



Koululaisten tietotekniikkakilpailut Suomessa

Heikki Hyyrö, Erkki Mäkinen & Timo Poranen

Tampereen yliopisto

Informaatiotieteiden yksikkö

{heikki.hyyro, erkki.makinen, timo.t.poranen}@uta.fi

&

Antti Laaksonen

Helsingin yliopisto

Tietojenkäsittelytieteen laitos

ahslaaks@cs.helsinki.fi

Tiivistelmä

Suomessa järjestetään vuosittain kaksi valtakunnallista koululaisille suunnattua tietotekniikkakilpailua: Datatähti- ja Majava-kilpailut. 1980-luvulla perustettu Datatähti-kilpailu on ohjelmointipainotteinen, ja siinä hyvin menestyneet nuoret voivat esimerkiksi saada suoraan opiskelupaikan yliopistosta tai päästä edustamaan Suomea kansainvälisissä tietotekniikan olympialaisissa. Vuonna 2010 Suomessa alettiin järjestää Tietotekniikan Majava-kilpailua, jossa vastataan tietotekniikkaan liittyviin monivalintakysymyksiin. Esittelemme tässä artikkelissa näiden kilpailujen historiaa ja toteutusta Suomessa. Lisäksi esittelemme kansainvälisiä IOI- ja BOI-kilpailuja.

1 Johdanto

Erilaiset kilpailut ovat kautta aikojen olleet osa kouluopetusta. Kilpailut voivat tehdä opetettavista asioista kiinnostavampia, ja ne antavat mahdollisuuden omien taitojen mittaamiseen ja vertailuun muiden osallistujien kesken [4, 6, 7, 36]. Riippuen kilpailujen järjestelyistä ne mahdollistavat aihepiiristä kiinnostuneiden koululaisten vertaistapaamiset. Kilpailuja voidaan käyttää myös lahjakkaiden koululaisten tunnistamiseen ja heistä huolehtimiseen [48]. Kansainväliset koululaiskilpailut mahdollistavat eri maiden oppilaiden osaamisen vertailun. Kilpailut tukevat myös kansallisten opetussuunni-

telmien kehittämistä.

Koululaisille järjestetyistä kilpailuista selvästi merkittävimmissä asemassa ovat YK:n kasvatus-, tiede- ja kulttuurijärjestö UNESCO:n suojeluksessa järjestettävät kansainväliset tiedeolympialaiset. Niistä vanhimmat ovat vuodesta 1959 alkaen järjestetyt matematiikan olympialaiset sekä 1960-luvun lopulla syntyneet fysiikan ja kemian olympialaiset. Ensimmäiset tietotekniikan olympialaiset järjestettiin vuonna 1989. Myöhemmin on perustettu myös mm. biologian, filosofian ja maantieteen olympialaiset. [50]

Tyypillisesti kukin maa valitsee oman edustusjoukkueensa kansainvälisiin kil-

pailuihin oman kansallisen tiedekilpailun perusteella. Suomen tietotekniikan olympialaisten joukkueen valinta perustuu Datatähti-kilpailuun [20]. Kilpailun parhaimmisto kutsutaan valmennukseen, jonka alkuvaiheissa kuusi lupaavinta osallistujaa pääsee edustamaan Suomea Itämeren maiden tietotekniikan olympialaisiin (BOI, Baltic Olympiad in Informatics) [37]. BOI-kilpailun jälkeen valitaan nelihenkinen joukkue edustamaan Suomea kansainvälisissä tietotekniikan olympialaisissa (IOI, International Olympiad in Informatics) [29]. Datatähti-, IOI- ja BOI-kilpailujen pääpaino on ongelmanratkaisussa ja ohjelmoinnissa.

Tietotekniikan Majava-kilpailu on uusi tulokas Suomessa järjestettävien kilpailujen joukkoon [38]. Kilpailun tarkoituksena on tutustuttaa koululaisia tietotekniikkaan hausalla ja opettavaisella tavalla. Majava-kilpailussa kysymykset painottuvat yleistietoon tietotekniikasta ja ongelmanratkaisutaitoihin, ohjelmointiosaamista ei vaadita.

Koululaisille järjestettävien kilpailujen lisäksi on olemassa myös muita kansainvälisiä ohjelmointikilpailuja (kts. esim. [12, 13]). Näistä tunnetuin (ja vanhin) lienee 1970-luvulla perustettu ja vuodesta 1989 alkaen kansainvälisesti järjestetty ACM International Collegiate Programming Contest [1], joka on korkeakouluopiskelijoille suunnattu joukkuekilpailu. Suomesta tähän kilpailuun on viime vuosina osallistunut joukkueita Helsingin yliopistosta ja Aalto-yliopistosta (ent. Teknillinen korkeakoulu).

Tämä artikkeli jakautuu seuraaviin luvuihin. Aluksi esittelemme luvussa 2 tietotekniikan kouluopetusta Suomessa. Tämän jälkeen luvuissa 3-5 esittelemme Datatähti-, IOI- ja BOI-kilpailut, niiden historiaa ja suomalaisten menestystä. Kuudennessa luvussa tutustutaan Majava-

kilpailuun. Lopuksi pohdimme tietotekniikan opetuksen ja koululaiskilpailujen tulevaisuutta.

2 Tietotekniikan opetus peruskoulussa ja lukiossa

Tietotekniikan opetuksen määrä ja laatu vaihtelee eri maissa. Esimerkiksi Liettuassa tietotekniikkaa opiskellaan pakollisena aineena viidennestä luokasta alkaen ja Puolassa jo neljänneltä luokalta [37].

Suomessa tietotekniikan kouluopetuksen tilanne on heikko. Tällä hetkellä käytössä olevaan perusopetuksen valtakunnalliseen tuntijakoon ei kuulu kaikille yhteisiä ja pakollisia tietotekniikan opintoja. Osassa Suomen kouluista on kuitenkin mahdollista valita tietotekniikka valinnaisaineeksi luokille 8-9. Kurssien keskeisenä sisältönä on yleensä tutustuminen tietotekniikan perusteisiin, käyttöjärjestelmiin, tekstinkäsittelyyn, taulukkolaskentaan, kuvan, videon ja äänen käsittelyyn, Internetiin sekä ohjelmointiin.

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa [35] on yhtenä aihekokonaisuutena Ihminen ja teknologia. Tämän aihekokonaisuuden päämääränä on mm. auttaa oppilasta ymmärtämään ihmisen suhdetta teknologiaan ja näkemään teknologian merkitys arkielämässä. Aihekokonaisuuden tulisi sisältyä koulujen yhteisiin ja valinnaisiin oppiaineisiin, yhteisiin tapahtumiin sekä näkyä koulun toimintakulttuurissa. Lisäksi opetuksessa tulisi kehittää välineiden, laitteiden ja koneiden toimintaperiaatteiden ymmärtämistä ja opettaa niiden käyttöä.

Tietotekniikka ei myöskään ole omana oppiaineena lukioissa. Kuten peruskoulussakin, tietotekniikka näkyy opetussuunnitelman perusteissa lähinnä osana aihekokonaisuutta Teknologia ja yhteiskunta. Aihekokonaisuuden kuvauksessa todetaan, että

Opiskelijaa ohjataan ymmärtämään, käyttämään ja hallitsemaan teknologiaa. Hänen on opittava teknologian kehittämistyöhön kuuluvaa innovatiivisuutta ja ongelmanratkaisutaitoja. [34]

Lukiossa opettajien tulisikin osata sisällyttää tieto- ja viestintäteknii- kkan aineistoa muiden oppiaineiden opetukseen. Osassa Suomen lukioita järjestetään valinnaisia tietotekniikan kursseja. Lapin [21] mukaan vuonna 2008 noin 65% lukioista oli tarjolla tietotekniikan kursseja. Kurssit eivät aina tarjottu vuosittain, eikä niihin löytynyt aina riittävää määrää opiskelijoita. Muutamissa lukioissa oli mahdollista suorittaa kursseja paikallisten yliopistojen kautta. Ohjelmointia opiskeli vuonna 2008 vain noin 2% lukiolaisista, kun luvu- vuonna 1982-1983 osuus oli noin 12%.

3 Datatähti

Valtakunnallinen koululaisten tietotekniikkakilpailutoiminta käynnistyi Suomessa 1980-luvun puolivälissä Osuuspankin sponsoroiman kilpailun muodossa. Kilpailu sai pian nimekseen ”Datatähti”. Kuvassa 1 on MikroBitti-lehdessä julkaistu ilmoitus vuoden 1986 tietotekniikkakilpailusta. Kilpailu koostui aluksi tietotekniikan tuntemusta mittaavista esseetehtävistä sekä melko yksinkertaisista ohjelmointitehtävistä. Ohjelmointitehtävien arvostelussa kiinnitettiin huomiota esimerkiksi käyttöliittymän sekä ohjelmakoodin selkeyteen. Kilpailun päämääränä oli lisätä tietoisuutta tietotekniikan roolista ja merkityksestä nykyaikaisessa yhteiskunnassa. Kilpailu oli siinäkin mielessä ajankohtainen, että Suomessa oli tuolloin pyrkimyksiä saada sisällytettyä tietotekniikan opetusta peruskoulun ja lukion opetussuunnitelmiin, ja tätä ennakoiden esimerkiksi Helsingin yliopistossa oli alettu kouluttaa tietotekniikan opettajia. Tämä

päämäärä jäi kuitenkin toteutumatta vuoden 1993 opetussuunnitelman uudistuksen yhteydessä.

Datatähti-kilpailu oli 1990-luvun puoliväliin asti kolmivaiheinen koostuen alkukilpailusta, välieristä ja loppukilpailusta. Alkukilpailut järjestettiin laajalla rintamalla Suomen peruskouluissa ja lukioissa (kummallakin oma erillinen kilpailu) paikallisten opettajien huolehtiessa käytännön järjestelyistä (mukaanlukien vastausten pisteytys). Alkukilpailuun osallistui vuosittain jopa 4000 oppilasta. Näistä kunkin koulun paras, yhteensä noin 200 osallistujaa, sai osallistua välieriin. Myös välierät järjestettiin paikallisesti, mutta pisteytys tapahtui keskitetysti. Välierien kymmenen parasta peruskoululaista sekä kymmenen parasta lukiolaista kutsuttiin keskitetysti Helsingissä järjestettyihin loppukilpailuihin.

Datatähti-kilpailu koki 1990-luvulla kaksi merkittävää muutosta. Ensimmäinen muutos koski lukiolaisten kansainvälisiä tietotekniikan olympialaisia (IOI): Suomi aloitti IOI-kilpailuihin osallistumisen vuonna 1992. Vaikka Datatähti oli alunperin luonteeltaan hyvin erilainen kuin IOI, tehtiin Datatähti-järjestäjien kanssa sopimus, että Datatähti toimii samalla myös Suomen IOI-joukkueen karsintakilpailuna. Tämän roolin myötä Datatähti-kilpailuun alettiin sisällyttää aiempaa selvästi hankalampia, IOI-tehtävien tyyppisiä ongelmanratkaisutehtäviä. Lisäksi kilpailun esseetehtävien painoarvoa lopputulosten määrittämisessä vähennettiin. Kun Datatähti-kilpailu nousi IOI-kytköksen myötä muiden ns. ”virallisten” kansallisten tiedekilpailujen, kuten matematiikka- ja fysiikkakilpailujen, rinnalle, alettiin samalla myös Datatähti-kilpailun kymmenelle parhaalle kilpailijalle myöntää opinto-oikeuksia yliopistoihin ilman pääsykoetta.



Kuva 1: Ilmoitus Tietotekniikkakilpailusta MikroBitti-lehdestä vuodelta 1985.

Toinen muutos oli kilpailujärjestelyiden merkittävä supistuminen: Osuuspankki lopetti Datatähti-kilpailun sponsoroinnin, minkä seurauksena Datatähti-kilpailu supistui vuodesta 1997 alkaen nykymuotoiseksi kaksivaiheiseksi kilpailuksi ilman laajamittaista koulujen osallistumista järjestelyihin. Alkukilpailu alettiin järjestää Internetin avulla siten, että tehtävät julistetaan Datatähti-kilpailun verkkosivulla ja osallistujilla on kaksi viikkoa aikaa laatia ratkaisunsa ja lähettää ne järjestäjille sähköpostitse (aiemmin vastauksia otettiin vastaan myös kirjepostina).

Muutoksen myötä osallistujien määrä pieneni heti selvästi, jääden tyypillisesti alle sataan. Loppukilpailu kuitenkin säilyi jokseenkin ennallaan eli keskitetysti järjestettävänä kilpailuna, johon kutsutaan kulloinkin sopivaksi katsottu määrä alkukilpailussa parhaiten menestyneistä osallistujista.

Vuosina 2002-2010 alkukilpailun osanottajamäärä on vaihdellut viidestätoista 43:een keskiarvon ollessa 29 kilpailijaa. Mahdollinen syy osanottajamäärien hei-

lahteluun on ollut tehtävien vaikeustason vaihtelu. Nykyinen osanottajamäärä on joka tapauksessa huolestuttavan matala.

3.1 IOI-tyyppiset ohjelmointitehtävät

Siitä lähtien, kun Datatähti-kilpailu on toiminut pohjana IOI-joukkueen valinnalle, ovat Datatähti-kilpailujen ohjelmointitehtävät vastanneet luonteeltaan kansainvälisten tietotekniikkaolympialaisten tehtäviä. Tehtäviä voisi luonnehtia algoritmiksi ongelmanratkaisutehtäviksi. Kilpailijoiden oletetaan hallitsevan algoritmien ja tietorakenteiden perusteet jokseenkin samassa laajuudessa kuin aihepiiriä opetetaan yliopistolla tyypillisellä tietorakenteiden peruskurssilla. Tehtävien malliratkaisut voivat pohjautua esimerkiksi dynaamisen ohjelmoinnin, keon, hakupuurakenteiden tai yksinkertaisten graafialgoritmien käyttöön.

Selvästi yleisin tehtävätyyppi on syöte/tuloste-tehtävä, jossa kilpailijan tulee laatia ohjelma, joka lukee tehtävänannossa määrättyä muotoa olevan syöteen, muodostaa sen pohjalta tehtävänan-

non mukaisen vastauksen ja lopuksi tulostaa vastauksen tehtävänannossa kuvatussa muodossa. Ratkaisuohjelman pitää lisäksi olla riittävän tehokas eli kyetä tuottamaan vastaus tehtäväkohtaisesti määritellyn aika- ja muistirajan puitteissa.

IOI-kilpailujen perinteiden mukaisesti kilpailijat voivat laatia ratkaisunsa joko C-, C++ - tai Pascal-ohjelmointikielellä. Datatähti-loppukilpailussa on viime vuosina ollut kaksi ohjelmointitehtävää, joiden ratkaisuun on ollut 3 tuntia aikaa. Ottaen huomioon, että jo pelkästään tehtävään sopivan ratkaisuperiaatteen löytäminen voi viedä runsaasti aikaa, voi yhtä tehtävää kohti varattua aikaa luonnehtia melko lyhyeksi. Kilpailuissa menestyminen vaatiikin nopean ongelmanratkaisukyvyyn lisäksi kohtalaisen hyvän ohjelmointitaidon, koska muuten virheittä toimivan ratkaisuohjelman tuottaminen ei onnistu kilpailuajan puitteissa.

Syöte/tuloste-tyyppiset tehtävät pisteytetään käyttäen useaa, asteittain vaikeutuvaa syötettä. Kunkin kilpailijan ratkaisuohjelman ajetaan läpi jokaisella testisyötteellä ja kunkin kohdalla ratkaisuohjelman tuottamaa tulostetta verrataan kyseistä syötettä vastaavaan ennalta laadittuun mallitulosteeseen. Jos kilpailijan ohjelman tuloste eroaa mallitulosteesta (tai ohjelma ylitti joko aika- tai muistirajan), ei ohjelma saa kyseisestä syötteestä pisteitä. Asteittain vaikeutuvien testisyötteiden käytöllä pyritään siihen, että eri ratkaisuohjelmien saamat pistemäärät kasvavat asteittain niiden ”hyvyyksien” mukaan. Vaikeimmat testisyötteet on tyypillisesti suunniteltu sellaisiksi, että ainoastaan jokseenkin optimaalinen ratkaisu saa niistä pisteitä.

Alla on tiivistetyssä muodossa esitetyt esimerkit sekä Datatähti- [9], BOI- [3] että IOI-kilpailuiden [16] ohjelmointitehtäviä.

Numerot (Datatähti 2007 -loppukilpailu)

Syöte: n kokonaislukua i_1, \dots, i_n sekä rajat p ja q . Syötteelle pätee ehdot $3 \leq n \leq 9$, $0 \leq i_k \leq 2^{31}$, $0 \leq p \leq q < 2^{31}$ ja $q - p < 10^6$.

Tehtävä: Tutki, mitkä intervalliin $[p, q]$ sisältyvät kokonaisluvut on mahdollista generoida muotoa $i_1 \circ i_2 \circ \dots \circ i_n$ olevalla aritmeettisella lausekkeella, missä kukin operaatio \circ voi olla $-$, $+$ tai $*$ eli vähennys-, yhteen- tai kertolasku, ja lausekkeen saa lisäksi suluttaa mielivaltaisesti (mutta kuitenkin oikein).

Tuloste: Kaikki intervallin $[p, q]$ kokonaisluvut, jotka on mahdollista generoida yllä kuvatulla tavalla.

Resurssirajat: Ohjelma saa käyttää 1 sekunnin aikaa ja 16 megatavua muistia.

Monument (BOI 2009)

Syöte: $p \times q \times r$ -kokoinen 3-ulotteinen ruudukko (taulukko), jonka kukin alkio on valkoinen tai musta. Syötteelle pätee $0 < p, q, r \leq 150$.

Tehtävä: Tarkastellaan annetun 3-ulotteisen ruudukon sellaisia 3-ulotteisia neliöpohjaisia aliruudukoita, joiden ulottuvuudet ovat joko muotoa $a \times a \times b$, $a \times b \times a$ tai $b \times a \times a$, joillain arvoilla a ja b . Eli tehtävässä aliruudukon pohjaksi voidaan laskea sen mikä tahansa tahko. Tehtävässä tulee etsiä sellainen edellä mainitulla tavalla joidenkin arvojen a ja b määrittämä neliöpohjainen aliruudukko, joka koostuu pelkästään valkoisista alkioista ja jonka neljän sivutahkon pinta-ala (eli arvo $4ab$) on mahdollisimman suuri.

Tuloste: Suurin mahdollinen tehtävän ehdot täyttävän aliruudukon sivutahkojen pinta-ala.

Resurssirajat: Ohjelma saa käyttää 6 sekuntia aikaa ja 64 megatavua muistia.

Training (IOI 2007)

Syöte: Kaupunkeja ja teitä kuvaava suunnatun graafi, jossa on N kaupunkia

(solmua) ja M tietä (kaarta) sekä pätee ehdot $2 \leq N \leq 2000$ ja $N - 1 \leq M \leq 5000$. Teistä $N - 1$ ovat pääteitä, jotka yhdistävät kaikki kaupungit toisiinsa (muodostaen puurakenteen). Loput tiet ovat sivuteitä. Kullekin sivutielle on lisäksi annettu katkaisukustannus (kokonaisluku väliltä $1 \dots 10000$). Mihinkään kaupunkiin ei kulje enempää kuin 10 tietä.

Tehtävä: Tutki, mikä on pienin sellaisen sivutiejoukon katkaisukustannusten summa, että kyseisten sivuteiden katkaisun jälkeen graafissa ei ole olemassa yhtään sellaista pituudeltaan parillista polkua, joka alkaa ja lähtee samasta kaupungista (eli on sykli) eikä kulje minkään tien tai toisen kaupungin kautta enempää kuin kerran. Tehtävässä polun pituus tarkoittaa sen sisältämien kaarten lukumäärää.

Tuloste: Pienin tehtävänannon mukainen katkaisukustannusten summa.

Resurssirajat: Ohjelma saa käyttää 0,3 sekuntia aikaa ja 64 megatavua muistia.

Kilpailutehtäviä on esitelty ja analysoitu paljon (katso esimerkiksi [10, 11, 13, 30, 46, 47]).

3.2 Esseetehtävät

Datatähti-kilpailua ei ole toistaiseksi haluttu muuttaa täysin IOI-tyyppiseksi ohjelmointi-ongelmanratkaisukilpailuksi. Tämän vuoksi kilpailussa on ohjelmointitehtävien lisäksi tietotekniikkaa sekä tietoyhteiskuntaa käsitteleviä esseekysymyksiä, jotka ylläpitävät Datatähtikilpailun historiallista roolia laajempana tietotekniikka-aiheisena kilpailuna.

Esseetehtävien kysymykset koskevat tyypillisesti jotain ajankohtaista tietokoneita tai koko tietoyhteiskuntaa sivuvaa aihetta. Kysymykset voivat olla esim. informaatioteknologiaa koskevia ”yleis-tietokysymyksiä” tai laajempia pohdinta-tehtäviä. Varsinkin alkukilpailussa, jossa kilpailijoilla on kaksi viikkoa aikaa

etsiä taustatietoa esimerkiksi Internetistä, nousevat osallistujien tiedonhakuaitoidot sekä mielenkiinto aihepiiriä kohtaan vahvasti esiin.

Alla on esimerkkinä kaksi esseekysymystä, jotka on poimittu vuosina 2007 ja 2010 pidetyistä Datatähti-alkukilpailuista:

2007: Mikä on Mooren laki ja miten kauan sen voidaan arvioida vielä pitävän paikkansa?

2010: Mitkä matkapuhelimen ominaisuudet näyttävät tällä hetkellä varmistavan puhelinmallin kaupallisen menestyksen?

4 International Olympiad in Informatics

International Olympiad in Informatics (IOI) [29] on kansainvälinen koululaisten ohjelmointikilpailu, jonka tehtävät käsittelevät algoritmien suunnittelua ja toteutusta.

Ajatus tietotekniikan olympialaisten järjestämisestä esitettiin UNESCO:n 24. yleiskokouksessa 1987. Ensimmäiset tietotekniikan olympialaiset järjestettiin Bulgarian Pravetzissa toukokuussa 1989. Mukana oli 13 maata: Bulgaria, Kiina, Kuuba, Tshekkoslovakia, Saksan liittotasavalta, DDR, Kreikka, Unkari, Puola, Neuvostoliitto, Vietnam, Jugoslavia ja Zimbabwe. Ensimmäisiin tietotekniikkaolympialaisiin joukkueen lähettäneistä valtiosta on siis yli 30 prosenttia lakannut sittemmin olemassa olemasta!

Suomi osallistui IOI:hin ensimmäisen kerran vuonna 1992 ja on osallistunut siitä lähtien joka vuosi kilpailuun. Aloitteen kilpailuun osallistumisesta teki Helsingin yliopiston tietojenkäsittelytieteen laitoksen silloinen johtaja Martti Tienari [27]. Suomen ensimmäisen IOI-joukkueen johtajana toimi Otto Nurmi Helsingin yli-

Taulukko 1: Suomen saamat mitalit IOI-kilpailussa [32].

vuosi	paikka	kulta	hopea	pronssi
2011	Thaimaa	-	-	2
2010	Kanada	-	1	1
2009	Bulgaria	-	-	1
2008	Egypti	-	-	2
2007	Kroatia	-	-	2
2006	Meksiko	-	1	3
2005	Puola	-	1	-
2004	Kreikka	-	-	1
2003	Yhdysvallat	1	2	1
2002	Etelä-Korea	-	1	3
2001	Suomi	1	3	-
2000	Kiina	1	-	1
1999	Turkki	-	2	1
1998	Portugali	-	2	2
1997	Etelä-Afrikka	1	1	-
1996	Unkari	1	-	1
1995	Alankomaat	-	2	2
1994	Ruotsi	-	1	1
1993	Argentiina	-	-	-
1992	Saksa	-	1	1

opistosta [26], joka oli ollut sitä ennen tarkkailijana vuoden 1991 kilpailussa Kreikassa [25].

Kun Suomen joukkue osallistui ensimmäistä kertaa tietotekniikan olympialaisiin Bonnissa vuonna 1992, oli osanottajamaiden lukumäärää kasvanut jo 51:een. Ruotsi ja Norja olivat osallistuneet jo toisiin, Valko-Venäjällä vuonna 1990 järjestettyihin, kisoihin. Vuoden 1992 kisoissa Suomen joukkueen tuloksena oli heti yksi hopea- ja yksi pronssimitali. Joukkueen johtaja kritisoi kilpailujen järjestelyjä matkakertomuksessaan [26] seuraavasti: "Kilpailuista ei ole kattavia sääntöjä ja toimintatapaohjeita. Niinpä ne ilmeisesti muotoutuvat kunakin vuonna osittain järjestäjien mielen ja edellisissä kilpailuissa noudatetun käytännön mukaan. Ensikertalaisen on vaikeaa päästä nopeasti selville kaikista kilpailujen kummallisuuksista, toiskertalaisenkin, jos olettaa toimin-

tatapojen toistuvan täsmälleen samoina." Vuosien saatossa kilpailun järjestelyt ja hallinto ovat kuitenkin vakiintuneet ja kilpailujen tehtävien sisältöä pyritään aktiivisesti kehittämään [33, 45, 49]. Mukaan ohjelmaan on tullut myös pienimuotoinen tietotekniikkakilpailuihin liittyvä konferenssi.

IOI on noin viikon pituinen tapahtuma, jossa on ohjelmoinnin lisäksi aikaa tutustua kilpailupaikkaan ja muihin osallistujiin. Varsinainen kilpailu koostuu kahdesta erillisinä päivinä pidettävästä 5 tunnin pituisesta kilpailuosuudesta. Tyypillisesti kumpaankin kilpailuosuuteen sisältyy 3 ohjelmointitehtävää. IOI-kilpailuja on järjestetty eri puolilla maailmaa: 14 kertaa Euroopassa (joista vuonna 2001 Suomessa [24]), kerran Etelä-Amerikassa, 2 kertaa Afrikassa, 3 kertaa Aasiassa ja 3 kertaa Pohjois-Amerikassa. IOI 2011 järjestettiin Thaimaassa, ja vuosien 2012-

Taulukko 2: Suomalaiset IOI-osallistujat [32]. Taulukossa on käytetty merkintöjä: * - osallistui, P - pronssimitalisti, H - hopeamitalisti ja K - kultamitalisti.

nimi	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Juha Arpiainen												H								
Hennariikka Autio				*																
Andrei Cramariuc																				P
Otto Ebeling																P	*			
Thomas Eckerman									H											
Mikko Ervasti														*						
Joonas Haapala																			*	
Aleksi Hartikainen																	P			
Tuukka Hastrup									*											
Petri Hintukainen		*																		
Nuutti Hölttä																		*		P
Fredrik Jansson										H										
Olli-Pekka Kahilakoski											P									
Jari Karppanen						*														
Tero Karras						H	H	H	K											
Lauri Kenttä															P	P				
Santtu Keskinen																		*	*	
Niko Kiirala													*							
Sami Kivistö													*							
Juha Kojvisto	*																			
Janne Kokkala															H					
Jussi Kokkala																		P		
Janne Kujala		*			K															
Antti Laaksonen														*	P					
Jasse Lahdenperä																				*
Mikko Lahdensivu			*																	
Samuli Laine				P	*	K	H													
Johannes Laire																			H	P
Mika Laitinen																	*			
Johannes Lehtinen				P																
Petri Leppäniemi		*																		
Jan Lönnberg						*	P													
Ilkka Mattila														*						
Teemu Murtola								P	P	K										
Topi Musto														*						
Ville Mäkynen												H	P							
Jyrki Niemi	*																			
Hannu Niemistö					*															
Seppo Nyrkkö		*	H																	
Markus Ojala										H	P									
Elina Parviainen		*																		
Veli Peltola										P	K									
Ville Pettersson														H	P					
Jussi Pitkänen																	*			
Mika Pruikkonen										H										
Esa Pulkkinen	P																			
Arttu Rajantie	H																			
Vesa Rantanen				H	P															
Olli-Pentti Saira										H	P									
Lari Sinisalo																			*	
Asko Soukka									*											
Mikko Sysikaski																*	P			
Timo Teräs							P	*												
Kari Visala				H																
Juho Yli-Krekola			P																	

2015 kilpailupaikat tulevat olemaan Italia, Australia, Taiwan ja Kazakhstan.

Jokainen IOI:hin osallistuva maa voi

lähettää kilpailuun joukkueen, johon kuuluu neljä kilpailijaa, johtaja ja varajohtaja. IOI:n tehtävät ovat algoritmisia on-

Taulukko 3: Suomen joukkueenjohtajat BOI- ja IOI-kilpailuissa.

vuosi	BOI		IOI	
2011	Mikko Sysikaski	-	Timo Knuutila	Antti Laaksonen
2010	Timo Poranen	Antti Laaksonen	Heikki Hyyrö	Antti Laaksonen
2009	Timo Poranen	Antti Laaksonen	Heikki Hyyrö	Antti Laaksonen
2008	Heikki Hyyrö	Antti Laaksonen	Heikki Hyyrö	Timo Poranen
2007	Heikki Hyyrö	Timo Poranen	Heikki Hyyrö	Timo Poranen
2006	Markus Ojala	Niko Kiirala	Samuli Laine	Niko Kiirala
2005	Matti Nykänen	Markus Ojala	Jari Koivisto	Matti Nykänen
2004	Jari Koivisto	Matti Nykänen	Jari Koivisto	Matti Nykänen
2003	Jari Koivisto	Matti Nykänen	Tiina Aalto	Matti Nykänen
2002	Tiina Aalto	Ville Leppänen	Tiina Aalto	Ville Leppänen
2001	Timo Knuutila	Samuli Laine	Ville Leppänen	Timo Knuutila
2000	Tiina Aalto	Ville Leppänen	Tiina Aalto	Ville Leppänen
1999	Tiina Aalto	Jyrki Kivinen	Tiina Aalto	Jyrki Kivinen
1998	Tiina Aalto	Jyrki Nummenmaa	Jari Koivisto	Jyrki Nummenmaa
1997	-	-	Jari Koivisto	Jyrki Nummenmaa
1996	-	-	Jari Koivisto	Jyrki Nummenmaa
1995	-	-	Jari Koivisto	Jyrki Nummenmaa
1994	-	-	Otto Nurmi	Jari Koivisto
1993	-	-	Timo Raita	Jukka Hirvonen
1992	-	-	Otto Nurmi	Jukka Hirvonen

gelmia, joihin vaaditaan tehokas ratkaisu toimivasti toteutettuna. Tällä hetkellä kilpailussa sallitut ohjelmointikielet ovat C, C++ ja Pascal. Vaikka IOI:hin osallistutaan joukkueena, kyseessä on yksilökilpailu: jokainen kilpailija ratkoo tehtävät yksin ja saa kilpailusta henkilökohtaisen tuloksen. Puolet IOI:n osallistujista saa mitalin: kultamitalin saa 1/12, hopeamitalin 1/6 ja pronssimitalin 1/4 osallistujista.

IOI:n alkuaikoina tehtävien ratkaisut arvosteltiin käsin, jolloin esimerkiksi ohjelmointityyli ja käyttöliittymä saattoivat vaikuttaa pisteisiin. Vuodesta 1994 lähtien ohjelmat on kuitenkin arvosteltu automaattisesti, ja ainoa tulokseen vaikuttava asia on ohjelman toiminta testisyötteillä. Automaattinen arvostelu tapahtuu erittäin nopeasti ja on kaikille tasapuolista, mutta siinä on myös omat ongelmansa. Esimerkiksi jos kilpailija keksii oikean ratkaisu-

idean, mutta ei saa ohjelmaa täysin toimivaksi, tehtävän pisteet voivat jäädä nolulle. Toisaalta hyvin virheellinen ohjelma voi saada suuren määrän pisteitä sopivalla testiaineistolla.

IOI:n tavallisin tehtävätyyppi on syöte/vastaus-tehtävä. 2000-luvun vaihteessa mukaan tuli myös kaksi uutta tehtävätyyppiä: interaktiivinen tehtävä, jossa ohjelma keskustelee kilpailujärjestelmän kanssa (esimerkiksi pelaa peliä toista ohjelmaa vastaan), ja aineistotehtävä, jossa kaikki testiaineisto on saatavilla kilpailun aikana ja kilpailijan täytyy selvittää vain vastaukset syötteisiin (esimerkiksi hitaalla ohjelmalla tai käsin).

Yksi tehtävistä vuoden 2011 IOI-kilpailussa Thaimaassa oli suunnitella menetelmä, jolla kokonaisluvuihin muodostuva viesti voidaan välittää papukaijojen avulla [17]. Jokainen papukaija pysyy muistamaan yhden kokonaisluvun tie-

Taulukko 4: Suomalaiset BOI-mitalistit [32]. Taulukossa on käytetty merkintöjä: * - osallistui, P - pronssimitalisti, H - hopeamitalisti ja K - kultamitalisti.

nimi	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Juha Arpiainen						H								
Juha Backman						P								
Otto Ebeling										P				
Thomas Eckerman		P												
Joonas Haapala													P	
Fredrik Jansson				P										
Aki Jäntti							P							
Olli-Pekka Kahilakoski					P									
Tero Karras			K											
Lauri Kenttä									P					
Santtu Keskinen													H	
Niko Kiirala							H							
Sami Kivistö							P							
Janne Kokkala									P					
Jussi Kokkala												P		
Antti Laaksonen									P					
Samuli Laine		K												
Johannes Laire													P	P
Ilkka Mattila									P					
Teemu Murtola			K	P										
Topi Musto							P							
Ville Mäkyänen						H	P							
Markus Ojala					H	H								
Veli Peltola					P	H								
Ville Pettersson								P	K					
Jussi Pitkänen										P				
Mikko Sysikaski										H	H			

tyltä lukuväliltä, mutta haasteena on, että papukaijat voivat tulla perille missä tahansa järjestyksessä. Tehtävänä oli laatia kaksi ohjelmaa, jotka koodaavat ja purkavat viestin, ja mitä vähemmän papukaijoja viestin välittämiseen vaadittiin, sitä enemmän pisteitä tehtävästä sai.

Suomen menestys IOI-kilpailussa on ollut yleisesti hyvä. Suomelle on kertynyt yhteensä 5 kultamitalia, 18 hopeamitalia ja 25 pronssimitalia. Kultamitalin ovat saavuttaneet Janne Kujala (1996), Samuli Laine (1997), Tero Karras (2000), Teemu Murtola (2001) sekä Veli Peltola (2003). Kokonaisuutena paras tulos on ollut yksi kulta ja kolme hopeaa vuonna 2001, ja Suomi on jäänyt mitaleitta vain kerran, vuonna 1993. Taulukossa 1 ovat Suomen saamat mitalit vuosina 1992–2011 ja taulukossa 2 kaikki suomalaiset IOI-osanottajat.

Vastuu IOI-valmennuksesta on vaihdellut Helsingin, Tampereen ja Turun yliopistojen välillä. Vuodesta 2011 alkaen valmennuksesta vastaa Turun yliopiston professori Timo Knuutila. Taulukossa 3 on lueteltu Suomen BOI- ja IOI-joukkueiden johtajat ja varajohtajat.

Tavallisesti IOI-joukkueelle on järjestetty yksi valmennusleiri keväällä ennen BOI-kilpailua sekä toinen kesällä ennen IOI-kilpailua. Valmennusleirien aikana on tutustuttu aiempien vuosien tehtäviin ja keskeiseen kirjallisuuteen [5, 19, 42], annettu luento-opetusta [28] ja järjestetty leirikilpailu. Tämän lisäksi on voitu antaa etätehtäviä sähköpostitse sekä suositeltu itsenäistä harjoitustehtävien tekemistä Internetissä olevilla tehtäväpalvelimillä [31, 44, 51].

IOI on kovatasoinen kilpailu, ja erityisesti kulta- ja hopeamitalia voi pitää mer-

kittävänä saavutuksena. Tällä hetkellä tietyt Itä-Euroopan maat, Kroatia, Kiina, Venäjä ja Yhdysvallat ovat hallitsevassa asemassa kilpailussa, ja näiden maiden edustajat saavat yleensä useita kultamitaleja. Menestystä selittäviä tekijöitä ovat huomattava panostus IOI-joukkueen valintaan ja valmennukseen ja joissain tapauksissa maiden suuri koko.

5 Baltic Olympiad in Informatics

Vuodesta 1998 lähtien Suomi on osallistunut myös Baltic Olympiad in Informatics (BOI) -kilpailuun [37], joka on Itämeren alueen maiden IOI:hin valmistava harjoituskilpailu. BOI:n vakituksia osallistujia ovat Suomen lisäksi Latvia, Liettua, Puola, Ruotsi, Saksa, Tanska ja Viro.

Ensimmäinen BOI-kilpailu järjestettiin vuonna 1995 Tartossa Virossa, ja alkuvuosina kilpailuun osallistui vain Latvia, Liettua ja Viro. Pikkuhiljaa muita Itämeren alueen maita liittyi mukaan. Toisinaan BOI:hin on osallistunut myös vierailijoita, kuten Yhdysvallat vuonna 1999, Israel vuonna 2005 ja Sveitsi vuonna 2008.

BOI muistuttaa kaikilta osin IOI:tä mutta on selvästi pienimuotoisempi. Tavallisesti tapahtuman kesto on vajaa viikko. IOI:stä poiketen kilpailun tehtävät ovat joukkueenjohtajien tiedossa jo hyvissä ajoin ennen kilpailua. Jokainen maa saa ehdottaa kilpailuun yhtä tai useampaa tehtävää, joista valitaan kilpailuun tulevat tehtävät.

Suomi on saanut BOI:sta yhteensä 4 kultamitalia, 9 hopeamitalia ja 21 pronssimitalia. Kultamitalin ovat saaneet Samuli Laine (1998), Tero Karras (2000), Teemu Murtola (2000) sekä Ville Pettersson (2006). Vuoden 2000 BOI oli Suomelle todellinen menestys, koska Suomi otti silloin kaksoisvoiton Tero Karraksen saadessa lisäksi maksimipisteet. Suomen BOI-

mitalistit on lueteltu taulukossa 4.

6 Tietotekniikan Majava-kilpailu

6.1 Majava-kilpailun taustaa

Majava-kilpailun synty ajoittuu 2000-luvun alkupuolelle, jolloin Euroopassa alkoi herätä huoli tietotekniikan aseman heikkenemisestä kansallisissa opetussuunnitelmissa sekä koululaisten tietoteknisen osaamisen pinnallistumisesta. Professori Valentina Dagiène Vilnan yliopistosta Liettuasta esitti ja ideoi laajalaiseen tietotekniikan osaamiseen liittyvän oppilaskilpailun. Valentina Dagiène ja opetusneuvos Jari Koivisto Suomen opetushallituksesta kehittivät edelleen kilpailua Kuopion yliopistolla v. 2003 pidetyssä kokouksessa. Kilpailun nimeksi päätettiin antaa Majava (liettuaksi Bebras, englanniksi Beaver) erään itäsuomalaisen järven rannalla uurastaneen majavaperheen kunniaksi.

Majava-kilpailun tarkoituksena on tutustuttaa koululaisia tietotekniikkaan hausalla ja opettavaisella tavalla. Tavoitteena on myös saada nuoria kiinnostumaan enemmän tietotekniikkaan liittyvistä asioista, sekä tukea opettajia tietotekniikan opetuksessa.

Ensimmäisen kerran tietotekniikan Majava-kilpailu järjestettiin Liettuassa vuonna 2004. Uusia maita on tullut mukaan, ja vuoden 2010 marraskuun toisella viikolla kilpailu järjestettiin jo 13 maassa (Alankomaat, Italia, Itävalta, Latvia, Liettua, Puola, Saksa, Slovakia, Suomi, Sveitsi, Tsekki, Ukraina ja Viro) [2]. Kilpailun järjestämistä suunnittelee tulevaisuudessa myös Bulgaria, Israel, Japani, Kanada, Kypros, Slovenia ja Venäjä.

Vastaavia koululaiskilpailuja on myös muita, ja tunnetuin niistä on matematiikan Kenguru-kilpailu [18], johon Suomessa osallistui keväällä 2010 yli 15000 koulu-

laista.

Majava-kilpailun kysymyksiä laadi- taan vuosittaisessa työpajassa, johon jo- kaisesta Majava-maasta voi tulla mukaan kaksi osanottajaa. Työpaja tuottaa yleensä runsaasti kysymyksiä, joista osanotta- jamaat voivat valita opetussuunnitelmiin- sa sopivat tehtävät. Työryhmä määrittää myös 1-2 pakollista tehtävää jokaiseen ikäryhmään, jotta eri maiden tuloksia voi- daan edes osittain vertailla keskenään.

Kilpailussa on 45 minuuttia aikaa vastata viiteentoista monivalintakysymyk- seen. Vastausvaihtoehtoja on neljä, joista vain yksi on oikea. Kilpailun kysymykset voidaan jakaa karkeasti kuuteen eri kate- goriaan [8]:

- Tiedon tiivistäminen ja esittäminen (symbolinen, numeerinen ja visuaali- nen), koodaus ja koodauksen purkami- nen.
- Algoritminen ajattelu, ohjelmointi.
- Tietokoneiden käyttö (hakukoneet, sähköposti, taulukkolaskenta jne.) ja oheislaitteet.
- Tietorakenteet, mallit ja järjestäminen (kombinatoriikka, tietorakenteet kuten verkot).
- Loogista päättelyä vaativat pelit ja on- gelmat.
- Tietotekniikka ja yhteiskunta. Tieto- tekniikan käyttöön liittyvät sosiaaliset, eettiset ja kulttuurilliset asiat, lainsää- däntö ja tietotekniikan historia.

Osa tehtävistä voi kuulua yhtä aikaa useampaan tehtäväluokkaan. Sama tehtä- vä voi esiintyä eri ikäluokissa.

Kilpailijat saavat pisteitä oikeiden vas- tausten perusteella. Vääristä vastauksis- ta vähennetään pisteitä. Vastaamatta jättä- minen tai vastaamiseen käytetty aika ei- vät vaikuta pisteisiin. Pisteiden määrään

vaikuttaa lisäksi tehtävän vaikeus (help- po, keskitaso, vaikea). Pisteitä lähdetään laskemaan sellaisesta luvusta, että vas- taamalla väärin kaikkiin kysymyksiin saa nolla pistettä.

6.2 Vuoden 2010 Majava-kilpailu

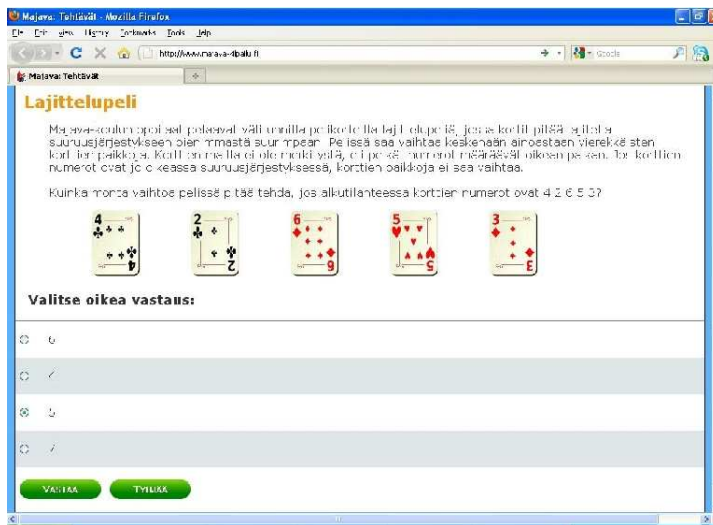
Tampereen yliopiston informaatiotietei- den yksikössä (ent. tietojenkäsittelytietei- den laitos) toteutettiin vuosien 2008-2011 aikana Suomen käyttämä www-selaimella toimiva harjoittelu- ja kilpailujärjestelmä [23, 39, 40]. Kilpailun järjestämisessä ja rahoittamisessa ovat olleet mukana myös MAOL ry., Teknologiateollisuuden 100- vuotissäätiö, Tietotekniikan liitto ry., Ope- tushallitus ja Nokia Oyj.

Tietotekniikan opetuksen tason ja mää- rän vaihtelun takia Majava-maat voivat valita hyvin vapaasti käyttämänsä tehtävät sekä ikäryhmien määrän. Suomessa teh- tävien valinnassa on pyritty painottamaan yleisiä ongelmanratkaisutaitoja.

Vuoden 2010 Majava-kilpailussa käy- tettiin Suomessa kolmea ikäryhmää: luo- kat 5-7, 8-9 ja toisen asteen oppilaitokset.

Syyskuussa 2010 järjestettiin avoin harjoituskilpailu, jonka tarkoituksena oli testata kilpailujärjestelmää sekä antaa opettajille ja oppilaille mahdollisuus tu- tustua Majava-kilpailuun. Harjoituskilpai- luun osallistui 255 koululaista kahdek- sasta eri koulusta. Luokkien 5-7 sarjaan osallistui 96, luokkien 8-10 sarjaan 133 ja toisen asteen oppilaitosten sarjaan 26 oppilasta. Harjoituskilpailussa käytettiin kansainvälisen Majava-kilpailun vuoden 2009 kysymyksiä [22].

Osallistuminen kilpailuun tapahtui opettajan johdolla koulupäivän aikana. Ennen kilpailua opettajat olivat syöttä- neet kilpailujärjestelmään koulunsa tie- dot. Rekisteröitymisen jälkeen opettajat saivat kullekin ikäryhmälle oman kilpai- luavaimen, jonka tarkoituksena oli liittää



Kuva 2: Lajittelupeli, yksi luokille 5-7 tarkoitetuista tehtävistä vuodelta 2010.

oppilaiden tiedot koulun tietoihin.

Aloittaessaan kilpailun oppilaat syöttivät kilpailujärjestelmään kilpailuavaimen, nimensä, sukupuolensa ja luokkasteensa. Kilpailun aikana suorituksista tallennettiin jokaista kysymystä kohden oppilaan vastaus (oikein, väärin vai oliko jätetty vastaamatta). Lisäksi suorituksista tallennettiin käytetty vastausaika.

Kilpailuun osallistui kilpailuviikolla 8.-12.11.2010 yhteensä 1472 koululaista 42 eri koulusta. Luokkien 5-7 sarjaan osallistui 481 oppilasta, joista poikia oli 266 ja tyttöjä 215. Luokkien 8-10 sarjaan osallistui 938 oppilasta, joista poikia oli 666 ja tyttöjä 272. Toisen asteen oppilaitosten sarjaan osallistui viisi tyttöä ja 48 poikaa, yhteensä 53 oppilasta.

Luokkien 5-7 sarjan maksimipistemäärä oli 162 pistettä, paras vastaaja, Jere Kupiainen Mertalan koulusta Savonlinnasta, sai 156 pistettä. Kaikkien vastaajien keskiarvo oli noin 63 pistettä. Vastaamiseen oppilaat käyttivät keskimäärin 21 minuuttia. Luokkien 8-9 sarjan maksimipis-

temäärä oli 172 ja paras vastaaja, Toni Toikka Karkkilan yhteiskoulusta, sai 164 pistettä. Vastaajat saivat keskimäärin noin 83 pistettä ja käyttivät aikaa keskimäärin 19 minuuttia. Toisen asteen oppilaitosten sarjan maksimipistemäärä oli 168 pistettä. Kuusi vastaajaa (Jesper Hjort, Timo Kangasmaa ja Jan Solanti Päivölän kansanopistosta Valkeakoskelta, Miika Kaunisto ja Roope Lehtinen Kupittaaan lukiosta Turusta ja Joonas Nuutinen Helsingin matematiikkalukiosta) saivat täydet pisteet, pisteiden keskiarvon ollessa 119 pistettä. Vastaamiseen käytettiin aikaa keskimäärin 33 minuuttia.

Kilpailun kysymykset olivat vaikeita erityisesti nuorimmille koululaisille [41], minkä johdosta vuoden 2011 kilpailussa tullaan siirtymään neljään ikäryhmään (luokat 4-5, luokat 6-7, luokat 8-9 ja toisen asteen oppilaitosten oppilaat).

Perusteellisia vertailuja eri maiden välillä koululaisten tietotekniikkaosaamisesta ei ole vielä tehty Majava-kilpailun puitteissa. Vertailua vaikeuttaa

mahdollisuus valita kunkin maan omaan koulujärjestelmään sopivat kysymykset, ikäryhmäjakojen erilaisuus ja jopa pienet erot tehtävien käännöksissä eri kielille [43].

Vuoden 2010 pakollisten kysymysten joukossa oli luokkien 5-7 sarjassa tehtävä *Lajittelupeli* (katso kuvaa 2). Tehtävässä piti päätellä, kuinka monta vierekkäisten korttien vaihtoa tarvitaan lajittelemaan viisi pelikorttia suuruusjärjestykseen vaihtelemalla vain vierekkäisten korttien paikkoja. Tehtävään osasi vastata oikein 42% vastaajista, 53% vastasi väärin ja 5% jätti vastaamatta tehtävään [41].

Lajittelupeli on hyvä esimerkki siitä, millaisia kysymyksiä Majava-kilpailussa voi olla. Tehtävä on helppo ymmärtää, sillä se käsittelee koululaisille tuttuja asioita. Lajittelu ja lajittelualgoritmit taas ovat tietojenkäsittelytieteen perusasioita. Vuonna 2010 koululaiset pääsivät tutustumaan myös henkilötietojen kalasteluun, salakirjoitukseen, binäärilukuihin, ohjelmointiin, pinoihin sekä jonoihin, kuvankäsittelyyn, sosiaaliseen mediaan, tilastojen tulkintaan, tiedostomuotoihin, rekursiivisiin algoritmeihin, verkkoihin ja taulukkolaskentaan [14].

7 Lopuksi

Niin kauan kuin tietotekniikkaa ei opeteta kaikille yhteisenä oppiaineena, ovat tietotekniikka-aiheiset kilpailut tärkeässä roolissa opetuksen tukemisessa sekä alan esittelyssä koululaisille. Majava-kilpailun osanottajamäärät ovat lähes kaikissa Majava-maissa kaksinkertaistuneet ensimmäisten vuosien aikana. Mikäli näin tapahtuu myös Suomessa, voisivat vuosittaiset osanottajamäärät nousta useisiin tuhansiin. Alkuinnostus ohjelmointiin voisi herätä Majava-kilpailun tehtävien myötä, ja tämä edesauttaisi Datatähti-kilpailuun osallistuvien koululaisten määrän kasvua.

Viitteet

1. ACM International Collegiate Programming Contest, <http://cm.baylor.edu/welcome.icpc> (haettu 6.11.2011).
2. Bebras - International contest on Informatics and Computer Fluency. <http://www.bebas.org> (haettu 4.10.2011).
3. Baltic Olympiad in Informatics 2009, Tasks, <http://www.csc.kth.se/contest/boi/tasks.php> (haettu 4.10.2011).
4. Cartelli, A., Dagiène, V. and Futschek, G.: Bebras contest and digital competence assessment: Analysis of frameworks, *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence*, 1(1), 24-39, 2010.
5. Cormen, T.H., Leiserson, C.E., Rivest, R.L. and Stein, C.: *Introduction to Algorithms, third edition*. The MIT Press 2009.
6. Dagiène, V.: Information technology contests - introduction to computer science in an attractive way, *Informatics in Education*, 5(1):37-46, 2006.
7. Dagiène, V.: Sustaining informatics education by contests, *Proceedings of the 4th International Conference on Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives*, LNCS 5941, 1-12, 2010.
8. Dagiène, V. and Futschek, G.: Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks, *Proceedings of the 2th International Conference on Informatics in Secondary Schools: Evolution and Perspectives*, LNCS 5090, ss. 19-30, 2008.
9. Datatähti-tehtävien arkisto, Ohjelmointiputka, <http://www.ohjelmointiputka.net/oi/dt.php> (haettu 4.10.2011).
10. Gormack, G.: Random factors in IOI 2005 test case scoring, *Informatics in Education*, 5(1):5-14, 2006.
11. Gormack, G., Kemkes, G., Munro, I. and Vasiga, T.: Structure, scoring and purpose of computing competitions, *Informatics in Education*, 5(1):15-36, 2006.

12. Haanpää, H.: Kokemuksia ICPC-ohjelmointikilpailusta, *Tietojenkäsittelytiede* 29:6–16, 2009.
13. Hakulinen, L.: Survey on informatics competitions: Developing tasks, *Olympiads in Informatics*, 5:12–25, 2011.
14. Hintala, M., Kiiskinen, A., Lempiäinen, T., Ots, K., Paukkunen, J., Poranen, T., Pylkki, V., Salminen, E., Vartiainen, J. ja Virta, P.: *Tietotekniikan Majava-kilpailu -vuoden 2010 tehtävät*, Raportti D-2010-18, Tampereen yliopisto, tietojenkäsittelytieteiden laitos.
15. Horváth, G. and Verhoeff, T.: Finding the median under IOI conditions, *Informatics in Education*, 1:73–92, 2001.
16. International Olympiad in Informatics 2007, Tasks, <http://ioi2007.hsin.hr/index.php?page=tasks> (haettu 4.10.2011).
17. International Olympiad in Informatics 2011, Tasks, <http://www.ioi2011.or.th/tasks> (haettu 4.10.2011).
18. Kenguru - Matematiikka-kilpailu Kenguru. www.mayk.fi/kenguru (haettu 4.10.2011).
19. Kleinberg, J. and Tardos, É.: *Algorithm Design*. Addison Wesley 2006.
20. Koivisto, J.: The National Computer Olympiads and the IOI Participation in Finland, *Olympiads in Informatics*, 5:147–149, 2011.
21. Lappi, L.: Ohjelmoinnin opetus Suomen lukioissa, Valkeakosken lukio, 2008.
22. Lempiäinen, T., Hintala, M., Kiiskinen, A., Poranen, T., Salminen, E., Vartiainen J. ja Virta, P.: *Tietotekniikan Majava-kilpailu - vuoden 2009 tehtävät*, Raportti D-2010-11, Tampereen yliopisto, tietojenkäsittelytieteiden laitos, 2010.
23. Majava-kilpailu - Tietotekniikan Majava-kilpailun suomenkielinen sivusto. <http://www.majava-kilpailu.fi> (haettu 4.10.2011).
24. Nummenmaa, J., Mäkinen, E., ja Aho, I. (editors): *IOI'01 Competition*, Technical Report A-2001-7, University of Tampere, Department of Computer Sciences.
25. Nurmi, O.: Matkakertomus, 3rd International Olympiad in Informatics, Anabysos, Kreikka, 19.-25.5.1991.
26. Nurmi, O.: Matkakertomus, 4th International Olympiad in Informatics, Bonn, Saksan Liittotasavalta, 12.-21.7.1992.
27. Nurmi, O.: Sähköpostikeskustelu 20.9.2011.
28. Nykänen, M.: Tietotekniikan kisavalmennusmateriaalia, 2006. <http://www.ohjelmointiputka.net/ioi/mat/valmennuskalvot.pdf> (haettu 4.10.2011).
29. Kansainvälisten tietotekniikkaolympialaisten kotisivu. <http://www.ioinformatics.org> (haettu 4.10.2011).
30. Kansainvälisten tietotekniikkaolympialaisten tehtäväärkisto. <http://olympiads.win.tue.nl/ioi/> (haettu 4.10.2011).
31. Peking University JudgeOnline. <http://acm.pku.edu.cn/JudgeOnline/> (haettu 4.10.2011).
32. Ohjelmointiputka, IOI-valmennus, Antti Laaksosen ylläpitämä ohjelmointisivusto, <http://www.ohjelmointiputka.net/ioi> (haettu 4.10.2011).
33. Opmanis, M.: Some ways to improve Olympiads in Informatics, *Informatics in Education*, 5(1):113–124, 2006.
34. Lukion opetussuunnitelman perusteet, Opetushallitus, 2003. http://www.oph.fi/download/47345_lukion_opetussuunnitelman_perusteet_2003.pdf (haettu 4.10.2011).
35. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet, Opetushallitus, 2004. http://www02.oph.fi/ops/perusopetus/pops_web.pdf (haettu 4.10.2011).
36. Pohl, W.: Computer science contests for secondary school students: approaches to classification, *Informatics in Education*, 5(1):125–132, 2006.
37. Poranen, T., Dagiène, V., Eldhuset, Å., Hyyrö, H., Kubica, M., Laaksonen, A., Opmanis, M., Pohl, W., Skupiene, J., Söderhjelm, P. and Truu, A.: *Baltic Olympiads in Informatics: Challenges for trai-*

- ning together, *Olympiads in Informatics* 3:112-131, 2009.
38. Poranen, T.: Tietotekniikan Majava-kilpailu saapui Suomeen, *Dimensio* 5:12-13, 2009.
 39. Poranen, T. (editor): Software Projects 2010-2011 University of Tampere, School of Information Sciences, Report 2/2011 (2011), sivut 13-17.
 40. Poranen, T.: Suomen ensimmäinen Majava-kilpailu. *Dimensio*, 1:32-33, 2011.
 41. Poranen, T.: Katsaus tietotekniikan Majava-kilpailun vastauksiin, teoksessa: *Tuovi 9 : Interaktiivinen tekniikka koulutuksessa 2011 -konferenssin tutkijataapaamisen artikkelit* (toim. Viteli Jarmo ja Östman Anneli), sivut 65-71, 2011. http://tampub.uta.fi/T/tuovi_9_2011.pdf (haettu 4.10.2011)
 42. Skiena, S.S. and Revilla, M.A.: *Programming Challenges - The Programming Contest Training Manual*, Springer, 2003.
 43. Tomcsányi, P. and Vaniček, J.: International comparison of problems from an informatics contest. In: Mechlová, E. , Valchař, A. (eds.): *Information and communication technology in education '09*, ss. 219 - 223, Ostrava: Ostravská Univerzita, 2008.
 44. United States Computing Olympiads - USACO <http://www.uwp.edu/sws/usaco/> (haettu 4.10.2011).
 45. Verhoeff, T., Horvath, G., Diks, K., and Cormack, G.: A Proposal for an IOI Syllabus, *Teaching Mathematics and Computer Science*, 4(1):193–216, 2006.
 46. Vasiga, T., Cormack, G. and Kemkes, G.: What do olympiad tasks measure?, *Olympiads in Informatics*, 2:181–191, 2008.
 47. Verhoeff, T.: 20 years of IOI competition tasks, *Olympiads in Informatics*, 3:149–166, 2009.
 48. Verhoeff, T.: Beyond the competitive aspects of the IOI: it is all about caring for talent, *Olympiads in Informatics*, 5:120-127, 2011.
 49. Verhoeff, T.: The IOI Is (not) a science olympiad, *Informatics in Education*, 5(1):147-159, 2006.
 50. List of international science olympiads, http://en.wikipedia.org/wiki/International_Science_Olympiad (haettu 4.10.2011).
 51. Zheijiang University Online Judge. <http://acm.zju.edu.cn/> (haettu 4.10.2011).