa Arduinoilla. Orimattilan yhteiskoulussa on taas yhdistetty matematiikkaa ja teknistä työtä VexIQ-roboteilla. Vuonna 2018 Orimattilan yhteiskoulun joukkue voitti VexIQ Challenge -kilpailun Suomenmestaruuden ja joukkue pääsi osallistumaan Yhdysvaltoihin Kentuckyn osavaltioon VexIQ:n robotiikan MM-kisoihin.

Kanta-Hämeessä sijaitseva Riihimäki on parhaillaan profiloitumassa Suomessa hyvin merkittäväksi robotiikan opetuksen tarjoajaksi. Robotiikan tahtotilana on tarjota robotiikan opetusta esikoulusta tohtoriin. Tavoite on kunniahimoinen, mutta Riihimäki on varmallalla tiellä tavoitteessaan. Riihimäen robotiikan opetuksen tilaa käydään tarkemmin läpi myöhemmässä ” Robotiikan opetussuunnitelma vai robotiikan oppimispolku” -luvussa.

Koulutuskeskus Salpaus on Päijät-Hämeessä toimiva ammatillisen koulutuksen tarjoaja, jonka toiminta ulottuu viidelle kampukselle Lahdessa, Asikkalassa ja Heinolassa. Salpauksessa voi tälläkin hetkellä kouluttautua monipuolisesti erilaisille aloille, joissa tarvitaan robotiikan osaamista. Robotiikkaan vahvasti liittyviä tutkintoja ovat mm. kone- ja tuotantotekniikan perustutkinto (koneistaja, koneasentaja) sekä Tieto- ja viestintätekniikan perustutkinto (hyvinvointiteknologia-asentaja). Sosiaali- ja terveysalalla robotiikka näkyy opetuksessa Nao-robotin muodossa. Koulutuskeskus Salpaus näyttäytyykin paikallisesti merkittävänä tulevien robotiikan alan osaajien opinahjona.

Koulutuskeskus Salpaukseen on perustettu myös maailmanlaajuiseen paikallisten

valmistuslaboratorioiden verkostoon kuuluva digitaalisen valmistuksen työpaja FabLab, minkä tavoitteena on edistää sekä opiskelijoiden että henkilökunnan digitaaliseen valmistukseen liittyviä taitoja. FabLab on avoinna myös yleisölle sovittuina aikoina. Fablabin tilassa on tällä hetkellä tietokoneita mallinnukseen, 3D-skanneri, kaksi 3D-tulostinta, lasertyöstökone, tarraleikkauskone, 3 cnc-jyrsinkonetta, VexIQ-robotteja sekä Dobot robotti. Tulossa on myös vesileikkuri. Tilan laitteistoa sekä valmistuskäytäntöjä kehitetään jatkuvasti.

LAB-ammattikorkeakoulu on Lahdessa ja Saimaalla toimiva ammattikorkeakoulu. LABin Lahden kampuksella voi opiskella robotiikkaa mm. konetekniikan koulutusohjelmassa. Opetusta on saatavilla sekä suomeksi että englanniksi. Robotiikan opetusta järjestetään myös tietotekniikan koulutusohjelmassa ja IT-tradenomiopinnoissa. Robotiikka-kurssin osaamistavoitteiksi mainitaan, että opiskelija osaisi kurssin käytyään eri robottirakenteet ja niiden käyttömahdollisuudet, robottiohjelmoinnin perusteet ja rakentaa yksinkertaisen robottisolun.

LAB-ammattikorkeakoulun konetekniikan tutkintoon voi sisällyttää myös ”täydentävä osaaminen” -kursseista robotiikkaan liittyviä kursseja kuten ”Robotiikan jatkokurssi”, ”Robottisolu ja robotti osana tuotantolinjaa” ja ”Robotiikan projekti”. Näiden lisäksi on mahdollista valita kursseja kuten ”Teollinen internet, IoT” ja ”Ohjelmoinnin perusteet teollisuusautomaation tarpeisiin”. Lukijalle hahmottunee kuva siitä, että Lahden alueella on tosiaan mahdollista kouluttautua robotiikan alan tehtäviin monipuolisesti. Tähän perehdytään tarkemmin seuraavassa luvussa, kun keskitytään tarkemmin juuri Lahden opetustarjontaan robotiikan saralla.

²⁰ <https://orimattilankasityo.wordpress.com/>

²¹ <https://mehackit.org/blog/orimattila-nytt-mallia-robotiikan-ja-ohjelmoinnin-opetuksessa/>

²² <https://www.salpaus.fi/info/tutustu-salpaukseen/>

Robotiikan opetus Lahdessa

Lahden kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelmassa mainitaan jo ensimmäisestä vuosiluokasta lähtien, kuinka tarkoituksena on harjoitella käyttämään teknologiaa oppimisen apuna ja välineenä. Opetussuunnitelmassa mainitaan myös, että eräänä tavoitteena olevan tutustuminen ohjelmoinnin perusteisiin. Lahden alakouluista ja yläkouluista löytyy opettajien keskuudesta harrastuneisuutta ohjelmoinnin ja robotiikan saralla.

Kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelmassa mainitaan seitsemännän vuosiluokan kohdalla, että tällöin ohjelmoidaan ja samalla harjoitellaan hyviä ohjelmointikäytäntöjä. Ohjelmointia opetetaan useimmiten osana matematiikkaa ja toisaalta taas valinnaisen tietotekniikan alla. Paikallisessa opetussuunnitelmassa mainitaan myös ohjelmoinnin opetus käsitöiden opetuksessa.

Monista Lahden kouluista löytyy luonnontieteiden opettajien joukosta tietotekniikan harrastajia. Esimerkiksi Lahden lyseon lukiossa on useampi matematiikan ja tietotekniikan opettaja, jotka opettavat tietotekniikkaa erittäin monipuolisesti. Opiskelijoille on tarjolla monien eri ohjelmointikielien perusteita, kuten VisualBasic, C++ ja Java. Näiden lisäksi on kurssi, jolla tutustutaan Linux-käyttöjärjestelmään. Tämän raportin viitekehyksen kannalta oleelliset ovat kurssi nimeltä Arduino ja toinen kurssi nimeltä Robotiikka. Kurssien opettaja on kertonut, että opiskelijoiden taitotason mukaan räätälöidään kurssin sisältöä. Hyvä esimerkki yksinkertaisemmasta projektista on ledeillä toimiva ohjelma (esimerkiksi valo vilkkuu 10 sekunnin välein ja toinen 5 sekunnin välein). Esimerkki etevämmästä projektista on Tetriksen tai Matopelin ohjelmointi (8 x 8) led-ruudukossa. Kaikki ohjelmointikurssin käyneet oppivat perustiedot ja -taidot kulloisestakin ohjelmointikielestä. Lisäksi opiskelijat oppivat ohjelman testausta, kommentointi (yksinkertaista, mutta lähes välttämätöntä ohjelmoijalle) sekä yksinkertaista peliohjelmointia. Opettajien tavoite on auttaa opiskelijoita niin paljon kuin vain opettaja osaa, mutta samalla hän pyrkii myös kannustamaan auttamaan kurssitovereita ja etsimään itsenäisesti tietoa internetistä.

Eräs Lahden oma erikoisominaisuus on Lahden JunnuYliopisto. Lahden JunnuYliopisto on Lahden kaupungin, Helsingin yliopiston, LAB-ammattikorkeakoulun, LUT-yliopiston sekä Päijät-Hämeen LUMA-keskuksen yhdessä toteuttama, varhaiskasvatuksesta lukiokoulutukseen ulottuva ainutlaatuinen tiedekasvatuspolku. Toimintaa koordinoi Lahden Yliopistokampus. Lahden JunnuYliopisto on siis omiaan tarjoamaan makupaloja tieteestä lapsille ja nuorille tietyillä luokka-asteilla. Yhtenä osana JunnuYliopistoa on algoritmien ajattelu, ohjelmointi ja robotiikka, jota tarjotaan 5.-luokkaisille.

Mikäli Lahti haluaa ottaa robotiikan huomioon laajemmin ja vankemmin opetuksessa, löytyy tähän sopivia ja muita innostavia opettajia monista kouluista. Monista kouluista löytyy useimmiten vähintään yksi innokas tietotekniikan harrastaja, joka voi auttaa tarpeen vaatiessa kollegoita.

Robotiikka omana oppiaineena

Mikäli robotiikkaa opetettaisiin omana oppiaineenaan, täytyisi opettajan olla pätevä ja häneltä täytyisi löytyä harrastuneisuutta robotiikan parissa. Tämä erityisesti siitä syystä, että mikäli oppilaille tai opiskelijoille välittyvä viesti, että opettajaa ei kiinnosta, ei pian oppilaitakaan varmasti enää kiinnosta. Opettajalla sen sijaan ei tarvitse olla kaikkia vastauksia valmiina. Robotiikka ja ohjelmointi ovat erityisesti aloja, joissa asiat voi tehdä useammalla ja usein myös lähes yhtä hyvällä tavalla. Täytyy ottaa kuitenkin huomioon, että molemmat – sekä robotiikka että ohjelmointi – jakaantuvat useisiin spesifimpiin aloihin. Esimerkiksi tietokoneiden käyttöjärjestelmien ohjelmoija ei tarvitse visuaalisesti näyttävien sivustojen laatimisen kokemusta, eikä toisaalta ohjelmoija, joka tekee yrityksille näyttäviä sivustoja, tarvitse ymmärtää juurikaan mitään siitä, mitä ”konepellin” alla tapahtuu.

Tietotekniikasta kiinnostuneita opettajia löytynee Lahdestakin jokaisesta koulusta. Mahdollisia robotiikan oppiaineen opettajia luulisi siis löytyvän jokaisesta koulusta vähintään yksi. Haasteeksi robotiikan opettamisesta omana oppiaineena ei synny se, etteikö päteviä opettajia löytyisi alueelta, vaan ennemminkin muut syyt. Yksi tällaisista syistä on se, että uuden oppiaineen ottaminen mukaan nykyiseen opetussuunnitelmaan joko laajentaisi nykyistä oppivelvollisuutta, tai vaihtoehtoisesti muiden aineiden oppituntimäärää pitäisi vähentää. Nykyisestäkin oppivelvollisuuden laajuudesta on ollut pitkiä vääntöjä, eikä monen muun oppiaineen opettajatkaan mielellään luovu oppituntimäärästään. Molemmat mainituista vaihtoehdoista ovat siis kohtalaisen huonoja. Toinen syy, miksi robotiikan opettaminen omana oppiaineena ei ole välttämättä paras vaihtoehto on se, että tällöin on riski, että se olisi vain valinnainen oppiaine. Tällöin vain osa opiskelijoista pääsisi tutustumaan robotiikan ihmeelliseen maailmaan.

²³ <https://eperusteet.opintopolku.fi/eperusteet-ylops-service/api/dokumentit/4041413>

Sen sijaan, jos robotiikka integroitaisiin eri oppiaineisiin, näitä äsken mainittuja ongelmia ei tulisi. Robotiikka voisi parhailtaan toimia monipuolistavana ja nykyaikaistavana elementtinä monella eri oppiaineen oppitunnilla. Hyvässä työyhteisössä yhteistyön rooli olisi merkittävä, sillä opettajat voisivat kysyä apua toisiltaan ja ratkoa yhdessä vastaantulevia haasteita. Opettajat tarvitsevat kuitenkin selkeän tukihenkilön, jonka puoleen he voivat kääntyä erikoistilanteissa. Seuraavassa luvussa perehdytään siihen, miten robotiikan opetuksen integrointi muihin aineisiin voisi sujua.

Robotiikan opetussuunnitelma vai robotiikan oppimispolku

Suomessa robotiikan opetuksessa erittäin merkittävään asemaan profiloitunut Riihimäki on robotiikan opetuksessa Suomessa edelläkävijänä. Riihimäellä toimii Robo Riksu -hanke, johon kuuluu kolme työpakettia: valmistavan teollisuuden robotiikka, hyvinvoinnin ja palveluiden robotiikka, sekä yrityshautomo, robotiikan tapahtumat, viestintä ja hallinto. Riihimäen tavoitteena on profiloitua robotiikan pääkaupungiksi. Hanke toteuttaa myös Riksun Robopäivät -nimellä erilaisia tapahtumia, joissa on mahdollista tutustua robotiikkaan laajasti. Päivien sisältöihin kuuluu muun muassa työpajat, avoimet ovet, koulutukset sekä pilottien ja yritysten esittelyt. Robo Riksu -hankkeen kerrotaan tekevän osaltaan yhteistyötä robotiikan opetukseen ja kerhotoimintaan liittyen varhaiskasvatuksesta lukioon asti. Riihimäen merkittävää asemaa korostaa myös se, että jopa opetusalan ammattijärjestö OAJ:n ja Suomen Messusäätiön järjestämässä kilpailussa myönnetty Vuoden opetus 2019-palkinnon kunniainnointi annettiin juuri Riihimäelle silloisille robotiikan opetuksen uranuurtajille robotiikan kehittäjäopettaja Reetta Viitaselle ja kaupungin sivistysjohtaja Esa Santakalliolle.

Äskeisen hankkeen lisäksi Riihimäen kaupunki on tehnyt jopa kuntakohtaisen opetussuunnitelman robotiikan opetukseen. Opetussuunnitelma kattaa vuosiluokat 3.–9. Alakoulun puolella, eli vuosiluokilla 3.–6. robotiikan opetus on integroitu ympäristöoppiin, käsityöhön ja matematiikkaan. Näiden lisäksi opetussuunnitelma toteuttaa laaja-alaisen osaamisen tavoitteiden toteutumista. Oppilaat pääsevät harjoittelemaan myös robotiikan parissa vertaisarviointia. Opetussuunnitelmassa mainitaan myös valinnaisesta oppiaineesta nimeltä robotiikka.

Yläkoulun puolella robotiikan opetus on sisällytetty fysiikkaan, valinnaiseen robotiikkaan ja matematiikkaan. Myös yläkoulun puolella oppilaat pääsevät harjoittelemaan laaja-alaista osaamistaan robotiikan opetuksen kautta. Vertaisarviointia ei ole unohdettu yläkoulussakaan.

Robotiikan opetus keskittyy eri vuosiluokilla eri aiheisiin. Kolmannella vuosiluokalla oppilaat tutustuvat robotiikkaan teeman ”tutkitaan ja kokeillaan” avulla. Neljännellä vuosiluokalla kantavana teemana on ”rakennettua ympäristöä tutkimassa”. Viidennellä vuosiluokalla teemana on ”robotiikka arjessa”. Tämän lisäksi viidennellä vuosiluokalla tarjotaan valinnaista robotiikkaa. Alakoulun viimeisellä vuosiluokalla keskiössä on ”robotti arjen apuna”. Tällöin tarjotaan myös valinnaista robotiikkaa. Yläkouluun mennessään oppilas oppii robotiikkaa ”tuotteet” teema kautta. Kahdeksannella ja yhdeksännellä vuosiluokalla kantava teema on ”mitataan ja ratkotaan ongelmia”.

Turussa on käytössä elämyspolku alakoulusta yläkouluun. Oppilaat pääsevät tutustumaan kulttuurin eri muotoihin kuten museoihin, elokuvateattereihin, kirkkoon, kirjastoon ja tekemään esimerkiksi luontoretkeä lähiluontoon. Jokaisena vuonna on useita vierailuita joihinkin äsken mainittuihin kohteisiin tai johonkin muuhun kulttuurisesti merkittävään kohteeseen liittyvää kuten jätekeskukseen tai yrityskylään. Elämyspolkua kokeiltiin ensimmäistä kertaa kuluvana lukuvuonna 2020–2021. Kokeilua toteutettiin sekä lähi- että etäopetusmallilla.

Turussa suunnitelmana on käynnistää myös oma STEAM-polku. STEAM-polkua kuvataan samanlaiseksi kuin elämyspolku, mutta vastaavasti siihen kuuluisi STEAM sisällöillä. STEAM-aineita halutaan lisää opetussuunnitelmaan. Suunnitelmana on laajentaa huomattavasti elämyspolun STEAM sisältöjä, mutta velvoittavien osuuksien kanssa pyritään maltillisuuteen.

²⁴ <https://www.riihimaki.fi/robotiikka-riihimaki/robo-riksu-hanke/>

²⁵ <https://www.riihimaki.fi/wp-content/uploads/sites/3/2020/09/Arviointiliite-robotiikan-kuntakohtaiseen-opetussuunnitelmaan.pdf>

²⁶ https://blog.edu.turku.fi/elamyspolku/files/2020/12/EP_alakoulut_taulukko_elokuu_2020.pdf

²⁷

https://docs.google.com/presentation/d/1SxHynIj7tuZQwMFeavcEIIcVAMmNX406VxqUeVFqCqU/edit#slide=id.gad68443838_0_11

Päätelmät ja suositukset

Ennen yhteiskunnassa oli tapana kouluttautua tiettyyn ammattiin ja työskennellä sen parissa loppu elämä. Nykyään, kun ammatit uudistuvat ja muuttuvat tiheämmin, ei voi enää kouluttautua vain yhteen ammattiin. Voi olla, että nuoren kouluttautumaa ammattia ei ole enää 30 vuoden päästä. Tästä syystä on erittäin tärkeää opiskella taitoja, joita voi hyödyntää muissakin ammateissa. Paras olisi opetella taitoja, jotka ovat hyödyllisiä mahdollisimman monella eri alalla. Kuten tässä raportissa tullaan toteamaan, näitä hyödyllisiä tulevaisuuden taitoja voi oppia erinomaisesti robotiikan kautta. Tapoja opettaa robotiikkaa tullaan mainitsemaan useita.

Eräs näistä tavoista on yleinen kerhotoiminta, mutta usein kerhotoiminta tavoittaa vain pienehkön osan nuorista. Vaikka kerhotoiminta on nuorille ja lapsille usein hyvin antoisaa, eivät kaikki ole halukkaita tai valmiita käyttämään tätä. Yksi tapa innostaa nuoria ja lapsia robotiikan pariin voisi olla myös luonnontieteisiin liittyvien kerhojen lisääminen – ja miksei myös ohjelmointiin. Suurin vaikutus innostuneisuuteen saadaan aikaisessa vaiheessa, eli kun tarjotaan alakouluikäisille mahdollisuuksia innostua ja onnistua, tuottaa se usein hedelmää. Toinen kerhotoimintaa lähellä oleva tapa olisi MakerSpace-tilat, jollainen voisi Lahteen sopia erittäin hyvin. Tällaisia löytyy usein yliopistojen ja korkeakoulujen yhteydessä sekä esimerkiksi Vantaan robotiikan oppimiskeskuksesta. Nämäkin luottavat kiinnostuneiden oma-aloitteisuuteen, vaikkakin Vantaalla ilmeisesti lähikoulut vierailevat niissä ahkerasti.

Toinen tapa opettaa robotiikkaa on tarjota kouluille erilaisia robotiikan opetukseen tarkoitettuja tarvikkeita. Joskus tarvikkeiden käyttöönotto tapahtuu ajankohtana ”silloin kun aikaa on”, eli ei koskaan. Äsken mainitut tarvikkeet on useimmiten koettu turhiksi, mikäli opettajia ei ole tuettu niiden käyttöönotossa. Tällöin on erityisen tärkeää tukea käyttöönottoa systemaattisesti. Oikean tukihenkilön nimeäminen ja mahdollisesti koulutusten järjestäminen on avain onnistuneeseen tarvikkeiden käyttöönottoon. Tällainen systemaattinen robotiikan opetuksen käyttöönoton tukeminen tapahtuisi parhaiten tekemällä muutoksia paikalliseen opetussuunnitelmaan – aivan kuten Riihimäellä on jo onnistuneesti tehty.

Esiopetukseen voisi lisätä yksinkertaisia robotteja, joihin lapset voivat tutustua. Esimerkiksi Nao tai Pepper. Tästä on havaittu saatavan hyviä innostavia esimerkkejä Singaporesta. Myös Suomessa on käytetty kyseisiä robotteja esimerkiksi aikuiskoulutuksessa. Tavoitteena näiden käytössä on useimmiten uteliaisuuden ja mielenkiinnon herättäminen. Mikäli näissä onnistutaan, on tämän uteliaisuuden ja mielenkiinnon ylläpitäminen helpompaa. Paras tilanne toteutuu, kun saadaan lapsi tai nuori ihmettelemään ”miksi tämä toimii, niin kuin se toimii?”. Tämä on keskeisimpiä ajatusmalleista ohjelmoinnissa ja täten myös kulmakivi robotiikan oppimisessa.

Alakouluikäisille innostusta robotiikan opetusta kohtaan voi ruokkia ottamalla käyttöön graafinen ohjelmointi, kuten Scratch ja Code.org. Myös kauko-ohjaimella ohjattavien (tai tietokoneella ohjelmoitavien) robottien kuten VexIQ-robottien ohjaaminen kilpailuissa on omiaan kehittämään ja haastamaan nuoren taitoja. Näin on onnistuneesti tehty Riihimäellä.

Yläkouluikäisille sopivia ohjelmointialustoja ovat Micro:Bit ja VexIQ-ohjelmointi (erityisesti tietokoneella tehtävä ohjelmointi). Näissä voidaan käyttää nuorten taidot huomioon ottaen joko ”palikkaohjelmointia” tai vaihtoehtoisesti oikeata ohjelmointikieltä kuten JavaScriptiä tai Pythonia, jotka ovat työmarkkinoillakin ohjelmointikielinä kärkiviisikossa. Myöhemmin ohjelmointitaitojen kerryttäminen on tämän jälkeen huomattavasti helpompaa, kun nuori osaa jo jonkin verran jotain ohjelmointikieltä.

Lukiolaisille äskeisten vaiheiden jälkeen on hyvin mielekästä antaa haasteellisempia tehtäviä. Lukiolaisille voisi tarjota esimerkiksi paria kolmea erisisältöistä kurssia. Ensimmäinen näistä sisältäisi ohjelmointia oikealla ohjelmointikielellä ja kurssin aikana opiskelija voisi tehdä kohtalaisen yksinkertaisen ohjelmointiprojektin, jossa hän pääsee havainnollistamaan ohjelmointitaitojaan. Toinen kurssi voisi olla kurssi, jossa saadaan yhdistettyä ohjelmointitaidot jonkin laitteen (Arduino, Raspberry PI tai muu) toimintaan kuten sensoreita. Kolmas kurssi voisi sisältää aiemmalla kurssilla opetellut taidot ja projektin yhdistämisen internettiin. Kurssilla tuotettavaa laitetta olisi mahdollista käyttää internetin välityksellä, eli olisi osa käsitettä IoT.

Kuten tässä raportissa tullaan mainitsemaan, on tärkeää sekä ylläpitää että kehittää eri koulutuksessa nivelvaiheiden välistä yhteistyötä. Paikallisilta yrityksiltä on tullut erityisesti viestiä, että yhteistyötä ei korkeakoulujen kanssa ole ollenkaan liikaa. Jotta saadaan tulevaisuuden ammattilaiset parhaiten työmarkkinoiden hyötykäyttöön, kannattaa molempien osapuolien kuunnella avoimesti toisiaan.

Robotiikan ja siinä opettavien taitojen jäämistä kokeilun tasolle kannattaa välttää, ja näissä onnistutaan muistamalla seuraavat asiat:

1. **Älä keksi pyörää uudestaan.** Parempi olisi seurata muiden (Riihimäen ja Vantaan) näyttämää erinomaista esimerkkiä ja sisällytetään robotiikka paikalliseen opetussuunnitelmaan.
2. **Opettajien kouluttamiseen pitää kiinnittää huomiota.** Opettajat ovat koulutuksen ammattilaisia ja parhaiten koulutus saadaan toteutettua, kun vertainen neuvoo, opastaa ja tukee.
3. **Opetuksen välinen yritysysteistyö paremmin haltuun.** Näin saadaan varmistettua, että oppilaat ja opiskelijat oppivat juuri niitä tietoja ja taitoja, joita työelämässä tarvitaan ja yritykset saavat päteviä ammattilaisia palveluunsa.

Robotiikan merkitys yhteiskunnalle on kasvanut merkittävästi muutaman viime vuosikymmenen aikana ja kasvaa koko ajan. Suuri osa tulevaisuuden ammateissa tarvittavista taidoista on mahdollista oppia robotiikan opetuksen parissa. Tämän selvityksen tarkoituksena on antaa osviittaa siitä, mitä Lahden kaupunki voi tehdä kehittäessään robotiikan opetusta paikallisesti. Päätelmät on tehty tässä raportissa esiintyneiden muiden raporttien, asiantuntijoiden kanssa käytyjen keskustelujen ja tärkeiden tietolähteiden valossa.

