



HELSINGIN YLIOPISTO

KASVATUSTIETEELLINEN TIEDEKUNTA



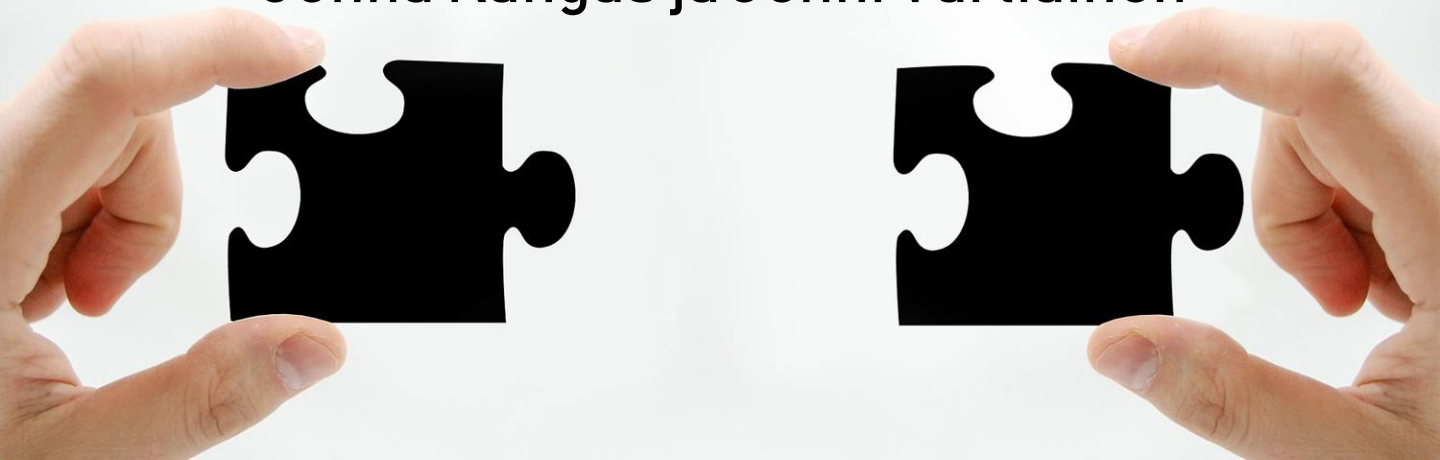
PLAYFUL
LEARNING
CENTER

UNIVERSITY OF HELSINKI



Ohjelmoinnin ABC varhaiskasvatukseen

Jonna Kangas ja Jenni Vartiainen



2019

Ohjelmoinnin ABC varhaiskasvatuksessa

Julkaistu sarjassa: Opettajankoulutuslaitoksen muut julkaisut
Helsingin yliopisto

ISBN 978-951-51-5241-1

Kuvat: Shutterstock 2017; PixaBay 2019, Kangas, J. 2019,
Vartiainen, J. 2019

Taitto: Jonna Kangas ja Jenni Vartiainen

Oikeudet: Jonna Kangas ja Jenni Vartiainen

Tätä julkaisua ei saa kopioida, tulostaa ja jälleenmyydä kaupallisesti. Julkaisu on tarkoitettu varhaiskasvatuksen kehittämiseen sekä ei-kaupalliseen käyttöön.

Viittaus APA: Kangas, J. & Vartiainen, J. (toim.) (2019) Ohjelmoinnin ABC varhaiskasvatuksessa, Opettajankoulutuslaitoksen muut julkaisut, Helsingin yliopisto.

Johdanto

Uudet varhaiskasvatussuunnitelman perusteet (2018) määrittävät, että tieto- ja viestintätekniiset taidot sekä monilukutaidon osa-alueet ovat tulevaisuuden osaamista, ja näihin teemoihin tutustuminen lasten kanssa tutkien ja leikkien edistää lasten koulutuksellista tasa-arvoa. Tämä opas on julkaistu VASUn tavoitteita ja sisältöjä silmälläpitäen välineeksi varhaiskasvatuksen opettajille ottaa ohjelmointi osaksi toimintaa ja tarjota lapsille mahdollisuuksia ihmettelyyn, tutkimiseen ja oivaltamiseen arkisten ilmiöiden parissa.

Viime vuosikymmenen aikana sovellukset, ohjelmat ja koodit ovat tulleet koko ajan suuremmaksi osaksi päivittäistä arkeamme. Käsienpesu, valaistus, ruoanvalmistus, kaupassa käynti ja maksaminen hoituvat nykyään sovelluksien ja automatiikan avulla. Lapsilla on kyky pysähtyä havainnoimaan ja ihmettelemään tätä kaikkea. Toisaalta nykyajan lapselle ohjelmointi tuo mahdollisuuden ilmaista itseään, kekseliäisyytään ja luovuuttaan. Vasun sanoin ihmettelylle, oivaltamiselle sekä oppimisen ilolle tulee olla tilaa myös ohjelmoinnin näkökulmasta.

Tässä oppaassa ohjelmointia tarkastellaan pedagogiikka ja ajattelun taidot edellä digitaalisten pelien ja laitteiden sijaan. Ohjelmoinnin sisältöjä ja näkökulmaa avataan viidestä lähtökohdasta, jotka liittyvät varhaiskasvatuksen laaja-alaiseen osaamiseen sekä sisältöalueisiin. Nämä osa-alueet ovat ohjelmointi kielenä, algoritminen ajattelu, monilukutaito, digitaalinen ohjelmointi sekä leikillinen ohjelmointi.

Tervetuloa tutustumaan ohjelmointiin varhaiskasvatuksessa!

Helsingin yliopistolla 30.4.2019, Jonna Kangas ja Jenni Vartiainen

Mitä ohjelmointi tarkoittaa ?

Ihmiset ymmärtävät puhetta ja kertovat asioita toisilleen puhumalla. Ohjelmointi on ikään kuin puhetta tietokoneille.

Yhteiskuntamme on täynnä tietokoneita: puhelimet, ovikellot, vesihanat, pesukoneet, autot, imurit... moni laite toimii nimenomaan koodien avulla.

Tietokone itsessään on vain laatikko ilman koodia. Koodin avulla me ihmiset kerromme sille, mitä haluamme sen tekevän. Toisin sanoen **ohjelmointi on käskyjen antamista tietokoneelle.**

Kaikki ihmiset eivät puhu samaa kieltä, vaan meillä on useita eri kieliä. **Myöskään kaikki tietokoneet eivät ymmärrä samaa kieltä.** Siksi ohjelmoinnissa on useita eri (ohjelmointi)kieliä.

Ohjelmointia voidaan verrata legoilla rakentamiseen. Legoilla rakennettaessa yhdistetään palikoita toisiinsa. **Ohjelmoinnissa puolestaan rakennetaan käskyillä.** Kun käskyjä annetaan monta yhdessä, niistä muodostuu toimintaohje eli algoritmi. Ohjelmointi vaatii kykyä pilkkoa tehtäviä pieniin osiin ja niiden ilmaisemista yksiselitteisesti.



Ohjelmoinnin pedagogiikasta

Ohjelmoinnin tutkijat ovat määritelleet jo 1980-luvulla, että ohjelmointiajattelu (Eng. Computational Thinking)¹, josta tässä oppaassa käytämme käsitettä algoritmisen ajattelu tarkoitetaan ongelmien purkamista osiin, toiminnassa toistuvien mallien eli kaavojen tunnistamista ja muodostamista sekä toimintojen automatisointia. Varhaiskasvatussuunnitelma perusteet eivät suoraan mainitse näitä tai käsitettä ohjelmointi, mutta perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa (2018) määritellään, että ohjelmoinnillisella ajattelulla tarkoitetaan ohjelmoinnin ymmärtämisen ja siihen liittyvien loogisten ajatteluprosessien kasvavaa ja kehittyvää osaamista. Pedagogisesti ajatellen tavoitteena ei ole varhaiskasvatuksessa opettaa lapsia koodaamaan valmiita ohjelmia, vaan tukea heitä ihmettelystä, tutkimisesta ja matemaattis-loogisen ajattelun kehityksessä, niin että he perusopetukseen siirtyessään voivat tasavertaisesti edelleen kehittää osaamistaan ohjelmoinnissa^{2,3}.

Ohjelmointi ja sille oleellinen algoritmisen ajattelu ovat taitoja oppia uusia ajattelun tapoja. Ohjelmointi ja koodien luominen, eivät kuitenkaan ole tässä itsetarkoitus, vaan väline, jonka käyttöön voidaan pedagogisesti sisällyttää muita sisältöalueita ja ajattelun alueita, kuten matemaattis-looginen ajattelu, luova ajattelu, ongelmanratkaisutaidot sekä leikillinen ajattelu ja jaettu merkityksenanto.

1) Bers, Flannery,, Kazakoff & Sullivan (2014) 2) Sola (2002) 3) Manches & Plowman (2017).

Ohjelmointi varhaiskasvatuksessa

“Kun tietokoneelle antaa käskyn, se tottelee.”

Ohjelmoinnin voidaan katsoa olevan osa monilukutaitoa. Monilukutaidon käsitteeseen kuuluu ymmärrys nykyajan tavoista tuottaa ja tulkita viestejä ja viestijärjestelmiä. Ohjelmointi ja sen perustavanlaatuisen toimintalogiikan ymmärtäminen on tämän ajan monilukutaitoisen henkilön perustaitoja¹. Tämä ei suinkaan tarkoita, että jokaisen tulisi osata ohjelmoida, mutta ohjelmoinnillisen ajattelun hallitseminen hyödyttää lasta myös muissa ongelmanratkaisutilanteissa². Lisäksi ohjelmoinnin hallitseminen antaa lapselle mahdollisuuden monipuoliseen tuottamiseen ja itsensä ilmaisuun.

Ohjelmointi on viestintää tietokoneiden kanssa. Siinä harjoitellaan selvien ja yksiselitteisten ohjeiden antamista. Lasten kanssa tätä voidaan harjoitella sanallisesti tai symbolien kanssa.

Toisin kuin helposti voidaan ajatella, ohjelmointi on hyvin luovaa toimintaa. Arkisten laitteiden toiminta herättää uteliaisuutta: mistä automaattinen hana "tietää", että kädet ovat alla? Ohjelmoinnissa mielikuvitus on tärkeässä roolissa³ ja lasten mielikuvittelu on vielä rajoittamaton. Ohjelmointi on väline saavuttaa uusia ajattelun tapoja ja keinoja ratkaista arkisiakin ongelmia⁴.

1) Kurkinen (2018) 2) Bers, Flannery,, Kazakoff & Sullivan (2014) 3) Harris (2000)
4) Wing (2008)

Ohjelmoinnin osa-alueet

Ohjelmointi kielenä

s.8

Algoritminen ajattelu

s.14

Ohjelmointi monilukutaitona

s.18

Digitaalinen ohjelmointi

s.24

Leikillisuus ohjelmoinnissa

s.29

Ohjelmoinnin sanastoa

Käsite	Selitys
Automatisaatio-ajattelu	Tunnistetaan toistuva prosessi ja tarkastellaan sitä riittävän pienissä vaiheissa. Jatkuvien komentojen hahmottaminen ohjelmaksi.
Algoritminen ajattelu	Algoritminen ajattelu on ongelmanratkaisua, jossa tehtävä tai ongelma pilkotaan osiin.
Algoritmi	Algoritmi on käskyistä koostuva toimintaohje. Reseptikirja on kokoelma algoritmeja, joilla ruoanlaitto tapahtuu!
Ohjelma	Joukko käskyjä, joita noudattaen tietokone osaa toteuttaa tehtävän alusta loppuun
Ohjelmointikieli	Toimintaohje eli algoritmi kuvataan jollain ohjelmointikielellä, jota tietokone osaa. Ohjelmointikieliä ovat esimerkiksi C++, Java, Python ja Ruby.
Koodaus	Koodaus on puhekielen ilmaus ohjelmoinnille
Syntaksi	Syntaksiin kuuluu sovittujen sanojen ja lauseiden tunnistus. Ohjelmointikielen syntaksilla viitataan usein kielen kielioppisääntöihin.

OHJELMOINTI KIELENÄ

Ohjelmointi on tapa kommunikoida tietokoneen kanssa ja välittää koneelle haluamamme komennot. Komennot tulee olla yksiselitteisiä, jotta mekaanisesti toimiva tietokone pystyy suorittamaan ne. Ohjelmointikielien ovat hyvin samankaltaisia kuin luonnolliset kielet: niillä on omat sanastonsa ja kielioppisääntönsä¹. Kun oppii hallitsemaan yhden ohjelmointikielen, on melko helppo harjoitella myös muita ohjelmointikieliä. Jotkin ohjelmointikielien soveltuvat paremmin esimerkiksi pelien ohjelmointiin kuin toiset².

Varhaiskasvatuksessa ja esiopetuksessa oleellista on, että lapset pääsevät leikkimään erilaisilla merkki- ja merkitysjärjestelmillä³. Tämä kehittää lapsen monilukutaitoa sekä käsitystä itsestä erilaisten viestien tuottajana ja tulkitsijana. Seuraavissa aktiviteeteissa tuetaan erityisesti lapsen mahdollisuutta leikitellä symboleilla ja merkkijärjestelmillä.

Ohjelmointi on puhetta tietokoneille

1) Vee (2013) 2) Duncan, Bell & Tanimoto (2014) 3) Palaiologou (2016)

Kommunikaatioleikki symboleilla

Tässä leikissä mallinnetaan erilaisia ohjelmointikieliä symboleilla.

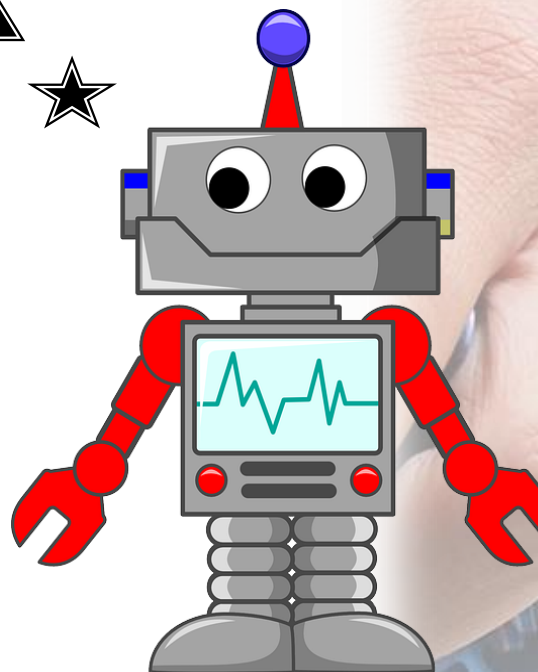
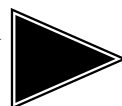
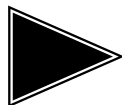
Käytämme geometrisiä muotoja.

• **Tämä on Nestori Neliö, joka puhuu Neliökieltä**

- Neliö tarkoittaa askelta (kävellä)
- Ympyrä tarkoittaa hypätä tasajalkaa
- Kolmio osoittaa suuntaa
- Tähti tarkoittaa vilkuta



Robottiviesti (näytä mitä Nestori tekee):



Keksi viesti Nestorin kielellä ja piirrä se Nestorin kielellä

Luo Nestorille muitakin ilmaisuita (liikkeitä) neliökielellä, jotta voit luoda Nestorin aamujumpan.

Kokeilkaa, muistatteko jumpan vielä seuraavana aamuna!

Kommunikaatioleikki symboleilla

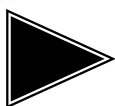
Eräänä päivänä Nestori tapaa Amana Taputtajan,
joka puhuu ainoastaan Läps-Taps kieltä

Tämä on Amana Taputtaja, joka puhuu Läps-Taps-kieltä

- Neliö tarkoittaa lyö kädet yhteen kerran
- Ympyrä tarkoittaa tömistä jaloilla
- Kolmio tarkoittaa taputa nopeasti käsiä
- Tähti tarkoittaa nosta kädet ylös



Robottiviesti (taputa Amanan kanssa):



Keksi viesti Amanan kielellä ja piirrä se.

Luo Amanalle muitakin ilmaisuja (liikkeitä) läps-taps-kielellä, jotta voit luoda Amanan aamurytmin.

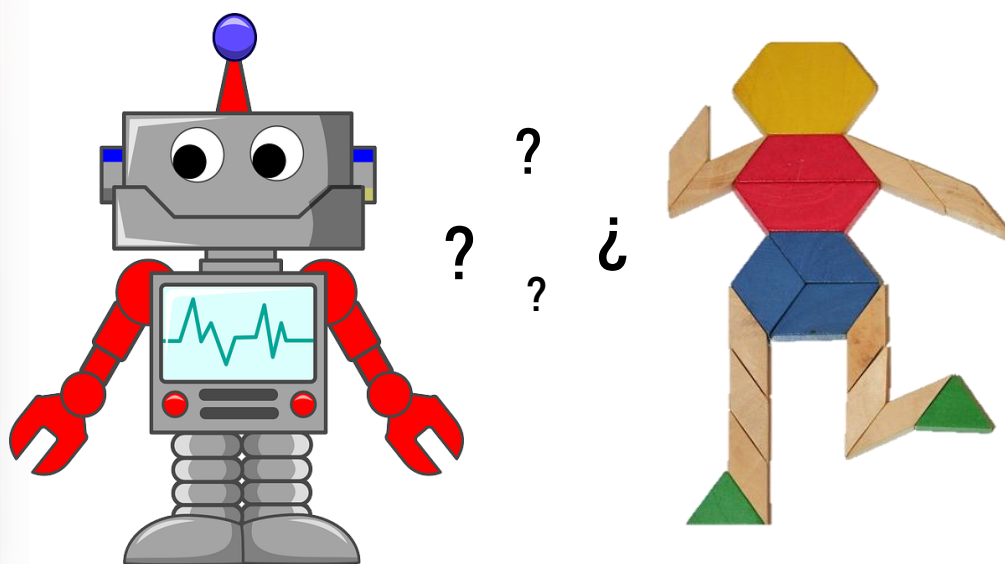
Kokeilkaa, muistatteko rytmin vielä seuraavana aamuna!

Nestorin ja Amanan aamu

Mitä tapahtuu, kun Nestori ja Amana tapaavat aamulla Metrolaiturilla?

- Miten Amana ja Nestori puhuvat toisilleen?

Kertokaa ja näytelkää tarina



Opettakaa Nestorille Amanan Läps-Taps kieltä ja Amanalle Nestorin neliökieltä.

- Millaisia yhteisiä ilmaisuja Amana ja Nestori tarvitsevat?
- Millaista on, kun ei voi puhua uuden kaverin kanssa?
- Miltä tietokoneista tuntuu, jos ne eivät ymmärrä meitä tai toisiaan?

Tavoitteet: Ymmärtää kielellisen viestinnän merkitys ihmisten välisessä kommunikoinnissa, Antaa ohjeita eri viestintäkeinoja käyttäen, Tunteiden käsittely liittyen väärin ymmärretyksi tulemiseen

HARRI -robotti

Harjoituksessa opettaja esittää Harri-robottia, joka tottelee lapsia **täsmällisesti**. Lapset puolestaan yrittävät saada opettajan suorittamaan jonkin tehtävän kuten kokoamaan palikoista tornin, tekemään voileivän tai juomaan kupin kahvia. Opettajan tehtävä on toimia tarkalleen lasten ohjeiden mukaisesti. Lapset oppivat pian, että komentojen on oltava hyvin tarkkoja, tai robotti toimii väärin.

Harjoitus voisi kulkea esimerkiksi seuraavasti:

Opettaja asettaa yksinkertaisen, esimerkiksi viisikerroksisen tornin kokoamiseen tarvittavat puupalikat pöydälle. Opettaja seisoo paikoillaan tönkkönä ja kertoo lapsille esittävänsä Harri-robottia. Opettaja pyytää lapsia ohjaamaan Harria yksiselitteisillä komennoilla, kuten ”siirrä kättäsi vasemmalle” tai ”valitse kätesi vieressä oleva palikka”. Jos lapsi yrittää liian monimutkaistakomentoa tai komentoa, joka ei sisälly Haraldin sanavarastoon (esimerkiksi ”laita kolme palikkaa päällekkäin), opettaja pudistelee päätänsä. Tehtävä on valmis, kun torni on rakennettu. Opettaja keskustelee lasten kanssa siitä, mihin komentoihin robotin voi olettaa voivan vastata ja mitä robottia todennäköisesti ei voi pyytää tekemään.

Tavoitteet: Harjoitellaan ongelman pilkkomista osiin, ohjeen täsmällistä sanallistamista, sijaintikäsitteitä ja matemaattis-loogista ajattelua

ALGORITMINEN AJATTELU

Algoritmi on toimintaohje

Algoritmista ajattelua voi alkaa harjoitella jo varhaisina vuosina. Pienten lasten kanssa algoritminen ajattelu kehittyy, kun lapset pääsevät konkreettisilla välineillä ja leikin avulla harjoittelemaan algoritmiselle ajattelulle ominaisia taitoja. Algoritmisessa ajattelussa keskeistä on ongelman purkaminen osiin. Tämä auttaa hahmottamaan, millaisista palasista kokonaisuus on muodostunut ja mikä merkitys osilla on toisiinsa nähden. Käsien pesun voi esimerkiksi purkaa osiin siten, että se alkaa hanan avaamisella, jota seuraa käsien kastelu, saippuan ottaminen, käsien hankaaminen yhteen, käsien huuhtelu, hanan sulkeminen ja käsien kuivaaminen. Jos haluamme pohtia, että miten säästäisimme vettä käsien pesussa, voimme tarkastella käsien pesun osasia ja miettiä, miten niitä muokkaamalla voidaan säästää vettä. Tässä tapauksessa voisimme lisätä komennon, jossa saippuoinnin ajaksi hana suljetaan ja avataan taas uudelleen, kun saippuointi on tehty.

Monissa arkisissa tehtävissä on toistuvia toimintatapoja. Algoritminen ajattelu pyrkii löytämään näitä toistuvia toimintoja, jotta niitä voitaisiin automatisoida. Esimerkiksi aamiaisen murojen syöminen koostuu lukuisista lusikan viemisistä suuhun. Näitä kaikkia ei kannata kirjata algoritmiin auki vaan automatisoida se esimerkiksi toistojen määrällä: vie lusikka suuhun 15 kertaa tai ehdollisella komennolla: vie lusikka suuhun, kunnes kulho on tyhjä.

Kyky algoritmiseen ajatteluun hyödyttää lasta erityisesti matematiikan ja luonnontieteiden oppimisessa, mutta se auttaa lasta myös monilla muilla oppimisen ja toiminnan osa-alueilla. Lapsen toimintaa voidaan tukea, kun pystytään pilkkomaan selkeisiin osiin, mistä esimerkiksi ulkovaatteisiin pukeutuminen koostuu ja tuoda nämä esille merkkijärjestelmillä, jotka ovat lapselle selkeitä.

Algoritminen ajattelu on ongelman ratkaisua!

ks. Fessakis, G., Gouli, E. & Mavroudi, E. (2012)

LEGO-LABYRINTTI

Lego-labyrintissä tavoitteena on auttaa legohahmo ulos labyrintistä komentojen avulla.









- Rakenna Legoista labyrintti tulosteen päälle
- Aseta Lego-hahmo labyrintin alkupäähän
- Luo komentokorteista komentosarja, jolla legohahmo pääsee ulos sokkelosta
- Voit tehdä ensin komentosarjan osissa
- Koeta sen jälkeen tehdä koko komentosarja kerrallaan ja kokeile, toimiiko se.
- Voit keksiä itse uuden Lego-labyrintin tyhjän tulosteruudun päälle!



Tavoitteet: Algoritmisen ajattelun vaiheiden harjaannuttaminen, ohjelman pilkkominen osiin, suuntakäsitteet ja etenemisen harjoittelu

Lego-labyrintti - pedagogisia vinkkejä:

- Aloitetaan helpolla algoritmilla, esim. jatka suoraan eteenpäin
- Vaikeutetaan labyrinttia askeleittain
- Käytetään Dubloja: nuolet (ilman tekstiä) ovat yhden palikan kokoisia
- Kootaan ohje ensin suoraan labyrintin päälle ja siirretään vasta sitten pöydälle, labyrintin viereen

Liiku eteenpäin 	Liiku eteenpäin 
Liiku eteenpäin 	Liiku eteenpäin 
Liiku eteenpäin 	Liiku eteenpäin 
Liiku eteenpäin 	Liiku eteenpäin 

Käänny vasemmalle		Käänny oikealle	
Käänny vasemmalle		Käänny oikealle	
Käänny vasemmalle		Käänny oikealle	
Käänny vasemmalle		Käänny oikealle	
Jatka _____ askeleen verran		SEIS	
Jatka _____ askeleen verran		SEIS	
Jatka _____ askeleen verran		SEIS	

Vinkki: Onko lukukäsite hallussa?
Numeromerkin sijaan askeleet voi kirjata viivoina tai kengän kuvakkeina!

	LOPPU				
ALKU					

MONILUKUTAITO

Monilukutaito pyrkii tarjoamaan lapsille taitoja ymmärtää tekstejä, joita nykyajan maailma pitää sisällään sekä valmistaa lasta viestimään erilaisia tekstejä käyttäen. Nämä tekstit käsitetään laajassa määritelmässä ja tekstillä voidaan tarkoittaa kirjoitetun tekstin lisäksi mm. kuvia, ääntä, karttoja, symboleita ja erilaisten tekstityyppien yhdistelmiä. Monilukutaidossa erilaisia merkkijärjestelmiä puretaan, uudelleen järjestellään, tulkitaan ja tuotetaan uusia merkityksiä niiden kautta. Luovuus ja tuottaminen ovat monilukutaidossa keskeisiä osa-alueita¹.

Ohjelmoinnissa harjoitellaan monilukutaitoa, sillä ohjelmointi pitää sisällään erilaisia merkki- ja merkitysjärjestelmiä, joita tulee ymmärtää ja osata käyttää, jotta voimme hahmottaa kommunikaatiota tietokoneiden kanssa. Myös varhaiskasvatussuunnitelman perusteet (2018) yhdistää monilukutaidon tieto- ja viestintätekniisiin taitoihin ja kuvaa varhaiskasvatuksen tavoitteena olevan tieto- ja viestintätekniisten tekstien tarkastelun, tutkimisen ja tulkinnan olevan tässä laaja-alaisen osaamisen alueessa keskeistä. Ohjelmoinnillinen ajattelu pitää sisällään samanlaista ongelman tai tehtävän purkamista, tulkitaan ja uudelleenjärjestämistä algoritmien muotoon.

Monilukutaito pitää sisällään myös kertomusten ja tarinoiden käsittelyn ja tulkinnan. Tarinallisuuden hyödyntäminen osana ohjelmoinnin ja ohjelmoinnillisen ajattelun harjoittelua auttaa lapsia hahmottamaan ohjelmoinnin merkityksen osana heidän arkeaan ja kokemusmaailmaansa. Tässä osiossa esittelemme teille tarinan Lelasta, merenkuninkaan tyttärestä, joka pääsee tutustumaan päiväkotiin ja tapaa siellä mielenkiintoisia ja monitulkintaisia ilmiöitä.

1) Owston, R., Wideman, H., Ronda, N. S. & Brown, C. (2009).

Näkymätön Lela

Lela asui meressä. Kerran kalakuningas antoi Lelalle taikajuomaa. Lela muuttui heti kalasta ihmiseksi. Lela nousi maalle ja kierteli ympäriinsä. Maalla hän kohtasi toinen toistaan ihmeellisempiä asioita. Lopulta Lela löysi itsensä päiväkodista, joka oli kaikkein ihmeellisin paikka! Voit arvata, että maan päällä kaikki oli aivan erilaista kuin meren pohjassa. Joka päivä päiväkodista löytyi uusia ihmeitä.

Pohtikaa miten tarinaa näkymättömästä Lelasta voisi käyttää ohjelmoinnin opettamisessa ja ohjelmointiajattelun kehittymisen tukemisessa

- Millaista monilukutaitoa Lela kohtaa tarinassa?
- Millaista monilukutaitoa ryhmässänne esiintyy?
- Millaisia muita tarinointia ohjelmoinnin opettamisessa voisi hyödyntää?



Tavoitteet: Harjoituksessa tarkastellaan kielentämistä, kielellisten ohjeiden eksaktia antamista, ja matemaattisia suuntia ja suhteita

Alunperin julkaistu: Jyrki Reunamo & Jonna Kangas,
Merimatemiikka – varhaiskasvatuksen matematiikkaa tarinoilla,
LuMatikka hanke, kuvitus Emilia Erving

Näkymätön Lela

Lapset leikkivät päiväkodissa sokkoleikkiä. Leikkiä leikitään niin, että keskellä huonetta yhden lapsen silmät peitettiin huivilla. Sitten kaikki muut nauroivat ja kikattivat, ja juoksentelivat paikasta toiseen, ja silmät sokkona oleva lapsi nauroi ja otti haparoivia askelia. Lela katseli Niksun kanssa hämmästyneenä ovensuusta. Lelasta tuntui, ettei hän ymmärtänyt tätä leikkiä. Meressä kenenkään silmiä ei ollut tapana peittää. Miltä Lelasta tuntui.

(Jutelkaa siitä, miltä Lelasta tuntui. Mitä voisit sanoa Lelalla?)

Oletko itse ollut tilanteessa, jossa et ymmärtänyt tai tiennyt, mitä muut leikkivät?

“Tule Lela, mennään mukaan!” Huudahti Niksu ja veti Lelaa kädestä piiriin. Lela tuli eteenpäin ja käveli suoraan sokon eteen. “Sainpas!” tämä huudahti ja tarttui Lelaan. Muut lapset kertoivat, että nyt oli Lelan vuoro olla sokko. Hänelle laitettiin huivi päähän. Huivin alla oli ihan pimeää. Vain ylhäältä kajasti hieman valoa. Lasten äänetkin tuntuivat katoavan kauemmas. Ihan kuin olisi ollut veden alla.

“Lela, ota meidät kiinni!” tuttu ääni sanoi jossain Lelan takana. Ainakin Lelasta tuntui, että ääni tuli takaa. Hän kääntyi ympäri. Nyt ääni kuuluikin vierestä eikä edestäpäin. Olipa vaikeaa liikkua silmät peitettynä. Lela ojensi kädet eteenpäin. Hän kuvitteli olevansa suuri mustekala. Mustekalat uivat syvällä valtameressä, jossa on ihan pimeää. Ne tunnustelevat lonkeroillaan esteitä edessään. Lelan sormet olivat kuin lonkerot, kun hän levitti käsiään.

“Olen suuri mustekala valtameren syvyydessä!” Lela nauroi ääneen.

“Lela, odota! Kuuntele. Annamme sinulle ohjeita, miten löydät aarteen!” huudahti Niksu.

Lela kuuli, miten lapset sipisivät ja supisivat hetken, sitten tuli hiljaista. Edestäpäin kuului vain vähän kolinaa. Mikäköhän siellä kolisi? Mitä Lela teki? Mitä sinä tekisit?

(Millaisia ajatuksia lapsille syntyy Lelan tilanteesta.

Millaisia ratkaisuvaihtoehtoja?)

Lela päätti odottaa. Sitten kuului Niksun ääni: “mene tuonne noin.”

Lela ei tiennyt missä “tuonne” oli. Hän pyöri ympyrää ja yritti kuunnella miltä “tuonne noin” voisi kuulostaa.

Miksei Lela tiennyt mihin pitäisi mennä?

Haluatko kokeilla sokkona olemista?

Tarina jatkuu seuraavalla sivulla...

Näkymätön Lela

Aikuinen tuli Niksun avuksi.

“Niksu, muista että Lela ei näe mitään. Sanotaanko Lelalle, että käänny kaksi hiirenaskelta vasemmalle.” Lela tunsi, kuinka joku kosketti häntä pehmeästi toiseen olkapäähän, Lela muisti aikuisen kertoneen, että se oli nimeltään vasen. Lela otti varpaillaan hyvin pieniä askelia sen käden suuntaan.

“Nyt. Kävele eteenpäin!” ohjeisti Niksu, mutta aikuinen auttoi taas.

“Kävele kolme tavallista askelta eteenpäin, Lela”.

(Miksi aikuinen sanoin näin? Mitä olisi voinut tapahtua, jos Lela olisi noudattanut Niksun ensimmäistä ohjetta?)

Tämä sokkoleikki oli Lelasta vaikeaa, mutta jännittävää. Piti kuunnella tarkasti ohjeita ja miettiä, millainen oli tavallinen askel tai hiiren askel. Lelasta tuntui samalta, kun uidessa vedessä, kuten suuret mustekalat, niidenkin oli vaikeaa kulkea oikeaan suuntaan, kun aallot heiluttivat ja työnsivät niitä. Niksusta ja muista lapsista Lelan ohjaaminen tuntui myös tosi vaikealta, kun ei voinut vain heilauttaa kättään ja näyttää “täällä näin!”. Yhteistyössä Lela saatiin kuitenkin lopulta ohjattua aarteen luo. Aarre tuntui Lelan käteen pehmeältä ja painavalta.

(Mikä aarre mahtoi olla? Kokeilkaa omassa ryhmässänne sokkoleikkiä? Millaisia aarteita keksitte?)

Alle 3-vuotiaiden kanssa tarinan voi jättää ensimmäisellä lukukerralla tähän. Isompien kanssa voitte käyttää tarinan jatkoa sopivana hetkenä.

Sokkoleikki oli Lelasta niin hauska, että hän ryhtyi suunnittelemaan heti vielä parempaa sokkoleikkiä. Sen nimi oli näkymättömyysleikki. Siinä muututetaan näkymättömäksi ja sitten toisten pitää löytää näkymätön. Miten Lela muuttuu näkymättömäksi?

(Miten voi kadota näkyvistä eli muuttua näkymättömäksi? Miten sinä muuttuisit näkymättömäksi?)

Näkymättömänä olemisessa on kuitenkin se vaikeus, että silloin ei voi antaa toisille ohjeita, koska pitää pysyä näkymättömissä. Niinpä Lela keksi, että ohjeet voisi piirtää paperille niin kuin kartan. Lela leikkasi paperista nuolia ja liimasi niitä sitten paperille. Nuolia oli monta: Ensin piti mennä ikkunan eteen seisomaan. Lela piirsi sitä varten kuvan ikkunasta. Sitten piti kävellä viisi askelta kohti ovea. Sitten Lela laittoi. kääntyvän nuolen näyttämään kääntymistä ja taas uusia nuolia eteenpäin



Mikä tekee koirasta koiran?



Ohjelmoinnissa on oleellista pystyä määrittelemään yksiselitteisesti käsitteitä sekä ilmaisemaan niitä formaalilla kielellä.

Tässä tehtävässä pohditaan asioiden ja esineiden määritelmiä sekä sitä, mikä tekee esimerkiksi koirasta koiran tai tuolista tuolin.

Ota valmiita kuvakortteja esimerkiksi sananselityspelistä tai tee kortit lasten kanssa. Yksi osallistuja kääntää kortin ja alkaa piirtää tai vaikkapa muovilla kuvassa olevaa esinettä. Esineen voi myös muovilla. Muut yrittävät arvata, mikä se on. Kun joku arvaa oikein, pysähtykää miettimään, mikä oli se asia, joka teki piirroksesta juuri koiran tai tuolin. Voisiko se kuitenkin edelleen olla jokin muukin?

Tavoitteet: Yksityiskohtien havainnointi, ilmiön tai esineen määritteleminen, mielikuvan kommunikointi, vaiheittainen ajattelu

Ohjelmointia laululeikeissä

Monilukutaito on myös musiikkia ja moniin lauluihin liittyvät laululeikit voidaan ajatella olevan eräänlaisia ohjelmia, joiden avulla lauluista tulee moniaistisia kokemuksia. Musiikkiin ja lauluihin voivat liittyä mukaan pienemmätkin ja vähitellen jokainen pääsee osalliseksi yhteisiä jaettuina kokemuksia, sekä tekemään niistä tulkintojaan.

Tuttu laulu, jossa käsillä tehdyt viittomat rakentavat laulettuun musiikkiin vierelle omaa tarinaa on esimerkiksi Metsämökin ikkuna. Siinä jokaiselle säkeelle on oma viittomamerkki (alleviivattuina ohessa), jotka laulun edetessä viitotaan ja lauletaan. Seuraavilla kierroksilla sana kerrallaan jätetään laulamatta, mutta viittoma toistetaan.



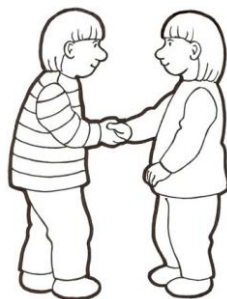
ikkuna



jänis



auttaa



Kätellä (ojentaa käsi)

Kas metsämökin ikkuna.

Sielt' tonttu ulos kurkistaa.

Jänö laukkaa laputtaa

ja oveen kolkuttaa.

Auta, auta, pyydän sua.

Metsämies kun vaanii mua.

Sulle suojan tarjoan,

siis kätēs ojenna!

(säv. san. Trad)

DIGITAALINEN OHJELMOINTI

Digitaalinen ohjelmointi määritellään tässä oppaassa siten, että se sisältää digitaalista teknologiaa sisältävillä laitteilla, kuten leluilla, tableteilla tai tietokoneilla toteutettavaa ohjelmointia. Digitaalinen käyttöliittymä (laite) mahdollistaa lapsille kokeilemisen kautta laitteen käyttäytymisen tutkimisen¹ sekä pohdinnan siitä, mitä tietokoneet voivat tehdä puolestamme ja mitä eivät.

Digitaalisten laitteiden avulla voidaan harjoittaa automatisointiajattelua, eli ymmärrys siitä, miten toistamalla komentoja, tietokoneen saa jatkamaan tiettyä toimintaa², kunnes se määritetään toisella komennolla tai ehdolla loppuvaksi. Lego-robotin voi esimerkiksi ohjelmoida jatkamaan kulkuaan eteenpäin 15 sekuntia tai kunnes se kohtaa esteen. Digitaalinen ohjelmointi myös tukee ymmärrystä siitä, että valinnoillamme on vaikutusta siihen, mitä kone tekee tai mitä ruudulla näkyy.



1) Liukas (2015) 2) Bebbington (2014)

Pelit ohjelmoinnissa

Digitaalista ohjelmointia voi harjoitella myös erilaisilla peleillä, ja niitä onkin saatavilla sekä ilmaisina että maksullisina sovelluksina. Pienille lapsille tarkoituksenmukaisia ovat sovellukset, jossa kirjoitetun kielen sijaan ohjelmaa luodaan visuaalisilla komentonäppäimillä, kuten nuolisymboleilla, jotka ilmaisevat suuntia.

Ilmaisiin ja luotettaviin sovelluksiin pääset tutustumaan esimerkiksi Ylen Pikku Kakkosen palvelussa. Monissa peleissä lapsen ensisijainen tavoite voi olla läpi pääseminen mahdollisimman nopeasti, siksi on hyvä pysähtyä lasten kanssa tarkastelemaan ja tutkimaan sovellusta, sen visuaalisia ominaisuuksia ja pohtia yhdessä, miltä pelihahmoista tuntuu ja mitä muuta he haluaisivat tehdä kuin suorittaa valmiiksi määriteltyjä ratoja.

Lasten kanssa voidaan tutkia ja ihmetellä pelin ominaisuuksia ja pohtia, kuka on päättänyt pelin lopputuloksen valmiiksi¹. Mitä jos mato ei haluakaan syödä tietään omenan läpi, koska pitää enemmän päärynästä tai maha on jo täynnä? Samalla päästään turvallisessa ilmapiirissä pohtimaan myös kiellettyjen mobiili- ja tietokonepelien maailmaa ja siihen liittyviä eettisiä kysymyksiä. Lapset ovat yleensä valmiita kriittiseen ajatteluun ja osaavat hyödyntää mielikuvitustaan ja tuoda pelihahmot leikkeihin elämään peliä uusilla ratkaisuvaihtoehdoilla².

Tavoitteet: Ohjelmointiajattelun kehittyminen, digitaalisiin käyttöliittymiin tutustuminen, ohjeiden seuraaminen, ongelmanratkaisu, syy-seuraussuhteiden pohtiminen

1) Resnick (2007) 2) McDonald (2017)

Beebot ja Bluebot -Robottilelut

BlueBot ja BeeBot robottien avulla opitaan ohjelmoinnin alkeista toimintakäskyjen antaminen selkeällä ja havainnollisella tavalla.

Robotin liike ohjelmoidaan suoraan sen päällä olevista painikkeista: Eteen, taakse, oikealle, vasemmalle, tauko, muistin nollaus ja käynnistys.



Tavoite: Tämä harjoitus opettaa esimerkiksi ongelmanpilkkomista osiin, algoritmista ajattelua ja digitaalisen käyttöliittymän hallintaa

Visuaaliset käyttöohjeet

<https://www.youtube.com/watch?v=Y6hhSNXXUOA>

Bedagogiikkaa Bottien kanssa

- Kun Beebot tulee ryhmään, toivota se mukaan aamupiiriin
 - Beebot osaa pyöriä akselinsa ympäri, saako se valita seuraavan ulos/syömään lähtijän? Paina botin vasemmalle nappulaan 3-8 kertaa ja paina sitten GO. Botti pyörii ympyrää ja “valitsee” seuraavan lapsen.
- **Tehtävä:** Rakentakaa rata kupeista tai muista esteistä. Asetelkaa robotille kohteita (aarteet), joiden luokse robotti yrittää matkustaa.
- **Tehtävä:** Pelatkaa Botin kanssa palloa lattialla. Osaatteko auttaa bottia kuljettamaan pallon maaliin?
- Bottiin voi kiinnittää teipillä osia ja koristeita. Myös viikset tai parran harjaksi. Pääseekö botti mukaan leikkimään imuria keittiöleikkiin?
- Botin täytyy levätä ja syödä aika ajoin. Mitä Botti syö? Missä se saa rauhassa ruokailla?

Tehkää yhteistyötä ryhmien välillä ja pohtikaa, millaisiin sisältöihin BlueBottia voisi eheyttää ja integroida

- Lapset voivat ideoida kartan, jonka vain ryhmän Botti mahtuu ratkaisemaan?
- Botti osaa myös maalata. Levitä paperille sormiväriä ja laita päälle kevyesti silkkipaperi. Kun botti ajaa silkkipaperin päältä, siihen kopioituvat sen ”käden jäljet”.
- Kun botti on tuttu, voidaan harjoitella reitin arviointia, suunnittelua, mittaamista ja tarkistamista sekä tietyn kuvion piirtäminen (bottiin kynä kiinni)
- Lopulta voitte luoda ja dokumentoida oman pelin

Rakentelu ja ohjelmointi Lego Education WeDo 2.0

Erilaisilta välinevalmistajilta löytyy lukuisia valmiita ohjelmointiin ja rakenteluun keskittyviä materiaalityyppejä, jotka vaativat jo enemmän harjaannusta digitaalisesta ohjelmoinnista ja rakentelusta. Valmiit ohjeet ovat hyvin strukturoituja, mutta taitojen kehittyessä on inspiroivaa suunnitella yhdessä omanlaisia liikkuvia tai muuten ohjelmoituja tuotoksia.

Lego WeDon kuvalliset rakenteluohjeet

löytyvät: <https://education.lego.com/en-us/support/wedo-2/building-instructions>

Lego Education WeDo 2.0 sovellus toimii tietokoneella (Win, Mac sekä tableteilla Win, Ipad, Android), mutta ei älypuhelimella).

Sovelluksen avulla tehdään ohjelmointi. Lego-rakennelmaan ei voi syöttää koodia, vaan käskyt annetaan sovelluksen kautta (sillä yhteys Lego-rakennelman ja ohjelman välillä toimii vain bluetoothin kautta.)



Tavoitteet: Ohjelmointiajattelun kehittyminen, mekaanisten ohjeiden lukeminen, digitaalisten ohjeiden hyödyntäminen, algoritminen ajattelu, luova ongelmanratkaisu

LEIKILLISYYS OHJELMOINNISSA



Leikillisuus on avainasemassa varhaisessa ohjelmoinnin ja ohjelmoinnillisen ajattelun oppimisessa¹.

Leikin suunnittelussa ja rakentamisessa lapset käyttävät luonnostaan algoritmisen ajattelun taitojaan² ja luovat mielikuvansa pala palalta³

Leikin kautta lapsi antaa uusia merkityksiä opitulle, tulkitsee niitä moniaistisesti ja liittää ne osaksi omaa kulttuuriaan.

Leikki voi olla lähtökohta ohjelmoinnin aktiviteeteille tai aktiviteeteista voi itsessään tehdä leikin⁴.

Leikkiessä ajattelun prosessit ja toiminta yhdistyvät luontevasti: Lapsi ajattelee käsillään ja toimii empaattisesti.

1) Harris (2000) 2) Vuorio (2010), 3) Resnick (2007), 4) Palaiologou (2016).

Tietokoneleikki

Toimitaan piireissä

Alkulämmittely: Lasketaan piirissä (otetaan luku 3) 1 – 2 – 3, jokainen lapsi sanoo vuorollaan yhden numeron. Kierroksen jälkeen sovitaan, että numero 2 ei saa sanoa, se korvataan taputuksella. Kierros jatkuu: 1 – taputus – 3... Seuraavaksi sovitaan, että 3 on hyppy. Kierros jatkuu 1 – taputus – hyppy. Sovitaan vielä ykköselle korvaava ele (pyörähdys/kyykistyminen). Kokeillaan vielä mennä kierros ympäri ilman puhetta.

Koodaus on kieli samoin kuin viittomakieli tai puhutut kielet. Olemme tietokoneita, jotka eivät osaa puhua (havainnollista puhumalla ”tietokoneelle” esim. Mitä kuuluu? Odottele hetki vastausta, jota ei kuulu)

- **Tietokoneiden aamutervehdys:** Leikitään, että olemme tietokoneita, ja keksitään meille oma kieli. Mitä voisi tarkoittaa taputus? Minulle kuuluu hyvää. Tarkoittaako 1 taputus samaa kuin 2 taputusta? Minulle kuuluu hyvää – Minulle kuuluu tosihyvää. Miten muuten robotit voivat ”jutella”.
 - Anna ohje eli koodi roboteille, jotka pyrkivät toimimaan sovitun koodin mukaan (huom. Aloita kahdella sovitulla merkillä, lisää vähitellen. N. 5 merkkiä on maksimi)
- **Symbolinen kieli:** Eleitä ja liikkeitä on vaikea muistaa. Olisiko helpompaa muistaa symboleja (kuvakortteja tai piktoja)? Koodatkaa lasten kanssa symbolijonoja kuvaamaan tietokoneiden kieltä.

Tavoitteet: Ohjelman muistiin painaminen, toiminnan jakaminen, kielellä leikittely, ajattelun havainnollistaminen liikkeellä ja kuvallisesti

Robottileikki

Toimitaan pareittain

- **Robotin käynnistys:** Toinen lapsista on robotti, toinen asettuu robotin taakse ja näyttää sormillaan ”antenneja”, joiden lukumäärän robotti yrittää arvata. Jos robotti arvaa väärin, toiset antavat vinkin, onko oikea lukumäärä enemmän vai vähemmän. Robotille annetaan niin monta vinkkiä, että lopulta hän arvaa oikean lukumäärän. (onhan lukumäärän käsite hallussa!)
- Toistetaan niin, että molemmat parista saavat olla lukumäärän näyttäjänä ja arvaajana
- **Robotin koodaus:** Aikuinen antaa roboteille ohjeita.
 - Aloitetaan helpoista: Ota kolme askelta eteenpäin ja hyppää, Käänny puoli kierrosta ympäri, nosta kädet ylös, mene kyykkyyyn
 - Kun lapset ovat saaneet ”kiinni” ohjeista, päästään koodaamaan kaveria:
 - Pari antaa ohjeen ja ”robotti” noudattaa.
 - Esim. Kävele kolme askelta eteenpäin. Käänny vasemmalle. Kävele kaksi askelta ja ota esine pöydältä.
- **Tehtävä robotille:**
 - Vie roska roskikseen (ota huomioon askelten määrä, suunta, käden ojennus ja roskan pudotus)
 - Keksikää ja ”koodatkaa” lisää tehtäviä

Tavoitteet: Jaettuun toimintaan sitoutuminen, yhteinen ongelmanratkaisu, toisen asemaan asettuminen, empaattinen ajattelu, selkeä kielellinen ilmaisu, ohjeiden kuunteleminen

Ohjelmoinnillisia välipaloja

Odottelua eteisessä

Välineet: Korillinen multilinkkejä ja lasten kanssa tehdyt kortit multilink-torneista (jossa jokainen neliö on väritetty multilink-kuutioiden väreillä)

Ulosmenovuoroa odottelevat lapset vetävät yhden kortin ja jokainen kokoaa multilinkeistä kuvaa vastaavan tornin. Autetaan kaveria, jotta jokainen torni valmistuu, ennen kuin kortin saa vaihtaa.

Tavoitteet: Algoritmisen ajattelun vahvistaminen, vertailutaidot, auttamistaidot, 2- ja 3-ulotteisen rakennelman hahmottaminen, yhteistyö

Binäärikoodikoru

ASCII Binary on eräs ohjelmointikieli, jossa kaikki ilmaistaan numeroilla 0 ja 1

Välineet: koruhelmiä (esim. isot ja pienet hamahelmet sekä nyöriä ja binääriaakkoset (<https://www.convertbinary.com/alphabet/>))

Luokaa lasten kanssa oma nimikoru tai koru äitienpäivälahjaksi. Iso helmi tarkoittaa 1 ja pieni 0.

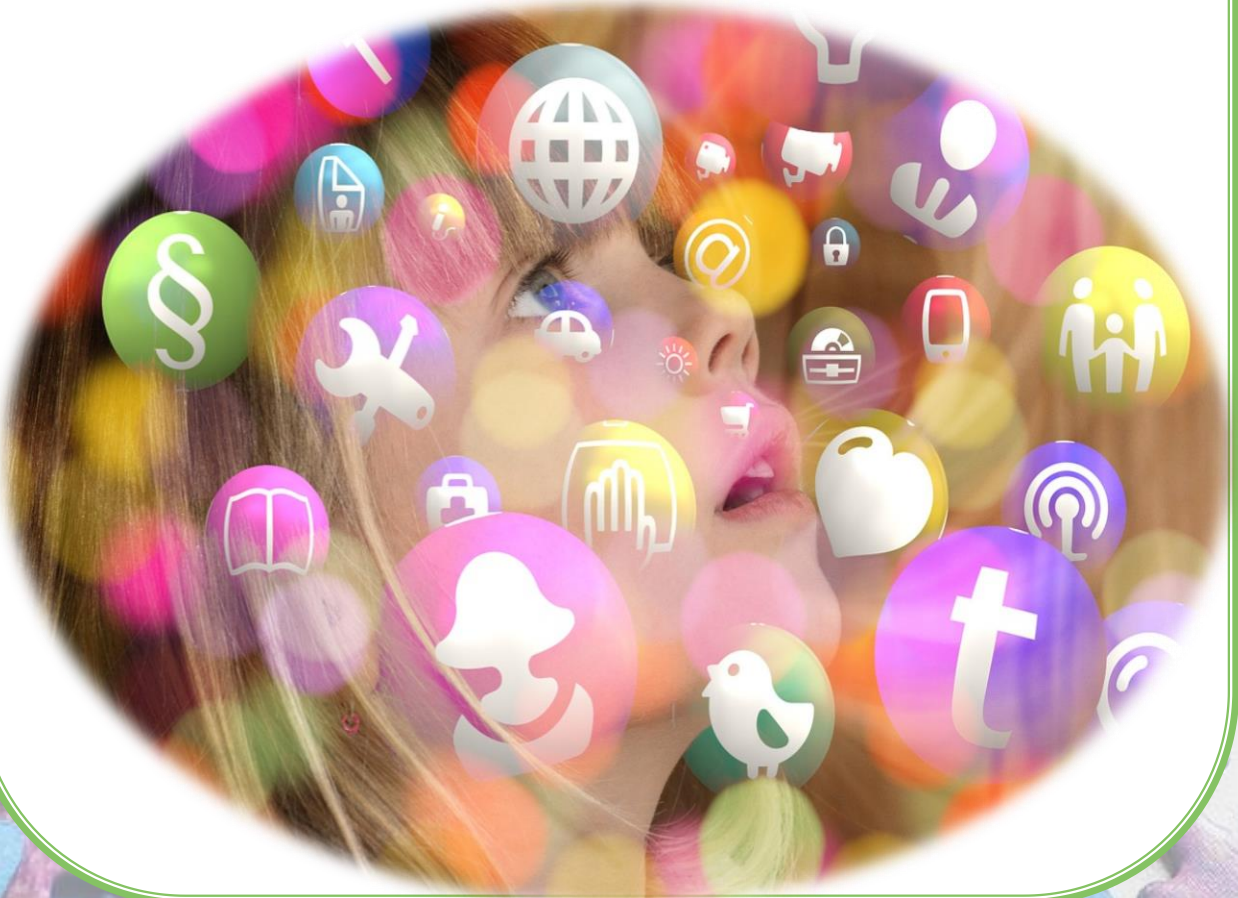
Jos binäärikoodi on lapsille haastavaa seurata ja mallintaa koruun, voitte tarvittaessa lyhentää koodit neljän merkin pituisiksi.

Muffinssien tekeminen

Mikä tahansa resepti on ohjelma, jota seuraamalla saamme haluamiamme herkkuja. Seuraavan kerran leipoessa ottakaa lapset mukaan taikinan valmistamiseen ja pohtikaa muffinssiohjetta ohjelmoinnin näkökulmasta

Varhaiskasvatuksen ohjelmoinnissa on tärkeää mennä ajattelu edellä!

- Varhaiskasvatuksessa ohjelmoinnissa korostuu ohjelmoinnillisen ajattelun ja ongelmanratkaisutaitojen oppiminen
- Laitteilla tapahtuva ohjelmointi voidaan ottaa mukaan, kun lapset ovat valmiita siihen ja laitteiden käytölle syntyy pedagoginen tarve.
- Leikkiä ja leikkilisiä toteutustapoja hyödyntäen päästään parhaiten tukemaan lasten ajattelun kehittymistä.
- Lapsen osallisuuden vaaliminen tukee lapsen minä-pystyvyyden tunteen kehittymistä. Jokaiselle lapselle tulisi jäädä ohjelmoinnista tunne osaamisesta ja pystyvyydestä.



Reflektiotehtävä

- Pedagogiikkaa ohjelmointiin

Pohtikaa “polkua” matkana ohjelmointiin

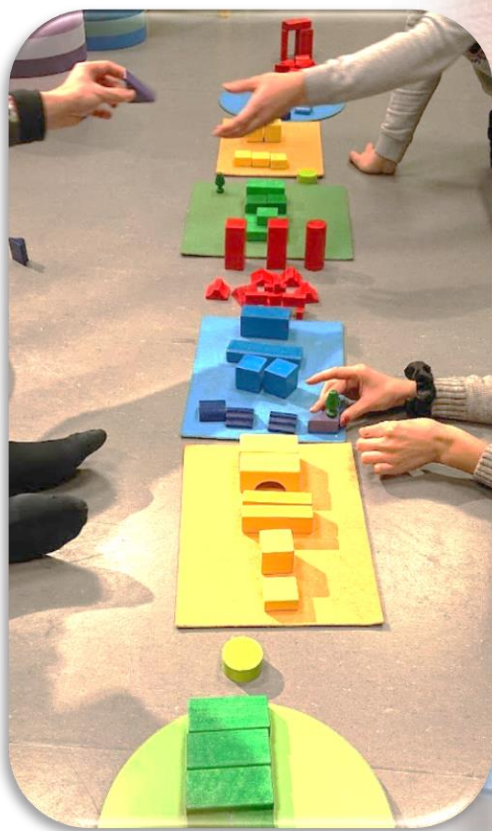
- Mitä on tärkeää harjoitella ensin (lasten taidot)?
- Millaisia ajattelun taitoja ohjelmointi vaatii lapsilta jokaisessa vaiheessa?
- Mihin on hyvä pysähtyä pidemmäksi aikaa?
- Mikä vaatii jo pidemmälle vietyjä taitoja?

Millainen on teidän ryhmänne ohjelmoinnin polku

- Millaisia aktiviteetteja siinä on?
- Millaisia tavoitteita asetatte algoritmiselle ajattelulle?
- Millaisia matemaattis-loogisen ajattelun taitoja harjoittelette lasten kanssa?
- Mitä muita taitoja polulla tarvitaan (motoriikka, tiedot, sosiaaliset taidot)?

Piirtäkää tiimillenne pedagoginen polku ohjelmointiin liittyvään toimintaan:

- Mistä aloitatte, millaisia osa-alueita esittelette?
- Mitä tutkutte yhdessä lasten kanssa? Miten tuette lapsia ohjelmoinnin monilukutaitoon?
- Millaisia välineitä ja materiaaleja on tarjolla omaehtoiseen leikkiin?
- Millaiset ohjelmoinnin osa-alueet jäävät pysyvästi osaksi toimintakulttuuriaanne?



Lähteet

- Bebbington, S. (2014). What is programming <https://yearofcodes.tumblr.com/what-is-programming>
- Duncan, C., Bell, T., & Tanimoto, S. (2014). Should your 8-year-old learn coding?. 9th *Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 60-69). ACM.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. & Sullivan, A. 2014. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education* 72, 145–157.
- Fessakis, G., Gouli, E. & Mavroudi, E. (2012). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education* 63, 87–97.
- Harold, <http://csunplugged.org/activities/>
- Harris, P. L. (2000). *The work of the imagination*. Oxford: Blackwell.
- Kurkinen, H. (2018). ”Koodaaminen ei oo sitä tietokonenippiä pelkästään”: luokanopettajien käsityksiä ja kokemuksia ohjelmoinnin opettamisesta. Jyväskylän yliopisto
- Liukas, L. (2015). *Hello Ruby – Maailman paras koodisatukirja*. Helsinki: Otava
- Manches, A., & Plowman, L. (2017). Computing education in children's early years: A call for debate. *British Journal of Educational Technology*, 48(1), 191-201.
- McDonald, S. D. (2017). Enhanced Critical Thinking Skills through Problem-Solving Games in Secondary Schools. *Interdisciplinary Journal of E-Learning & Learning Objects*, 13.
- Owston, R., Wideman, H., Ronda, N. S. & Brown, C. (2009). Computer game development as a literacy activity. *Computers & Education* 53(3), 977–989.
- Palaiologou, I. (2016). Teachers’ dispositions towards the role of digital devices in play-based pedagogy in early childhood education. *Early Years*, 36(3), 305-321.
- Resnick, M. (2007). All I really need to know (about creative thinking) I learned (by studying how children learn) in kindergarten. 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition 2007.
- Sola, H. (2002) Ohjelmointia ilman koodausta. Teoksessa P. Hietala & S. Ovaska (toim.) *Lasten käyttöliittymät*. Julkaisusarja B. Tampereen yliopisto. Tietojenkäsittelytieteiden laitos. Tampere: Tampereen yliopisto, 184–194.
- Vee, A. (2013). Understanding computer programming as a literacy. *LiCS Literacy in Composition Studies*, 1 (2), 42–64
- Vuorio, J-M. (2010). Matematiikka varhaiskasvatuksessa. Teoksessa R. Korhonen, M-L. Rönkkö, & J-A. Aerila. (toim.), *Pienet oppimassa – Kasvatuksellisia näkökulmia varhaiskasvatukseen ja esiopetukseen* (s. 135–153). Turku: Turun yliopiston opettajankoulutuslaitos, Rauman yksikkö.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717-3725.