

Marika Peltonen

# Ekapeli ja sen tulosten analysointi

Tietotekniikan  
pro gradu -tutkielma  
5. joulukuuta 2007

Jyväskylän yliopisto

Tietotekniikan laitos

Jyväskylä

**Tekijä:** Marika Peltonen

**Yhteystiedot:** malindho@jyu.fi

**Työn nimi:** Ekapeli ja sen tulosten analysointi

**Title in English:** A description of the adaptive reading game Ekapeli and the methods for the gamelog data analysis.

**Työ:** Tietotekniikan pro gradu -tutkielma

**Sivumäärä:** 75

**Tiivistelmä:** Tutkimuksen tarkoituksena on esitellä ja selittää adaptiivisen lukemaan oppimispelin, Ekapelin, toiminta. Lisäksi tutkimuksessa selvitetään Ekapelin tulosten analysointiin käytettyjä tekniikoita ja verrataan niitä toisiinsa. Tarkoituksena on löytää järjestelmä, joka parhaiten kuvaa oppimista antamatta adaptiivisuuden sekoittaa tuloksia.

**English abstract:** The main purpose of this research project is to provide the adaptation of the adaptive computer game, Ekapeli, which is designed for teaching to read. In this research different methods for analysing tools for the gamelog data are compared. The purpose is to find the system which does not let the adaptation disturb results of learning.

**Avainsanat:** oppimispeli, Ekapeli, adaptaatio, analysointi

**Keywords:** teaching game, Adaptivity, analysis

Copyright © 2007 Marika Peltonen

All rights reserved.

# Esipuhe

Lopultakin saan elämäni ensimmäisen tutkimustyön valmiiksi. Pitkä ja perinpohjainen projekti on valmis. Välillä olin jo varma etten saa ikinä työtä valmiiksi, mutta tässä se nyt on. Olen iloinen ja helpottunut.

Olen tutkimusta tehdessä koko ajan tehnyt töitä työni aiheen Ekapelin parissa ja aikaa on ollut hyvin vaikea jakaa. Työt ovat välillä olleet liiankin mielenkiintoisia ja kirjoittaminen on jäänyt. Olen tutkimusta tehdessäni kuitenkin täydentänyt tietämystäni Ekapelistä ja sen taustoista tavalla, jota en muuten olisi ikinä tehnyt. Olen selvittänyt Ekapelin teoriaa ja toivon, että siitä on muillekin yhtä paljon hyötyä kuin minulle. Niinkin yksinkertaiselta kuin peli vaikuttaakin, se on silti aivan jotain muuta.

Pro gradu -työni on saatellut minut oppimisen, psykologian ja tietotekniikan yhteiseen kiehtovaan maailmaan, niin että en tiedä pääsenkö siitä koskaan eroon. Kiinnostukseni ja innostukseni oppimispelejä kohtaan on vaan kasvanut pitkän projektin aikana.

Siitä, että saan työni viimein valmiiksi, on kiittäminen monia tahoja. Agora Center ja Niilo Mäki Instituutti ovat mahdollistaneet minulle mahtavat puitteet tehdä työtäni ja iso kiitos siitä molemmille.

Kiitos professoreille Tommi Kärkkäiselle, Heikki Lyytiselle ja Janne Kujalalle tutkimukseni ohjaamisesta ja kärsivällisyydestä projektin kestäessä. Jaksoitte aina antaa ohjeita ja tukea, vaikka aikaa kuluikin. Iso kiitos kaikille työkavereilleni tuesta, positiivisesta asenteesta, kommentteista, työn tarkastamisesta ja tsemppaamisesta! Kiitos Ulla Richardsonille arvokkaista ohjeista.

Kaiken kaikkiaan isoin kiitokseni menee aviomiehelleni Artulle, joka aina jaksoi painottaa työn tärkeyttä, tukea, potkia eteenpäin ja tsemppata. Ilman Sinua Arttu, tätä gradua ei olisi olemassa. Kiitos!

Kiitos myös kotiväelle, isälle, äidille, Minna-siskolle ja Markus-veljelle, teidän tukenne koko opinnoissani on ollut korvaamatonta.

Lisäksi lämmin kiitos kaikille muille, jotka olette auttaneet minua tämän työn kanssa.

## Sanasto

Adaptiivisuus:	Pelin mukautuminen pelaajan pelisuorituksen mukaan. Peli helpottuu tai vaikeutuu määrättyjen kriteerien mukaan, riippuen pelaajan valinnoista.
Altistumisaika:	Se aika, jonka aikana pelaaja on voinut oppia. Tarkoittaa yhteenlaskettuna aikaa, jona pelaaja on valinnut ärsykettä eri trialeissa. Ajan laskeminen alkaa siitä, kun ärsykkeet tulevat näkyviin näytön yläreunassa ja kohdeärsykkeen ääni kuuluu, siihen kunnes pelaaja tekee valinnan.
Distraktori:	Yhdessä valintakerrassa on näkyvissä kohdeärsyke sekä 1-8 muuta vaihtoehtoa. Distraktoreita ovat muut vaihtoehdot, eli väärät vastaukset. Distraktoreiden avulla helpotetaan ja vaikeutetaan peliä lisäämällä tai vähentämällä arvauksen mahdollisuutta.
Dysleksia:	Lukemaan oppimisen vaikeus.
Lokitiedosto:	Tiedosto, jonne peli kerää talteen kaiken pelissä tapahtuneen. Esimerkiksi pelaajan valinnat ja niiden oikeellisuuden.
Kohdeärsyke:	Yhdessä lapselle esitetyssä tehtävässä oleva kysyttävä asia. Yhdessä pallossa oleva oikea vastaus, jonka äänen pelaaja kuulee. Jos pelaaja valitsee putoavista palloista kuulemaansa ääntä vastaavan kohdeärsykkeen, hän vastaa oikein.
Peliloki:	Sama kuin lokitiedosto.
Target:	Sama kuin kohdeärsyke.
Triali:	Kerralla Ekapelissä näkyviin tuleva tehtävä. Ylhäältä alaspäin putoavien pallojen näkyminen ja kohdeärsykkeen äänen kuuluminen.

# Sisältö

<b>Esipuhe</b>	<b>i</b>
<b>Sanasto</b>	<b>ii</b>
<b>1 Johdanto</b>	<b>1</b>
1.1 Tutkimuksen taustaa . . . . .	1
1.2 Tutkimuksen tarkoitus . . . . .	1
1.3 Tutkielman rakenne . . . . .	2
<b>2 Lukemaan oppiminen</b>	<b>3</b>
2.1 Lukemaan oppiminen Suomessa . . . . .	3
2.2 Lukemaan opettaminen . . . . .	4
2.3 Vaikeudet lukemaan oppimisessa . . . . .	6
<b>3 Tietokonepeli apuna lukemaan oppimisessa</b>	<b>7</b>
3.1 Tietokonepeli opettamisen välineenä . . . . .	7
3.2 Adaptiivinen oppimispeli opetuksen välineenä . . . . .	8
3.2.1 Motivaatio ja adaptaatio . . . . .	8
3.2.2 Adaptaatio oppimispelissä . . . . .	8
3.3 Kokemuksia adaptiivisesta oppimisympäristöstä . . . . .	9
<b>4 Ekapeli - Adaptiivinen oppimispeli</b>	<b>10</b>
4.1 Miksi Ekapeli tehtiin? . . . . .	10
4.2 Ekapeli ja lukemaan oppiminen . . . . .	10
4.3 Ekapelin tekninen toteutus . . . . .	12
4.3.1 Ohjelmointikieli . . . . .	13
4.3.2 Pelin ohjelmointitekniikka ja luokat . . . . .	13
4.3.3 Pelidatan eli tutkimustulosten kerääminen . . . . .	14
4.3.4 Pelin asennus . . . . .	15
4.4 Ekapeli . . . . .	15
4.4.1 Ekapelin toiminta . . . . .	16
4.4.2 Ekapelin adaptaatio . . . . .	17
4.5 Ekapelin ohjelmalliset tilat . . . . .	22

<b>5</b>	<b>Tutkimuksen toteuttaminen</b>	<b>25</b>
5.1	Tulosten analysoinnin taustoja . . . . .	25
5.2	Tutkimusongelma . . . . .	26
5.3	Analysointitapojen esittely . . . . .	26
5.3.1	Analysointi Excel-laskentaohjelman avulla . . . . .	26
5.3.2	Esimerkki pienimmän neliösumman suoran laskennasta . . . . .	27
5.3.3	Ekapeliä varten suunniteltu käyräpiirturi . . . . .	30
5.3.4	Graphotaulukko . . . . .	31
5.3.5	Analysointi laskennallisesti erään bayesiläisen todennäköisyys- mallin mukaan . . . . .	34
5.3.6	Bayesiläisen mallin mukainen kuva . . . . .	34
5.3.7	Bayesiläisen mallin teoria . . . . .	37
<b>6</b>	<b>Eri analysointiohjelmien vertailu</b>	<b>41</b>
6.1	Tulokset Excel-ohjelmasta . . . . .	41
6.2	Tulokset Analyzerista . . . . .	42
6.3	Tulokset pelaamisesta Graphotaulukon mukaan . . . . .	44
6.4	Bayesiläisen tilastollisen mallin mukaan piirretyt kaaviot . . . . .	50
6.5	Analysointiohjelmien vertailu . . . . .	52
6.6	Analysointiohjelmien jatkokehitysideoita . . . . .	55
<b>7</b>	<b>Yhteenveto</b>	<b>56</b>
<b>8</b>	<b>Lähteet</b>	<b>58</b>
<b>Liitteet</b>		
<b>A</b>	<b>Ekapelin luokkakaaviot</b>	<b>62</b>
<b>B</b>	<b>Ekapelin lokitiedosto, gamelog.txt</b>	<b>65</b>

# 1 Johdanto

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen tausta ja tavoitteet sekä kuvataan tutkimuksen rakenne.

## 1.1 Tutkimuksen taustaa

Lukemaan oppiminen on esikoulussa ja koulussa yksi lapsen tärkeimmistä opittavista asioista. Osalla lapsista on kuitenkin ongelmia lukemaan oppimisessa ja tähän ongelmaan on pyritty hakemaan apua jo pitkään. Opettajalla tai muulla ohjaajalla ei aina ole aikaa keskittyä tarpeeksi yhden oppilaan ongelmiin tietyissä asiassa ja sen takia apua on etsitty muualta. Tietoyhteiskunnan yleistyessä on kehitetty erilaisia opetuspelejä näihin tarkoituksiin. Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskuksen kehittämä oppimispeli Ekapeli opettaa lapselle lukemisen perusasioita. Ekapeli on kehitetty niin, että sitä on helppo käyttää ja lapsi voi pelata sitä hyvin itsenäisesti. Ekapeli helpottuu ja vaikeutuu lapsen taitojen mukaisesti ja näin lapsi saa pelissä oikeanlaisia haasteita ja oppii juuri niitä asioita, mitä on tarve.

Ekapeli tallentaa pelaajalle esitetyt tehtävät ja hänen tekemänsä valinnat sekä erilaisia tietoja valinnoista lokitiedostoon. Lokitiedoston perusteella on mahdollista seurata pelaajan oppimista ja analysoida sitä. Koska peli on adaptoituva, eli jokaisella lapsella on yksilöllinen oppimishistoria ja tehtävät ovat vaikeutuneet ja helpottuneet lapsen taitojen perusteella, on tulosten analysointi varsin hankalaa. Enää ei riitä tieto siitä, kuinka monta kertaa pelaaja on vastannut oikein ja väärin.

## 1.2 Tutkimuksen tarkoitus

Tutkimuksen tavoitteena on kuvata adaptiivinen lukemaan oppimispeli Ekapeli mahdollisimman tarkasti. Tutkimuksessa pyritään esittämään Ekepelin ohjelmallinen tausta ja sen perusteella kuvataan Ekapelin eri tilat. Ekapelin taustan ja tilojen selvittyä ja niiden perusteella pyritään käsittelemään pelissä tapahtuvia asioita ja analysoimaan niitä. Tavoitteena on selvittää, onko adaptiivisen Ekapelin tuloksia mahdollista analysoida niin, että adaptiivisuuden vaikutus tuloksista saadaan mahdollisimman pieneksi.

Tutkimuksessa ei kehitetä uusia analysointimalleja, vaan tarkoituksena on kokeilla

ja arvioida jo olemassa olevia analysointikeinoja. Tutkimuksessa esitellään neljä erilais-  
ta analysointimallia.

### **1.3 Tutkielman rakenne**

Luvussa kaksi kerrotaan tutkielman pohjaksi oleellista tietoa lukemaan oppimisesta. Luvussa kolme kerrotaan tietokoneesta apuvälineenä oppimisessa. Luku neljä esittelee Ekapelin - Jyväskylän yliopistossa kehitetyn adaptiivisen oppimispelin. Tutkimuksen toteuttamista eli Ekapelin tulosten analysointia ja sen erilaisia tapoja käsitellään luvussa viisi. Luvussa kuusi käsitellään ideoita Ekapelin tulosten analysoinnin jatkokehitykseen. Yhteenveto tutkimuksesta käydään läpi luvussa seitsemän.



## 2 Lukemaan oppiminen

Lukeminen on yksi lapsen koulussa opittavista taidoista. Yhteiskunnan muututtua tietoyhteiskunnaksi luku- ja kirjoitustaidon merkitys on korostunut entisestään. Pienikin vaikeus lukemisessa ja sen opettelemisessa on yksi keskeisimmistä lapsen kehitystä uhkaavista riskitekijöistä, mikäli se pääsee leimaamaan negatiivisesti lapsen koulukokemuksia [1]. Lukemisvaikeuden varhaisen tunnistamisen tärkeys ja entistä parempien opetus- ja kuntoutusmenetelmien tarve sekä varhainen käyttö tiedostetaan nykyään yhä selvemmin [1]. Koulutusuralla mukana pysyminen sekä luottamuksen säilyminen omaan kykyyn oppia ja opiskella on yksi keskeinen myönteistä kehitystä suojaava tekijä [2]. Oppimisvaikeuksien varhaisen ehkäisyn kehittämiseen onkin syytä panostaa, koska vaikeus esim. juuri lukemisessa saattaa vaikuttaa lapsen koko tulevaisuuteen.

On tärkeää muistaa, että lukutaidon kehityksen teoriat ovat muotoutuneet englannin kielessä. Lukemaan oppiminen on suurelta osin kielisidonnaista. Suomen kieli on erittäin säännönmukainen kieli verrattuna esimerkiksi erittäin epäsäännölliseen englannin kieleen. [3, s. 13] On siis muistettava, että erilaiset tavat opettaa ja oppia lukemaan eivät välttämättä toimi eri kielissä.

### 2.1 Lukemaan oppiminen Suomessa

Lukeminen ja kirjoittaminen ovat monimutkaisia taitoja, jotka edellyttävät monien aivotointojen yhteistoimintaa [4]. Useimmat lapset oppivat lukemaan ja kirjoittamaan opetustavasta riippumatta [4]. Lähes 40 prosenttia suomalaisista lapsista saavuttaa lukutaidon perusteet ennen koulun alkua [1]. Lopuista lapsista noin puolet oppii lukemaan syyslukukauden aikana [1]. Yleensä suomalaiset lapset saavuttavat lukutaidon, kun ovat saaneet siihen varsinaista opetusta kolmesta viiteen kuukauteen [5].

Voidakseen oppia lukemaan lapsen on osattava kääntää huomio kielen merkityksestä myös sen muotoon, eli lapsen on ensin ymmärrettävä lauseiden koostuvan sanoista sitten sanojen koostuvan tavuista ja lopulta tavujen koostuvan äänteistä. Tätä kutsutaan kielelliseksi tietoisuudeksi, metalingvistisyydeksi [6] tai kielen tiedostumiseksi [7]. Jo hyvin nuorena lapsi kiinnittää huomiota puheeseen sekä sen merkitykseen ja käyttötappoihin. Kokonaisvaltaisesta kielen hahmottamisesta lapsen kielellinen tietoisuus kehittyy yksityiskohtaiseen kielen rakenteiden havaitsemiseen. Kielellinen tietoisuus voidaan jakaa fonologiseen, morfologiseen, semanttiseen, syntaktiseen ja pragmaattiseen

tietoisuuteen [3, s. 30].

Kehittyneimmillään kielellinen tietoisuus on taitoa ymmärtää kirjoitetun kielen fonologista rakennetta eli yhdistellä ja erotella sanoista yksittäisiä äänneitä, foneemeja. Suomen kielessä keskeisiä taitoja luku- ja kirjoitustaidon oppimisen kannalta ovat kirjain-ääne-vastaavuuden oivaltaminen ja taito analysoida sanan osia [3, s. 30].

Fonologinen tietoisuus tarkoittaa kykyä ymmärtää kielen koostuvan sanaa pienemmistä yksiköistä. Se tarkoittaa tietoisuutta ja kykyä manipuloida kielen äännerakenteita sekä laajemmin ajateltuna myös äänneitä suurempia yksiköitä kuten mm. tavuja, riimejä ja alkusointuja. [8]. Lapsella fonologinen tietoisuus on aluksi herkkyyttä puhutun kielen äännerakennetta kohtaan. Vähitellen kyky kehittyy yhä tarkemmaksi taidoksi kiinnittää huomio yhä pienempiin kielen yksiköihin, kuten tavuihin ja yksittäisten äänneiden käsittelyyn. Kirjaintuntemus sekä kirjain-ääne-vastaavuus ovat osa fonologista tietoisuutta ja niiden ymmärtäminen tukee lasta lukutaidon saavuttamisessa. [3, s. 25] Fonologinen tietoisuus on yksinkertaisesti taito hahmottaa sanojen äännerakenteita sekä erotella ja yhdistellä äänneitä. [3, s. 30]

Fonologista tietoisuutta hieman kapeampi käsite on foneeminen tietoisuus, jolloin keskitytään äänneisiin. Foneemisella tietoudella tarkoitetaan kykyä ymmärtää, että suomen kielessä jokaista kirjainta vastaa oma äänne. [9]

Fonologinen ja foneeminen tietoisuus ovat osa laajempaa käsitettä, fonologinen prosessointikyky, johon kuuluvat lisäksi kielellisten käsitteiden tehokas haku pitkäkestoisesta muistista (eli nimeämisnopeus), kyky kielellisen aineksen tehokkaaseen käsittelyyn lyhytkestoisessa muistissa ja yleisimmin puhutun kielen havaitsemiseen liittyvät taidot kuten puheen ja äänten erottelu esim. korkeuden, rytmin ja keston suhteen. [8]

On todettu, että fonologisen tietoisuuden ja lukutaidon välillä on vahva yhteys [10]. Foneemisen tietoisuuden harjaannuttaminen lukutaidon opetteluun yhteydessä näyttäisi tuovan parhaan hyödyn suhteessa lukemaan oppimiseen, lisäksi verrattaen nopeasti [3, s. 34].

## 2.2 Lukemaan opettaminen

Lukemaan opettaminen aloitetaan Suomessa jo esikoulussa. Esikoulussa harjoitellaan leikin varjolla lukemisen perusteita, jotta lapset saavat hyvän pohjan lukemaan opetteluun koulussa. Koska fonologinen tietoisuus on yhteydessä peruslukutaidon oppimiseen, ovat kielellisen tietoisuuden ensimmäiset harjoitukset keskittyneet näihin taitoihin [3, s. 38]. Fonologisen tietoisuuden herättely tapahtuu yleensä äänneisiin liittyvillä leikeillä, joita voivat olla esimerkiksi riittelyt [3, s. 38].

Lukemaan opettamisen menetelmät voidaan jakaa pääasiassa kahteen erilaiseen

tyyppiin. Menetelmät ovat perustaltaan joko synteettisiä tai analyttisiä. Suomessa käytetyt synteettiset menetelmät ovat rakentuneet pääasiassa suomen kielen rakenteen ja lapsen kielen kehityksen teorian pohjalta. Analyttiset menetelmät ovat uudempia ja pohjautuvat epäsäännöllisten kielten rakenteeseen. Lisäksi esiintyy nk. sekamenetelmiä, joissa yhdistetään molempien edellä mainittujen menetelmien piirteitä. [11, s. 59]

Lukemaan opettamisen synteettisiä menetelmiä on yleisesti tunnettu viisi erilaista. Synteettisissä menetelmissä opetuksen lähtökohtana on kirjain, äänne tai tavu, joita yhdistelemällä opitaan lukemaan. Synteettisessä menetelmässä opetus ja harjoittelu etenevät kielen pienistä osista kohti suurempia kokonaisuuksia eli lapsi etenee lukemaan oppimisessa ensin kirjaimista äänneisiin, sitten tavuihin, joista sanoihin ja sanojen jälkeen lauseisiin ja teksteihin. [11, s. 60-66]

Suomen kouluissa käytetään vaihtelevasti kaikkia viittä erilaista synteettistä menetelmää, mutta käytetyin menetelmä lienee KÄTS (kirjain äänne tavu sana). KÄTS-menetelmä voidaan yksinkertaistaa neljään toisiaan seuraavaan osaprosessiin: kirjaimen muuttaminen äänneeksi, äänneiden yhdistäminen, tavun hahmottaminen ja sanan hahmottaminen [11, s. 60-66].

Analyttisissä lukemaan opettamisen menetelmissä kielenopetuksen lähtökohtana on joku merkitystä kantava kielen osa (esim. kokonainen sana, lause tai teksti), jota ryhdytään tarkastelemaan, analysoimaan. Analyttisissä menetelmissä opetus etenee merkityksellisistä kokonaisuuksista kohti pienempiä yksiköitä. Erilaisissa analyttisissä menetelmissä edetään siis tekstistä pala kerrallaan aina kirjain/äänne-tasolle. [11, s. 66-73]

Suomessa lukemaan opettamisessa painottuvat enemmän synteettiset menetelmät, koska suomen kielen säännöllisyyden pohjalta opettaminen perustuu vahvasti kirjain-äänne-vastaavuuksien opettelemiseen [6]. Periaatteessa suomen kielessä lukemaan oppimisessa onkin kyse ainoastaan kirjaimen ehdollistumisesta äänneeseen [12] sekä näiden äänneiden yhdistämisestä toisiinsa. Näyttää olevan niin, että kun suomenkieliset lapset oppivat kirjaimet ja tulevat tietoisiksi kirjain-äänne-vastaavuudesta, he osaavat lukea ja kirjoittaa mitä tahansa sanoja kansainvälisesti tarkastellen suhteellisen lyhyen harjoitusjakson jälkeen. [13] On todettu, että lukutaito edellyttää kirjaintuntemusta ja kirjain-äänne-vastaavuuden osaamista [14, 15]. Suomen kielen lukemaan opetus perustuukin paljolti fonologisen tietoisuuden vahvistamiseen.

## 2.3 Vaikeudet lukemaan oppimisessa

Tutkimuksien mukaan noin kahdeksallakymmenellä prosentilla suomalaislapsista oppii lukemaan ilman suuria ongelmia. Noin kahdellakymmenellä prosentilla lapsista on eritasoisia lukemisen ongelmia jossain vaiheessa koulun käyntiä. Ongelmat vaihtelevat lievistä erittäin haastaviin. Erittäin vaikeita ongelmia lukemisessa on noin kuudella prosentilla ikäluokasta. [16] Määritelmästä riippuen noin 5-20 prosentilla kouluikäisistä lapsista on vaikeuksia lukemaan oppimisessa, vaikka he olisivat muuten kehittyneet tavanomaisesti ja saaneet riittävästi lukuopetusta [17, 4, 3]. Koska lukemaan ja kirjoittamaan oppiminen ovat monimutkaisia prosesseja, voivat lasten ongelmat lukemaan oppimisessa johtua monesta eri syystä.

Yleensä lukemisen ongelmat liittyvät alkuvaiheessa kirjain-ääne-vastaavuuksien muodostamiseen, äänneiden yhdistämiseen eli dekodauksen vaikeuteen, äänneiden keskoerojen havaitsemiseen, tavurajan löytämiseen ja lukemisen epätarkkuuteen [18]. Kaiken kaikkiaan tutkimuksissa on yhä selvemmin paljastunut kehityspolkuja, jotka saattavat johtaa vaikeuksiin lukemaan oppimisessa. Nykyisin tiedetään, että suuri osa lukivaikkeuksista liittyy geneettisiin riskeihin, joiden takia lapsen on vaikea oppia lukemaan samaa tahtia kuin ikätoverinsa. Riski liittyy siihen, että lapsella on vaikeuksia kielellisten nimikkeiden oppimisessa ja näiden nimikkeiden sujuvassa mieleen palauttamisessa eli nimeämistaidoissa. Lukutaidon perusteena olevan kirjain-ääne-vastaavuuden hallintaa edellyttää kuitenkin sujuvaa nimeämistaitoa. Lapsilla saattaa olla tämän lisäksi vaikeuksia sanojen äännteellisen rakenteen erittelyssä, eli fonologisessa tietoisuudessa [1]. Tärkeä havainto on kuitenkin, että lasten lukemisvalmiuksia voidaan vahvistaa jo ennen kouluikää ja silloin voidaan helpottaa lukutaidon kehittymistä koulussa. [19]

Dysleksiaa eli erityistä lukivaikeutta katsotaan esiintyvän määritelmästä riippuen 3-10 prosentilla kouluikäisistä lapsista. Suomessa dysleksiasta käytetään yleisesti nimitystä luku- ja kirjoitusvaikeus eli lukivaikeus. [4] Dysleksia on määritelty mm. seuraavasti: ”*Termillä dysleksia, vakava-asteinen kehityksellinen lukemisvaikeus, tarkoitetaan odottamatonta ja sitkeää vaikeutta saavuttaa teknisen lukemisen perustaito ja virheetön oikeinkirjoitustaito.*” [20] Dysleksian ydinongelma on mekaanisessa lukutaidossa eli sanan tunnistamisessa, josta käytetään myös nimityksiä tekninen lukutaito, lukemisen perustaidot ja dekodaus [21]. Dysleksian ilmenemiseen vaikuttavat sekä perinnölliset että ympäristötekijät. [22, 23] Dysleksiaa arvellaan esiintyvän noin 5 prosentilla Suomen väestöstä [3, s. 48].

### 3 Tietokonepeli apuna lukemaan oppimisessa

1990-luvulla on alettu käyttää tietokonetta yhä enemmän apuna harjoitus- ja kuntoutusohjelmissa [24]. Useissa tutkimuksissa on osoitettu erilaisten tietokoneohjelmien olevan tehokas väline myös lasten fonologisen tietoisuuden ja lukemistaitojen edistämiseksi. Olennaisena esteenä tietokoneen käyttämisessä kuntoutuksessa ja lukemaan oppimisen tukena on pidetty sopivien tietokoneohjelmien puuttumista. [25] Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskuksessa on kehitetty pelimenetelmä, joka harjoittaa lapsen lukemaan oppimisen valmiuksia. Tämä kehitetty peli on nimeltään Ekapeli.

#### 3.1 Tietokonepeli opettamisen välineenä

Tietokoneen on todettu olevan varsin hyvä tuki opettajalle opetuksessa. Tietokoneen avulla pystytään toistamaan opittavia asioita paljon, ilman että opettaja väsyä ja kenties antaa haluamattaankin oppijalle negatiivista palautetta. Tietokoneen avulla lapsi voi harjoitella ja oppia vaikeitakin asioita itsenäisesti, ilman aikuisen jatkuvaa kontrollia. Näin lapsen itsenäisyys, itsetunto ja siten myös motivaatio oppimiseen kasvaa. [1]

Lukutaidon opettamisessa tietokoneen avulla on saatu hyviä alustavia tuloksia. Lapsi saa tarvittavia onnistumisen kokemuksia ja jaksaa toistaa tarvittavia asioita yhä uudelleen ja uudelleen. Vaikka oppiminen olisi hidasta, ei kone missään vaiheessa kylästy ja anna lapselle sellaista kuvaa, että hän olisi toivoton tapaus. Pelimotivaatiota lisää suoriutumisesta välittömästi ja johdonmukaisesti saatu palaute. Tietokoneen antama palaute virheistä tuntuu lapsesta usein neutraalimmalta kuin opettajan tai muun ohjaavan aikuisen antama palaute. Negatiivisen palautteen kokemisella on lapselle suurta merkitystä erityisesti silloin, kun oppimisvaikeudesta kärsivä lapsi hakee suorituksissaan ensisijaisesti sosiaalista hyväksyntää ja on ehkä kokenut aiemmin aikuisen antaman negatiivisen palautteen erityisen raskaasti. [1]

Lukemaan opettamiseen tietokone antaa uusia mahdollisuuksia, koska lasten lukemisen taidot ja tuen tarpeet vaihtelevat suuresti. Eri tasoisten lukijoiden takia lukemaan opettamista suunniteltaessa on huomioitava yksittäisten oppilaiden taidot ja tarpeet. [3, s. 35] Tietokoneen avulla tapahtuvan harjoittelun voi sisällyttää joustavaksi osaksi luokan toimintaa [3, s.153]. Tietokoneohjelmat, oppismipelit ja sähköiset tekstit tarjoavat uusia oppimisympäristöjä perinteisen luokkaopetuksen rinnalle sekä kotona tapahtuvaan työskentelyyn [3, s.152]. Tietokoneen käyttäminen apuna lukemi-

sen opetuksessa antaa opettajalle uusia mahdollisuuksia ja oppilaille tilaisuuden oman tasoiseensa opiskeluun niin koulussa kuin kotona.

## **3.2 Adaptiivinen oppimispeli opetuksen välineenä**

Adaptiivisten opetusmenetelmien kehitys on vasta alussa. Adaptiivisia oppimismenetelmiä on erilaisia. Adaptiivisiksi oppimismenetelmiksi nimitetään tällä hetkellä kaikkea erilaisista käyttäjän mukaan mukautuvista käyttöjärjestelmistä (esim. Windowsin avustajat ja wizardit) käytöksen mukaan kokonaan adaptoituviin järjestelmiin, peleihin ja ohjelmiin. Järjestelmät vaihtelevat lisäksi aika- ja paikkariippumattomista järjestelmistä tiukkoihin yhdessä päätelaitteessa sijaitseviin järjestelmiin. [26]

### **3.2.1 Motivaatio ja adaptaatio**

Yksi suurimmista syistä käyttää adaptoituvaa oppimisympäristöä on motivaatio. Lapsen oppiminen on paljolti kiinni motivaatiosta, joka taas riippuu oppimisen haasteellisuudesta ja oppimisesta saaduista onnistumisen kokemuksista. Normaalissa opetuksessa opettaja pystyy antamaan lapselle juuri lapsen tasoon sopivia tehtäviä, jotta lapsi ei kyllästy asian opetteluun. Liian helpot tai vaikeat tehtävät turhauttavat oppijaa helposti ja hän kyllästyy opiskeluun. Adaptiivisia oppimispeljä kehittäessä on ajateltava samalla tavalla: jos lapsi saa oikeassa suhteessa onnistumisia mutta kuitenkin tarpeeksi haastetta, hän jaksaa pelata peliä ja näin oppimista tapahtuu.

Tietokonepelin adaptiivisuus on hyvin merkittävä osa opetuspelejä. On tärkeää, että lapselle annetut oppimistehtävät määritellään tasolle, jonka lapsi kokee haasteelliseksi. Jos taso ei ole liian vaikea eikä liian helppo, tulee pelistä tehokas opetuksen väline. Peli on silloin lapselle mielekäs, motivoiva ja tehokas. Myös pelin tulosten arvioiminen ja oikeiden vastausten pisteyttäminen on tehokkaampaa, tosin pisteiden lasku on statistisesti aina hankalaa ja riippuu paljon pelistä tai kokeesta, josta pisteitä lasketaan. [27]

### **3.2.2 Adaptaatio oppimispelissä**

Adaptiivinen tietokonepeli määrittelee itsensä aina kulloisenkin pelaajan mukaan. Peli ottaa huomioon pelaajan suoriutumisen edellisissä kysymyksissä ja antaa siten koko ajan pelaajalle hänen omaa tasoaan vastaavat kysymykset [27]. Jos pelaaja vastaa väärin edelliseen tehtävään, hakee peli seuraavan tehtävän alemmalta tasolta; toisaalta taas jos pelaaja vastaa oikein, hakee peli seuraavan tehtävän vaikeammalta tasolta. Peli mukautuu koko ajan pelaajan taitojen mukaisesti. Peli harjoittaa pelaajan havaittuja

heikkouksia ja vahvistaa pelaajan vahvuuksia. Näin pelaamisesta tulee tehokkaampaa, kun löydettyihin heikkouksiin reagoidaan välittömästi [28].

Tietokoneella pelattu adaptiivinen oppimispele aiheuttaa sen, että lapselle ei tule niin sanottuja turhia tehtäviä, koska kaikki tehtävät ovat lapselle oleellisia ja mittaavat hänen oppimistaan ja edistävät sitä - ne eivät siis ole liian helppoja tai vaikeita [27]. Oppiminen on näin paljon tehokkaampaa. Adaptiivisuuden käyttäminen ei ole uusi asia. Adaptiivisuutta on käytetty jo viime vuosisadan lopusta alkaen erilaisissa kokeissa ja testeissä [26]. Peleissä adaptiivisuus on kuitenkin uusi asia ja sitä on tutkittu vähän. Tietokoneiden yleistyttyä adaptiivisuus on yleistynyt ja nykyään etenkin monet testit tehdään tietokoneilla adaptiivisessa ympäristössä [27].

Adaptiivisella opetuspelillä on paljon etuja. Esimerkiksi sen avulla pelaaja saa reaaliaikaisen, välittömän palautteen. Pelaajan saama palaute on aina neutraalia, joten esimerkiksi opettajan käsitys oppilaasta tai opettajan mielentila ei vaikuta palautteen laatuun. Tietokone jaksaa toistaa samoja asioita hermostumatta ja väsymättä. Lisäksi adaptiivinen peli säästää opettajan aikaa, eli se on myös kustannuksiltaan edullisempi. Peli säästää aikaa niin pelattaessa kuin tuloksia analysoitaessa, koska ne ovat saatavissa suoraan koneelta. Tietokoneella olevalla adaptiivisella pelillä on myös negatiivisia puolia. Tällaisia ovat esimerkiksi se, että tuloksiin saattaa vaikuttaa pelaajan näppäily- tai hiirenkäyttötaito. Myös ongelmat koneen kanssa saattavat jossain tapauksissa vaikuttaa tuloksiin. Negatiivinen puoli voi olla myös se, että pelaaminen on mahdollista ja usein tapahtuukin ilman aikuisen valvontaa, eli lapsi voi halutessaan tehdä pelin kanssa mitä vaan, mikä saattaa vääristää tuloksia.

### 3.3 Kokemuksia adaptiivisesta oppimisympäristöstä

Adaptiivisia oppimisympäristöjä on tutkittu hyvin vähän. Yleensä adaptiivisuutta tutkitaan liittyen testaamiseen tai tutkimukseen, mutta ei oppimiseen.

Yksi harvoista Suomessa tehdyistä adaptiivisen oppimispeleiden tutkimuksista on tehty Tampereella. Harri Ketamo Tampereen teknillisestä yliopistosta on tutkinut lasten adaptiivista oppimispelejä. Hänen tutkimuksessaan kuusivuotiaat suomalaislapset pelasivat geometriaa opettavaa peliä kämmentietokoneella. Tutkimus oli kaksivaiheinen, jossa peliä pelattiin ensin ilman adaptiivisuutta ja sen jälkeen peli muutettiin hiekan adaptoituvaksi. Tutkimuksen tulokset osoittivat, että testatuista lapsista heikommien menestyneet saavuttivat pelaamisen aikana paremmin menestyneiden tason. Koska tutkimuksen tulokset olivat erittäin positiivisia, antaa se erittäin hyvät näkymät sille, mitä voidaankaan saada aikaan luomalla vielä monimutkaisempia käyttäytymisen mukaan adaptoituvia oppimispelejä. [26]

## 4 Ekapeli - Adaptiivinen oppimispeli

Tässä pro gradu -työssä käsitellään Jyväskylän yliopistossa kehitettyä lukemaan oppimispeliä nimeltä Ekapeli. Professori Heikki Lyytisen ideoima ja ohjelmointi-insinööri (AMK) Tuomo Hokkasen toteuttama Ekapeli-niminen tietokonepeli harjoittaa tehokkaasti lukemisen ytimessä olevaa kirjoituksen ja puhutun kielen välistä koodausta.

### 4.1 Miksi Ekapeli tehtiin?

On todettu, että kielellisen tietoisuuden harjoittelu on tuloksellista silloin, kun se on lapsista kiinnostavaa ja hauskaa. Huomion kiinnittäminen lapsen motivaatioon oppia on keskeistä, koska sekä foneeminen tietoisuus että lukutaito vaativat paljon harjoittelua kehittyäkseen. Tietoiset tavoitteet ja harjoittelun yhteys lapsille itselleen merkityksellisiin asioihin ylläpitävät ja edistävät motivaatiota. Merkityksellisyys tarkoittaa sitä, että harjoittelu lähtee lapsen tarpeista, se liittyy hänen kokemuksiinsa ja asioihin, joista hän on kiinnostunut eikä ole vain ulkokohtaista harjoittelua. [3, s.35] Suomessa tietoyhteiskunnan edetessä tietokoneista on tullut lapsille aina vain kiinnostavampia ja kiinnostavampia välineitä. Lapset pelaavat ja leikkivät mielellään tietokoneiden kanssa ja sen takia Ekapeliä alkujaan on alettu suunnitella. Silloin kun perusasioiden oppimiseen ja taitojen automatisoitumiseen tarvitaan paljon toistoa, voi tietokonepeli tarjota mielekkään ja motivaatiota ylläpitävän oppimisympäristön [29].

### 4.2 Ekapeli ja lukemaan oppiminen

Ekapelin perustalla on foneemisen tietoisuuden ja erityisesti kirjain-äänne-vastaavuuden harjoittaminen. Kuten aikaisemmin mainittiin on näiden taitojen osaaminen lapselle lukemaan oppimisen peruskivi. Foneemista tietoisuutta ja lukutaitoa harjoitellaan esikouluissa ja kouluissa yleensä ainakin aluksi leikkien ja pelien avulla sekä lasten leikkien yhteydessä, jolloin harjoittelu on mielekästä ja merkityksellistä lapselle [3, s.35]. Ekapeli tuo uuden näkökulman ja uuden mahdollisuuden näihin peleihin ja leikkeihin.

Koska suomen kieli on erittäin säännönmukainen, perustuu sanojen lukeminen ja kirjoittaminen siinä suurilta osin kirjain-äänne-vastaavuuden hallintaan [30]. Suomen kielen säännöllisyydellä tarkoitetaan sitä, että puhutun kielen äänneet (foneemit) ja kir-



joitetun kielen kirjaimet tai niiden yhdistelmät (grafeemit) vastaavat aina toisiaan [3, s.92]. Suomen kieli on siis hyvin erilaista kuin esimerkiksi englanti, jossa samaa kirjoitettua kirjainta tai niiden yhdistelmää saattaa vastata monta erilaista puhuttua ääntä. Suomen kielen säännöllisyyden takia Ekapelin kaltainen peli on ollut mahdollista toteuttaa.

On todettu, että koulussa systemaattinen äänteiden käytön opettelu lukemisen yhteydessä tasoittaa nopeasti lukemaan oppimisen eroja [31]. Ekapeli soveltuu siis hyvin sellaisille lapsille, joille kirjaimiin liittyvien äänteiden oppiminen on tavallista vaikeampaa. Ekapeliä voivat kuitenkin käyttää lukemaan oppimisen tukena myös ne, joilla selkeää vaikeutta lukemaan oppimisessa ei ole havaittu. Pelissä lapsi oppii ja automatisoi kirjainten ja äänteiden yhteydet leikin varjolla. [1]

Ekapelin teoria perustuu lukemisen oppimisen kolmeen perusprosessiin. Nämä perusprosessit ovat osin rinnakkaisia, osin peräkkäisiä, joista mikä tahansa yksinään voi estää sujuvan lukutaidon saavuttamisen. Ensinnäkin lapsella on oltava riittävä havainto- ja muistamuskyky äänteiden tunnistamiseen ja niiden tarkkaan erottamiseen toisistaan, sekä siihen, että hän oppisi äänteitä vastaavat kirjaimet. Toisena on lukemisen lähtökohtainen perusprosessi, jonka mukaan havaintojen on siirryttävä äänne- ja kirjainmuistiin sekä sieltä helposti palautettaviksi. Kolmantena rinnakkaisena prosessina on se, että lapsi oppii tunnistamaan, tallentamaan muistiinsa ja palauttamaan muistista kutakin äännettä vastaavan kirjaimen muodon sekä yhdistämään muodon aiemmin muodostuneeseen äänne- ja kirjainmuistiin. Kolmannessa prosessissa on erittäin tärkeää olla sekoittamatta kirjaimia toisiinsa. [1]

Lähes kaikki dysleksiaa koskeneet selvitykset ovat paikantaneet lukemisen ydinvaikkeen johonkin näistä perusprosesseista. Sen takia Ekapelissä pyritään harjoitteluun juuri näitä prosesseja. Niiden lisäksi peliin on otettu mukaan kirjainpohjalla tapahtuva äänteiden yhdistelyprosessi eli useamman perättäisen kirjaimen äänteiden yhdistely. Pelissä on siis äänteiden lisäksi tavuja ja sanoja. [1]

Ekapelin tavoitteena on vahvistaa lukemisen perusprosesseja mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Pelin pohjalla oleva kirjain-äänne-vastaavuuden harjoittelu saattaa olla monellakin lapsella ratkaiseva tekijä lukemisen oppimisessa, mutta siihen keskitytään koulussa vain muutaman kuukauden ajan. Ekapelin avulla harjoittelu antaa lapselle työkaluja äänne- ja kirjainmuistiin kokoavaan lukemiseen, mikä puolestaan on sujuvan lukutaidon yksi perustekijöistä. Ilman kokoavan lukutaidon taitoa lukija ei kykene itsenäisesti löytämään ääntämystä uusille ja oudoille sanoille eikä saa selvää edes yksinkertaisista teksteistä. Pelin antaman lisätuen turvin lapsi voi välttyä ylivoimaisilta haasteilta koulussa, esimerkiksi varhaiselta havainnolta, että hän ei edisty yhtä nopeasti kuin hänen luokkatoverinsa. Ekapeli pyrkii auttamaan lasta säilyttämään oppimisen kannalta

tärkeän positiivisen kuvan itsestään oppijana, vaikka lukutaito ei kehittyisikään aivan samalla tavalla kuin ikätovereilla. Ekapeliä voidaan käyttää tukena oppimisessa, jolloin monet lapsista, joilla on synnynnäistä haavoittuvuutta kielellisessä kehityksessään, säilyttävät oppimismotivaationsa eivätkä syrjäydy oppimisesta. [1]

Yli kuudella prosentilla lapsista on lukemisen suhteen erityisen tuen tarpeessa 1.-2. luokkien aikana ja myöhemmin ilmenevä luetun ymmärtämistä vaikeuttava lukemisen hitaus ilmenee noin viidellä prosentilla [16]. Ekapeli on suunniteltu käytettäväksi jo esi-koulussa, jotta lapsi saisi varhaisen tuen ja jopa välttyisi ongelmilta. Peli on tarkoitettu käytettäväksi myös ensimmäisellä ja toisella luokalla koulussa, jolloin lapsi saa siellä tarvitsemaansa lisätukea. Peliä voi tietenkin käyttää myöhemminkin, jos siinä olevat harjoitteet ovat lapselle tai vaikkapa aikuiselle juuri sopivia ja tarpeellisia.

Ekapelissä kuten aina peleissä yhdeksi haasteellisimmista tekijöistä on tullut innostavan oppimistilanteen luominen. Peliympäristöä on pyritty kehittämään mahdollisimman kiinnostavaksi ja palkitsevaksi, kuitenkin sotkematta perusideaa eli pelin opettavuutta. Peli on rakennettu lapsen kannalta mielekkääksi ja motivoivaksi oppimisympäristöksi. Pelin tarkoituksena on että sitä pelaamalla lapset saisivat elämyksellisellä ja mukavalla tavalla lukemisen oppimiseen tarvittavia positiivisia kokemuksia.

Ekapelissä on lisäksi käytettävissä reaaliaikainen adaptaatio, joka tekee siitä hyvin mukautuvan jokaisen pelaajan tarpeisiin ja tämän avulla pelaajan onnistumisen kokemukset pyritään maksimoimaan [1].

Ekapeli on kehitetty erityisesti sellaisten lasten tarpeita silmällä pitäen, joilla voidaan olevan ennustettavissa vaikeuksia lukemaan oppimisessa. Kuitenkin peliä voivat pelata myös sellaiset lapset, joilla tällaista riskiä ei ole todettu.

Ekapeli on väsymätön opettaja, joka mukautuu oppijan taitojen mukaan ja näin ollen antaa aina oikeanlaisen palautteen ja jaksaa kannustaa pelaajaa aina vain pelaamaan ja sen mukana oppimaan.

### 4.3 Ekapelin tekninen toteutus

Ekapeli kehittyy koko ajan, eli siitä tehdään koko ajan uusia versioita. Peliä kehitetään sisällöllisesti ja teknisesti koko ajan esille tulevien uusien vaatimusten perusteella.

Ensimmäisen version Ekapelistä ohjelmoi Tuomo Hokkanen. Ekapeli oli Hokkasen lopputyö Jyväskylän ammattikorkeakouluun. Hokkanen ja Lyytinen päättivät Ekapelin teknisistä ratkaisuista ennen ensimmäisen peliversion julkistamista. Hokkanen teki paljon selvitystyötä mm. vaatimuksista ja mahdollisista tulevaisuuden suunnitelmista. Selvitysten perusteella hän ohjelmoi pelin pyrkien ottamaan huomioon jatkokehityksen vaatimukset.

### 4.3.1 Ohjelmointikieli

Pelin ohjelmointikielen valintaan vaikutti eniten tulevaisuus. Ekapeli on haluttu ohjelmoida niin, että sitä voi tulevaisuudessa käyttää ehkä myös kännyköissä, kämmentietokoneissa ja jopa digitaalisissa televisioissa.

Alussa pelistä tehtiin kuitenkin vain toimiva tietokoneversio. Tietokoneversiota käytetään toistaiseksi ja tulevaisuudessa peliä saatetaan muokata ja keventää mobiililaitteisiin sopivaksi. [32]

Ohjelmointia aloitettaessa Java-ohjelmointikieli oli suhteellisen uusi, mutta koska se vaikutti silloin tarpeisiin sopivimmalta, päätyi Hokkanen siihen. Java oli hyvä valinta, koska se on monikäyttöinen, kehittyvä ja mikä tärkeintä, alustariippumaton ohjelmointikieli.

### 4.3.2 Pelin ohjelmointitekniikka ja luokat

Hokkanen pyrki ohjelmoidessaan ottamaan huomioon pelin mahdollisen käytön puhelimissa ja muissa mobiileissa laitteissa. Ohjelmoinnissa huomioitiin alusta asti näiden laitteiden usein kovin rajoittuneen käyttöliittymän aiheuttamat vaatimukset. Hokkanen ohjelmoi valmista versiota kokonaisuudessaan noin puoli vuotta, ja yleiseen käyttöön meni valmis versio numero 40.124.

Ohjelmoinnin tarkoituksena oli rakentaa helposti hallittava ja nopeasti muutettava kokonaisuus. Peliä ohjelmoitaessa päädyttiin ratkaisuun, jossa yksi luokka hoitaa suurimman osan pelin tapahtumista esim. graafisten elementtien liikuttelun, niiden väliset törmäykset ja äänien soittamisen. Silti kaikkea ei ole kirjoitettu yhteen isoon luokkaan, vaan tehtävät on jaoteltu monille eri luokille. Kokonaisuutta hallitaan yhdellä luokalla (Main.class). [32]

Hokkanen on ohjelmoinut pelin luokat ohjaamaan eri laitteita. Tämän hän on tehnyt helpottaakseen pelin jatkokehitystä, eli jos laitteeseen päin muuttui rajapinta, ei muutoksia tarvitse tehdä kuin yhteen luokkaan. Ekapelin luokkakaavio on liitteenä A. [32]

Pääasiassa pelin toiminnasta huolehtii neljä luokkaa: Renderer, Keyboard, Mouse ja SoundPlayer. Renderer-luokka huolehtii melkein kaiken grafiikan piirtämisestä, graafisista efekteistä, resoluution vaihdoksista, laitteistokiihdytyksistä ja ruudunpäivitykseen liittyvistä laskelmista. [32]

Äänien tuotannosta huolehtii SoundPlayer-luokka. Luokalle kerrotaan aluksi, mitä ääniä tullaan käyttämään ja ne ladataan muistiin, näin äänen soittohetkellä ei turhaan hidasteta peliä sen lataamisella silloin. Kun ääni pitää soittaa, kutsutaan sitä muistista erillisellä funktiolla. Pelin äänien käyttö on ohjelmoitu hyvin yksinkertaisesti. Äännet

sijaitsevat äännettä vastaavissa äänitiedostoissa (esim. A.wav). Efekti-äänit taas vain soitetaan niille kuuluvissa kohdissa. [32]

Aluksi pelin vaatimuksena oli, että sitä pystyttäisiin käyttämään mahdollisimman monessa erilaisessa laitteessa, joten peliä pitäisi pystyä ohjaamaan mahdollisimman yksinkertaisesti. Tämän takia ensimmäinen peliohjain oli näppäimistö, joka löytyy niin kännyköistä kuin kämmentietokoneistakin. Ensimmäisissä testeissä, kun lapset käyttivät peliä, huomattiin kuitenkin, että hiiren käyttö on lapsille helpompaa ja mieluisampaa kuin näppäimistön käyttö. Sen takia pelin pääasiallinen ohjain on tällä hetkellä hiiri. Hiirellä ohjaaminen toimii myös laitteissa, joissa käytetään hiiren asemasta ns. kynäohjainta. Näppäimistön lukemista varten pelissä on Keyboard-luokka. [32]

Mouse-luokka taas on hiiren lukemista varten. Luokka lukee hiiren paikan ruudulla (x-y-koordinaatit) ja mitkä napit hiiressä ovat milloinkin painettuina. Käytännössä peli lukee hiiren paikan ja piirtää sitten hiiriosoitimen sille paikalle. Pallon osuminen tiedetään tarkistamalla, oliko hiiriosoitin pallon päällä, kun nappia painettiin. [32]

### 4.3.3 Pelidatan eli tutkimustulosten kerääminen

Pelaajan tekemät valinnat ja pelin eteneminen ovat tutkijoille ja pelin kehittäjille tärkeitä tietoja, joten näiden tietojen kerääminen ja pelistä ulos saaminen on tärkeää. Pelin pitää koko ajan tallentaa pelin tapahtumia. Peliä ensimmäistä kertaa ohjelmoitaessa mietittiin kahta vaihtoehtoa pelidatan keräämiseksi: tietokanta tai tavallinen tekstitiedosto.

Pelin kehityksen alkuvaiheessa tietokannan liittäminen peliin todettiin liian raskaaksi. Tietokanta olisi sijainnut ulkoisella palvelimella ja sen käyttö olisi vaatinut yhteyden siihen pelin aikana. Yhteyden muodostuksen olisi pitänyt tapahtua käyttäjän internet-liittymän kautta, joten sellainen käyttäjällä olisi pitänyt olla. Pelin kehityksen alussa ei vielä ollut mahdollisuutta olettaa, että kaikilla käyttäjillä olisi internet-yhteys. [32] Myöhemmin internet-yhteydestä on tullut pelaamisen ehto. Tällä hetkellä toteutetaan myös tietokantaa ja jatkossa peli toiminee yhteistyössä tietokannan kanssa niin, että pelidata kertyy reaaliajassa tietokantaan.

Pelidatan keräämisessä on päädytty tekstitiedoston käyttöön, koska se on ohjelmointiteknisesti käyttökelpoinen, kevyt ja luotettava tapa. Tekstitiedostoon eli pelin lokitiedostoon on helppo kerätä tietoja pelin eri tapahtumista. Myös tekstitiedoston käsittely jälkikäteen on helppoa. [32] Pelidata kertyy ASCII-muotoiseen tekstitiedostoon, jota on helppo muokata eri ohjelmien luettavaksi. Esimerkki Ekapelin lokitiedostosta löytyy liitteestä B. Pelin tulevissa versioissa lokitiedosto tullaan luultavasti muuttamaan suoraan eri ohjelmien ymmärtämään xml-muotoon.

Pelin tullessa ensimmäistä kertaa käyttöön yleisemmin piti suunnitella tapa, jolla pelitiedot saataisiin pelipaikoilta tutkijoille. Pelilokia ei tällöin voitu tallentaa ainoastaan koneen kovalevyille. Ensimmäinen ratkaisu ongelmaan oli tavallinen levyke, jota peli vaati toimiakseen. Peli asennettiin koneelle CD:ltä, mutta se tallensi pelitiedot levykkeelle, jonka piti olla koneessa aina, kun peliä pelattiin. Levyke toimi näin myös kopiosuojana, koska peli vaati sen toimiakseen. Tiedot pelaamisesta tutkijoille tulivat, kun tuo levyke sitten jollain tapaa palautui heille. [32] Myöhemmin levykkeen käytöstä luovuttiin ja nykyään peli tallentaa tuloksia verkossa olevalle suojatulle palvelimelle. Peli käyttää palvelinta periaatteessa samoin kuin levykettä. Nykyään palvelin paitsi kerää tiedon toimii myös kopiosuojana, koska tieto kaikista pelin käyttäjistä tulee kehittäjille ja tutkijoille sen kautta.

#### 4.3.4 Pelin asennus

Koska pelin käytön pitää olla mahdollisimman helppoa, tehtiin pelistä asennuspaketti, joka automaattisesti asentaa pelin koneelle. Alussa pelin käyttöjärjestelmä perustui Windowsiin. Koska peli on ohjelmoitu Java-kielellä, on pelissä valmius toimia myös muissa käyttöympäristöissä. Rajallisten resurssien vuoksi peliä oli kuitenkin alussa pystytty testaamaan vain Windows-koneissa, joten käyttö rajoitettiin siihen. Asennuspaketit ovat eri käyttöympäristöillä erilaisia, joten aluksi tehtiin vain Windows koneen ymmärtämiä .exe-paketteja. [32] Myöhemmin on huomattu, ettei Javan käytöllä ole kuitenkaan saavutettu toivottua alustariippumattomuutta. Pelin kanssa näyttää muissa kuin Windows-koneissa olevan joitakin ongelmia. Tulevaisuuden tavoitteena on ratkaista nämä ongelmat ja saada peli toimimaan mahdollisimman monella erilaisella alustalla.

### 4.4 Ekapeli

Ekapeli on ulkonäöltään hyvin vaatimaton, jotta lasten mielenkiinto pelatessa pysyisi oleellisessa eli lukemisen opettelussa. Ekapelin pelillinen idea on yksinkertainen ja helppo, tarkoituksena on kuitenkin harjoitella lukemista, ei pelaamista. Ekapelin kuoren alle kätkeytyy kuitenkin paljon. Pelin logiikkaa säätelee adaptaatio, joka mukauttaa peliä kullekin pelaajalle sopivaksi.

#### 4.4.1 Ekapelin toiminta

Pelaaja aloittaa pelin valitsemalla oman pelihahmonsensa (kuva 4.1) ja kirjoittamalla oman pelinimensä (kuva 4.2) niitä pyytäviin ikkunoihin. Pelinimen määrittelee jokaiselle pelaajalle ohjaaja, joka on pelaamista valvova aikuinen (esim. opettaja tai vanhempi) täyttäessään lapsesta pelaajan tiedot-lomakkeen. Pelaajan tiedot-lomake on pelissä ja se on tärkeää tutkimuksen kannalta. Lomakkeen tietojen avulla tutkijat saavat pelin kautta taustatietoja pelaavasta lapsesta. Hahmon valinnan ja nimen kirjoittamisen jälkeen peli jatkuu kenttävalinnalla (kuva 4.3). Pelaaja saa valita kentän, jota haluaa pelata. Alussa valittavana on vain yksi kenttä, mutta valintaan ilmestyy uusi mahdollisuus aina, kun pelaaja on pelannut yhden kentän läpi. Kaiken kaikkiaan kenttiä on viisi. Kentät ovat vaikeusjärjestyksessä siten, että esimmäisessä kentässä harjoitellaan kirjaimia, toisessa kentässä kirjaimia ja joitain kaksikirjaimisia tavuja, kolmannessa kentässä harjoitellaan tavuja, neljännessä kentässä tavuja ja muutamaa kaksitavuisia sanaa ja viidennessä kentässä lyhyitä sanoja. Ekapelin tässä tutkimuksessa käytettävässä versiossa ei kenttiä ole enempää, mutta periaatteessa kenttiä voi olla vaikka lukematon määrä. Kenttävalinnassa pelaajan on myös mahdollista valita, haluaako pelata kentän isoilla vai pienillä kirjaimilla. Tämä valinta tapahtuu aloittamalla kenttä kyseisestä kirjaimesta kenttärudun oikeassa laidassa. Jos kirjainvalintaa ei tehdä, valitsee peli automaattisesti kirjainkoon siten, että pelataan vuorotellen isoilla ja pienillä kirjaimilla.

Kun kenttävalinta on tehty, alkaa varsinainen peli. Ekapelissä näytön yläreunasta putoaa palloja, joiden sisällä on ärsyke (kuva 4.4). Samaan aikaan kuulokkeista kuuluu yhdessä pallossa olevaa ärsykettä vastaava ääni. Ääni on joko yksittäistä kirjainta vastaava äänne tai tavua tai sanaa vastaava ääni riippuen siitä, mitä pelattavassa kentässä harjoitellaan. Pelaajan on osattava valita oikea pallo vastaamaan kuultua ääntä. Putoavasta ärsykkeestä käytetään nimeä kohdeärsyke ja muita samaan aikaan näytöllä näkyviä ärsykeitä kutsutaan distraktoreiksi. Distraktoreiden määrällä voidaan helposti helpottaa tai vaikeuttaa peliä. Jos pelaaja vastaa väärin, toistetaan seuraavalla kerralla sama kohdeärsyke ja sama ääni, lisäksi tällä toisella keralla oikea vastaus näytetään pelaajalle vihreänä pallona. Kuvassa 4.5 on esimerkki tällaisesta helpotetusta pelitilanteesta. Pelaaja ohjataan siis valitsemaan oikein ja hän saa siten kokemuksen onnistumisesta. Peli adaptoituu eli vaikeutuu tai helpottuu sen mukaan vastasiko pelaajaa oikein vai väärin.



Kuva 4.1: Ekapelin hahmovalintaruutu.

#### 4.4.2 Ekapelin adaptaatio

Ekapeli mukautuu eli adaptoituu kolmella eri tavalla. Adaptaatio on pyritty tekemään hyvin yksinkertaiseksi, eli se perustuu yksinkertaisiin sääntöihin, joita peli noudattaa. Ekapelin matemaattinen mallintaminen on kuitenkin parhaillaan tutkimuksen alla, jotta Ekapelistä saatuja tuloksia pystyttäisiin tulkitsemaan entistä paremmin. Samalla Ekapelin adaptaatio saataisiin vielä enemmän henkilökohtaisesti mukautuvaksi. Mallinnuksen avulla pelin sisältöjen adaptoituminen saataisiin kokonaan uuteen uskoon. Mallinnuksen avulla peli pystyisi muokkaamaan jokaiselle pelaajalle ärsykkeisiin ihan oman vaikeusjärjestyksen. Tällä hetkellä järjestys on kuitenkin ennalta määrätty.

Pelin kaksi adaptoituvaa komponenttia, pallojen putoamisnopeus ja vaihtoehtojen eli pallojen määrä mukautuvat yhdessä. Putoamisnopeuksia on kolme ja pallojen lukumäärä vaihtelee kahdesta yhdeksään riippuen adaptaation etenemisestä. Nopeuksien ja pallojen määrän adaptoitumisessa on periaatteena se, että aina oikean vastauksen jälkeen nopeus kasvaa yhdellä, ja kun nopeus on maksimissa, se putoaa minimiin ja pallojen määrä kasvaa yhdellä. Väärän vastauksen jälkeen vähenee ensin pallojen määrä, ja jos vielä vastataan väärin, hidastuu nopeuskin yhdellä. Jos jompaa kumpaa ei



Kuva 4.2: Ikkuna, jossa pelaaja kirjoittaa pelinimensä.

pystytä enää vähentämään, silloin vähennetään toista. Adaptaatio toimii sekä ylöspäin että alaspäin niin kauan kunnes saavutetaan nopeuden ja vaihtoehtojen määrän maksimit tai minimi. Seuraavassa listassa on esimerkki pelin näiden kahden komponentin adaptaation toiminnasta:

- Alussa -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 2
1. oikein -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 2
  2. oikein -> pallojen putoamisnopeus 3, pallojen määrä 2
  3. oikein -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 3
  4. oikein -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 3
  5. oikein -> pallojen putoamisnopeus 3, pallojen määrä 3
  6. oikein -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 4
  7. oikein -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 4
  8. oikein -> pallojen putoamisnopeus 3, pallojen määrä 4
  9. oikein -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 5
  10. oikein -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 5
  12. väärin -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 4





Kuva 4.3: Ekapelin kenttävalintaikkuna.

- 13. väärin -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 4
- 14. väärin -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 3
- 15. väärin -> pallojen putoamisnopeus 3, pallojen määrä 2
- 16. väärin -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 2
- 17. väärin -> pallojen putoamisnopeus 1, pallojen määrä 2
- 17. oikein -> pallojen putoamisnopeus 2, pallojen määrä 2

Pelin kolmas adaptaatiotapa on pallojen sisällä olevien ärsykkeiden vaikeustaso. Taso vaikeutuu sitä mukaa mitä pidemmälle lapsi pelissä pääsee. Ensimmäisessä kentässä aloitetaan pelaaminen hyvin helpoista yksittäisistä kirjaimista ja niitä vastaavista ään-teistä. Pelin loppua kohden vaikeustaso kasvaa ja edetään sanoihin ja jopa epäsanoihin asti. Pelaajan pelatessa peli navigoi ärsykkeiden välillä joko helpottaen tai vaikeuttaen kohteena olevaa trialia. Peli toimii siten, että pelaajalle vaikeaa ärsykettä kysyttäessä valintaa helpottamaan laitetaan distraktoriksi jo pelaajalle tuttu ärsyke. Peli helpot-tuu monen epäonnistumisen jälkeen siten, että silloin kysytään jotain sellaista ärsyket-tä, jonka pelaajan edellisten trialien perusteella tiedetään osaavan. Myös pelin sisällöt vaikeutuvat. Jos pelaaja osaa hyvin edetään sellaisiin ärsykkeisiin, jotka eivät aikai-

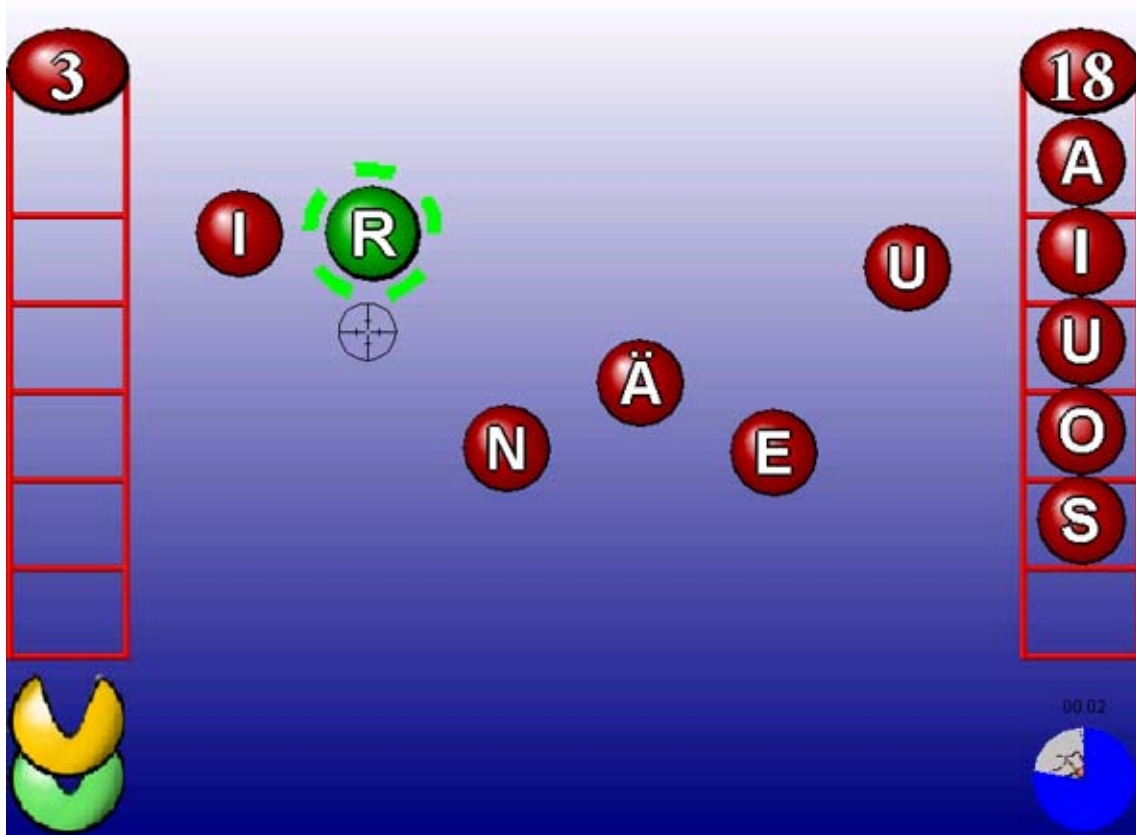


Kuva 4.4: Ekapelin perusnäyttö.

semmin ole olleet pelissä kohdeärsykkeinä. Sekä kohdeärsykkeeksi että distraktoreiksi peli esittelee pelaajalle uusia ärsykeitä pikkuhiljaa, sopivassa suhteessa aikaisemmin esitettyihin ja osattuihin ärsykkeisiin verrattuna.

Pelin ärsykkeet on lajiteltu jokaisessa kentässä erikseen vaikeusjärjestykseen. Vaikeusjärjestys on asiantuntijoiden toimesta suunniteltu ja pohjautuu pitkälti koulussa käytettävien aapisten opettamisjärjestykseen. Se, onko vaikeusjärjestys täysin oikea ei ole varmaa, mutta on oltava joku oletus johon peli pohjautuu. Kaikkien lasten oppiminen ei tietenkään ole samanlaista, joten suunnitelmissa on myös vaikeusjärjestyksen mukauttaminen niin, että se mukautuu jokaisen pelaajan tarpeiden mukaan. Tällä hetkellä peli toimii kuitenkin yleisten oletusten mukaisessa vaikeusjärjestyksessä.

Ärsykkeet ovat kenttämäärittelyssä merkkijonona, josta peli valitsee kysyttävän ärsykkeen ja sen kanssa näytöllä esitettävät distraktorit. Ärsyke valitaan listalta satunnaisesti niin, että joukko, josta ärsyke arvotaan, muuttuu. Joukko muuttuu adaptiivisesti pelaajan kykyjen mukaan niin, että ensimmäiseen trialiin lapselle mahdollisia esitettäviä ärsykeitä ovat vain kaksi ensimmäistä, mutta jokaisen oikean vastauksen jälkeen joukko, josta ärsykkeet arvotaan, kasvaa yhdellä. Ärsykkeistä tehtyä vaikeus-



Kuva 4.5: Ekapelin pelitilanne väärän vastuksen jälkeen.

jonoa mennään ikäänkuin eteenpäin ja näin mahdollisten ärsykkeiden määrä kasvaa. Jos pelaaja vastaa väärin, poistetaan joukosta viimeinen mukaan tullut, vaikein ärsyke. Kun pelaaja on osannut jonkun kirjaimen kolme kertaa peräkkäin oikein, peli olettaa hänen oppineen sen ja ärsyke poistuu kokonaan pelattavien listalta.

Ekapelissä on siis kolme adaptoituvaa komponenttia. Näiden kolmen avulla peli muokkautuu jokaisen lapsen kykyjen mukaan ja sen takia pelin tulosten analysointi on varsin hankalaa. Jokaisella pelaajalla on oma yksilöllinen pelihistoriansa ja saman pelaajan pelissä ei välttämättä esiinny kahta kertaa täysin samaa trialia, näin ollen tulosten vertaileminen kunkin pelaajan omiin edellisiin tuloksiin sekä muihin pelaajiin on hyvin vaikeaa. Yhden pelatun trialin perusteella kun on hyvin vaikea sanoa, oppiko pelaaja vai ei. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että pelaaja saattaa osata esimerkiksi kirjaimen A jossain tapauksessa, mutta aina kun esimerkiksi kirjain Ä esiintyy yhdessä A:n kanssa, pelaaja vastaa väärin. Sellaisia trialeja, joissa kyseiset ärsykkeet esiintyvät yhdessä, saattaa tulla adaptaation takia hyvin vähän. Kuitenkin juuri sellaiset trialit olisivat pelaajan oppimiselle ja erityisesti oppimisen analysoinnille erittäin tärkeitä.

## 4.5 Ekapelin ohjelmalliset tilat

Ekapelin tulosten analysointia varten on hyvin oleellista ymmärtää, miten pelin adaptaatio toimii. Koska Ekapelin adaptaatiosta on erotettavissa täsmälleen tietyt vaiheet, on mahdollista tarkastella pelin adaptaatiota eräänlaisena tilasiirtymätaulukkona 4.1. Taulukossa näkyy selvästi se, kuinka peli jokaisen pelaajan vastauksen jälkeen tarkastelee tilaansa ja toimii sen mukaan. Taulukko auttaa ymmärtämään pelin tapahtumia.

Pelin tiloja on järkevää tarkastella trialikohtaisesti, koska edellisen trialin perusteella peli päätetään, millainen on seuraava triali. Peli sisältää erilaisia kenttiä, jotka ovat vaikeutuvassa järjestyksessä. Jokaisessa kentässä on oma tarkkaan määritely sisältönsä, joka on vaikeusjärjetyksessä. Pelin tiloista tehdyssä taulukossa otetaan huomioon pelissä tapahtuvat muutokset, mutta ei kenttien vaihtumista. Pelaaja pääsee pelissä uuteen kenttään aina, kun on pelannut edellisen loppuun ja sen jälkeen peli jatkuu taas samoilla säännöillä. Jokaisen kentän ja pelikerran alussa lähtötilanne on ennalta määrätty, eli nollassa.

Taulukosta 4.1 nähdään, että Ekapelissä on vastauksen oikeellisuuteen liittyen kolme eri mahdollisuutta sille, mitä seuraavaksi pelissä tapahtuu. Pelaajan tekemä valinta näkyy taulukon ensimmäisessä sarakkeessa ja tässä sarakkeessa tila voi olla 1 tai 0 eli oikein tai väärin. Väärän valinnan jälkeisiin adaptaation tapahtumiin vaikuttaa lisäksi edellisen vastauksen oikeellisuus, eli onko edelliseen trialiin vastattu väärin vai oikein. Edellinen vastaus huomioidaan taulukossa viimeisessä sarakkeessa PV eli peräkkäin väärin.

Ekapelin pelaajalle seuraavan trialin vaikeuteen vaikuttavat tekijät saadaan selville, kun peli on saanut selville, onko pelaajan vastaus ollut oikein vai väärin. Myös se, onko vääriä mahdollisesti tullut jo aikaisemmin, vaikuttaa seuraavan trialin muodostumiseen. Edellisten vastausten perusteella pelin tiloissa tapahtuu muutoksia toisen sarakkeen pallojen sisällön, kolmannen sarakkeen pallojen määrän, neljännen sarakkeen putoamisnopeuden sekä viidennen sarakkeen oikein vastattujen lukumäärän sääntöjen mukaan.

Taulukossa käytettyjä muuttujia:

<i>Valinta</i>	Valinnan oikeellisuus (1=oikein, 0=väärin)
$A_c$	Aktiivisten, eli pelissä käytettyjen ärsykkeiden joukko
$P$	Pallojen määrä
$N$	Putoamisnopeus
$OVL(t)$	Oikein valittujen määrä kirjaimen $t \in A_c$ kohdalla
$PV$	Peräkkäin väärin
$A_i$	Se ärsykkeiden joukko, josta näytettävät ärsykkeet arvotaan, $A_i \leq A_c$
$pmax$	Pallojen enimmäismäärä
$pmin$	Pallojen vähimmäismäärä
$nmax$	Nopeuden suurin nopeus
$nmin$	Nopeuden pienin nopeus
$n_c$	Aktiivisten ärsykkeiden joukkoon otettava seuraava ärsyke, $n_c \in A_c$
$l_c$	Aktiivisten ärsykkeiden joukossa oleva viimeisiin, eli vaikein ärsyke, $l_c \in A_c$
$t$	Ärsyke $t \in A_c$ , joka on esiintynyt pelissä kohdeärsykkeenä

Muuttuja	Tapahtumat	
Valinta	$1$	$0(PV = 0)$
Active_Chars	$A_c = A_c \cup n_e$	$A_c < A_c^{min} \mid A_c = A_c \setminus I_c$
P	$P = p_{max} \mid N = n_{min}(n + 1, n_{max})$	$P > p_{min} \mid P = P - 1$
N	$N < n_{max} \mid N = N + 1$ $N = n_{max} \mid P = P + 1$	$N = n_{min} \mid P = p_{max}(P - 1, p_{min})$
OVL(t)	$OVL(t) = OVL(t) + 1$ $OVL(t) = 3 \mid A_c \setminus T$	$OVL(t) = 0$
PV	$PV = 0$	$PV = 1$
		$0(PV = 1)$
		$A_c < A_c^{min} \mid A_c = A_c \setminus I_c$
		$P = p_{min} \mid N = N - 1$
		$N > n_{min} \mid N = N - 1$
		$N = n_{min} \mid P = p_{max}(P - 1, P_{min})$
		$OVL(t) = 0$
		$PV = 0$

Taulukko 4.1: Ekapelin tilasiirtymätaulukko.

## 5 Tutkimuksen toteuttaminen

Tässä luvussa esitellään tutkimuksen taustaa, tutkimusongelmat ja tutkittavat analysointitavat.

### 5.1 Tulosten analysoinnin taustoja

Yleisesti adaptiivisen oppimispelin tulosten laskeminen ja pisteytys on hankalaa, jos tehtäviä ei voida selkeästi jakaa eri tasoihin. Selvästi eri tasoilla olevien tehtävien pisteytys on helppoa. Vaikeampiin tehtäviin oikein vastannut pelaaja saa paremmat pisteet kuin helpomman tasoihin tehtäviin oikein vastannut pelaaja. Pisteet määräytyvät sen mukaan, kuinka vaikean tason tehtäviin pelaaja on vastannut, ei sen mukaan, kuinka moneen tehtävään on vastattu oikein. Eli oikeiden vastausten määrä ei määritä pisteitä vaan taso, jolla oikeat vastaukset tulevat. Näin vähemmän osaava voi saada ihan yhtä paljon oikeita vastauksia kuin enemmän osaava, mutta pisteet ovat näillä kahdella pelaajalla erisuuruiset. Tuloksien avulla on huomattavissa, että enemmän osaava on vastannut vaikeampiin kysymyksiin. Näin hänen tiedetään osaavan enemmän. [27]

Ekapelin tulosten analysointi on kuitenkin monimutkaisempaa. Vaikka Ekapelin eritasoiset tehtävät jaoteltaisiin eriarvoisiksi, vaikuttaa adaptaatio hyvin voimakkaasti siihen, minkä tasoisia tehtäviä pelaaja kulloinkin itselleen saa. Jos pelaajalle tulee eteen liian vaikea tehtävä, on hänen seuraava tehtävänsä helpompi. Tämä tehtävä saattaa kuitenkin olla juuri tälle pelaajalle vaikeustasoltaan sopivin. Tällöin pelaajan suorituksia pitäisi pystyä vertaamaan vain hänen omiin suorituksiinsa, ei kenenkään muun.

Koska peli on tietokoneella ja pelaajan on tarkoitus pystyä pelaamaan sitä täysin itsenäisesti, on pelin itsensä tallennettava pelaamisen tapahtumat. Peli tallentaa kaiken pelaamisesta kertyneen tiedon lokitiedostoon (gamelog.txt), mutta ongelmana on se, miten saada tämä tieto tutkijaa hyödyttävään muotoon. Lokitiedon pelkkä lukeminen ja siitä tulkitseminen on hankalaa, koska lokitieto on ASCII-muotoista tekstiä todella pitkässä tiedostossa. Liitteessä B on malliesimerkki pelin luomasta lokitiedostosta.

Lokitietojen analysointiin on kehitetty erilaisia malleja. Joidenkin mallien käyttö edellyttää, että lokitiedosto on ensin purettava erillisen ohjelman avulla muotoon, jota analysointiohjelma osaa käsitellä. Seuraavaksi esitellään erilaisia käytössä olleita ja olevia tapoja, joilla lokitietoja on analysoitu. Erilaisia malleja on jo kehitetty ja kokeiltu paljon - ongelmana on, ottaako mikään niistä riittävästi huomioon pelin adaptoitu-

vuotta.

Psykologisessa tutkimuksessa on tapana saada tutkimuksen tulokset näkyviin merkittävinä eroina alku- ja loppumittauksien välillä. Miten Ekapelin lokitiedoston kaltaisesta tiedostosta saataisiin parhaiten adaptaation vaikutukset pois ja pystyttäisiin vain vertaamaan pelaajan oppimisen kehitystä?

## 5.2 Tutkimusongelma

Tämän tutkielman päätutkimusongelma on seuraava:

Mikä jo olemassa oleva analyysitapa on paras Ekapelistä saadun pelilokin analysointiin niin, että saadaan näkyviin vain pelattaessa tapahtunut oppiminen ja pelissä olevan adaptaation luoma harhakäsitys oppimisesta saadaan poistettua tuloksista?

## 5.3 Analysointitapojen esittely

Tässä luvussa esitellään jo olemassa olevia pelilokin analysointitapoja. Olemassa olevat analysointitavat käsittelevät pelitietoja pelaajakohtaisesti. Useiden pelaajien pelitietojen analysointia yhdessä ollaan vasta suunnittelemassa ja toteuttamassa, joten niihin ei tässä tutkimuksessa ole paneuduttu. Tällä hetkellä olemassa olevia pelaajakohtaisia analysointitapoja on neljä ja esittelen ne seuraavaksi.

### 5.3.1 Analysointi Excel-laskentaohjelman avulla

Pelilokin analysointi Excel-ohjelmalla on ensimmäinen tapa, jolla pelistä saatavaa valtavasti suurta tietomäärää on analysoitu. Suoraan pelin lokitiedostosta ei tietoa Exceliin voida laittaa, vaan se pitää ensin muokata Excelin ymmärtämään muotoon. Tätä varten on kehitetty ihan oma ohjelma, nk. konvertteri. Konvertteri muokkaa pelilokin niin, että se erottelee lokin eri osat sarkaimella ja laskee muutamia yksinkertaisia laskutoimituksia valmiiksi. Konvertterin ongelma on kuitenkin siinä, että se on tavattoman hidaskäyttöinen ja yhden lokitiedoston käsittely voi viedä useita minuutteja. Konvertterin läpi ajettu lokitiedosto on kuitenkin suoraan käytettävissä Excel-ohjelmassa. Excel-ohjelmaa ei kuitenkaan ole suoraan tehty tämän tyyppisen tiedon käsittelyyn ja sopivia jo olemassa olevia tiedonkäsittely- tai -erittelytyökaluja ei ole siinä valmiina.

Excel-ohjelmassa on kehitetty Ekapelin tarpeisiin kaavoja ja matriiseja, jotka tekevät haluttuja laskuja pelilokista. Koska on hyvin vaikeaa tietää, mistä oppiminen selkeiden näkyä, on kaavoja ja laskentatapoja kehitetty useita. Yksi tapa Excel-ohjelman avulla seurata oppimista ovat pienimmän neliösumman suorat eli ns. PNS-suorat. Ne



on otettu vertailuun tässä tutkimuksessa.

PNS-suorassa lasketaan kirjainkohtaista peliaikaa ja summataan kirjaimen pisteet. Siinä lisäksi lasketaan sovite peliajan ja kirjaimen pisteiden summan suoralle. Tältä suoralta haetaan suoran kulmakerroin ja piirretään kulmakerroin kaavioon. Suurempi kulmakerroin kuvaa kirjaimen parempaa oppimista. Kirjainten pisteytys on tehty vain tätä analysointitapaa varten. [3]

Peliajalle ja pisteiden summalle haetaan sovite kaavalla

$$y = A + Bx.$$

[3] Laskennassa käytetään kertoimen laskennan apuna deltaa ( $\Delta$ ), joka saadaan kaavasta

$$\Delta = N \left( \sum x_i^2 \right) - \left( \sum x_i \right)^2.$$

Kertoimet  $A$  ja  $B$  lasketaan seuraavasti

$$A = \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{\Delta},$$
$$B = \frac{N(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\Delta}.$$

### 5.3.2 Esimerkki pienimmän neliösumman suoran laskennasta

Esimerkissä tarkastellaan Annikan pelisuoritusta. Otetaan esimerkiksi I-kirjain, jota pelataan 30 kertaa ja peliajat ovat seuraavat: 4, 10, 17, 0, 6, 14, 3, 13, 35, 0, 6, 35, 2, 13, 22, 124, 140, 165, 0, 6, 20, 0, 4, 8, 3, 15, 25, 0, 4 ja 10 sekuntia. Näitä peliaikoja vastaavat pisteiden summat ovat 0,5, 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5, 4, 4,5, 5, 5,5, 6, 6,5, 7, 7,5, 8, 8,5, 9, 9,5, 10, 10,5, 11, 11,5, 12, 12,5, 13, 13,5, 14, 14,5 ja 15. Peliajat on merkitty sarakkeeseen C ja pisteiden summat sarakkeeseen D 5.1. Soluun E29 lasketaan C-sarakkeen summa

$$\sum x_i = 4+10+17+0+6+14+3+13+35+0+6+35+2+13+22+124+140+165+0+6+20+0+4+8+3+15+25+0+4+10 = 704$$

ja soluun F29 lasketaan D-sarakkeen summa

$$\sum y_i = 0,5+1+1,5+2+2,5+3+3,5+4+4,5+5+5,5+6+6,5+7+7,5+8+8,5+9+9,5+10+10,5+11+11,5+12+12,5+13+13,5+14+14,5+15 = 232,5.$$

Soluun E30 lasketaan  $x$ :n neliöiden summa

$$\sum x_i^2 = 4^2+10^2+17^2+0^2+6^2+14^2+3^2+13^2+35^2+0^2+6^2+35^2+2^2+13^2+22^2+124^2+$$

$$140^2 + 165^2 + 0^2 + 6^2 + 20^2 + 0^2 + 4^2 + 8^2 + 3^2 + 15^2 + 25^2 + 0^2 + 4^2 + 10 = 67650.$$

Soluun F30 lasketaan  $y$ :n neliöiden summa

$$\begin{aligned} \sum y_i^2 &= 0, 5^2+1^2+1, 5^2+2^2+2, 5^2+3^2+3, 5^2+4^2+4, 5^2+5^2+5, 5^2+6^2+6, 5^2+7^2+7, 5^2+ \\ &8^2+8, 5^2+9^2+9, 5^2+10^2+10, 5^2+11^2+11, 5^2+12^2+12, 5^2+13^2+13, 5^2+14^2+14, 5^2+15 \\ &= 2363,75. \end{aligned}$$

Soluun G29 lasketaan summaa altistumisajan ja pisteiden summan kertoimista

$$\begin{aligned} \sum x_i \times y_i &= 4 \times 0,5 + 10 \times 1 + 17 \times 1,5 + 0 \times 2 + 6 \times 2,5 + 14 \times 3 + 3 \times 3,5 + 13 \times 4 + 35 \times 4,5 + \\ &0 \times 5 + 6 \times 5,5 + 35 \times 6 + 2 \times 6,5 + 13 \times 7 + 22 \times 7,5 + 124 \times 8 + 140 \times 8,5 + 165 \times 9 + 0 \times 9,5 + 6 \times 10 + \\ &20 \times 10,5 + 0 \times 11 + 4 \times 11,5 + 8 \times 12 + 3 \times 12,5 + 15 \times 13 + 25 \times 13,5 + 0 \times 14 + \\ &4 \times 14,5 + 10 \times 15 = 5683,5. \end{aligned}$$

Soluun G30 lasketaan delta

$$\begin{aligned} \Delta &= N \left( \sum x_i^2 \right) - \left( \sum x_i \right)^2 \\ &= 30 \times 67650 - 704^2 = 1533884. \end{aligned}$$

Soluun H29 lasketaan  $A$

$$\begin{aligned} A &= \frac{(\sum x_i^2)(\sum y_i) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{\Delta} \\ &= \frac{67650 \times 232,5 - 704 \times 5683,5}{1533884} = 7,645585. \end{aligned}$$

Soluun H30 lasketaan  $B$

$$\begin{aligned} B &= \frac{N(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\Delta} \\ &= \frac{30 \times 5683,5 - 704 \times 232,5}{1533884} = 0,004449. \end{aligned}$$

Sitten vielä lasketaan hajonnan neliö pistesummalle (eli  $y$ :lle) soluun I6

$$\sigma_y^2 = \frac{1}{N-2} \sum (y_i - A \times x_i)^2 = 0,303068.$$

Soluun I30 lasketaan hajonta

$$\sigma_y = \sqrt{\sigma_y^2} = 0,28.$$

I-kirjaimen kulmakertoimeksi tulee siis

$$B = 0,0044 \pm 0,28.$$

C	D	E	F	G	H	I
4	0,5					
10	1					
17	1,5					
0	2					
6	2,5					
14	3					
3	3,5					
13	4					
35	4,5					
0	5					
6	5,5					
35	6					
2	6,5					
13	7					
22	7,5					
124	8					
140	8,5					
165	9					
0	9,5					
6	10					
20	10,5					
0	11					
4	11,5					
8	12					
3	12,5					
15	13					
25	13,5					
0	14					
4	14,5	704	232,5	5683,5	7,645585	0,303068
		67650	2363,75	1533884	0,004449	0,278599

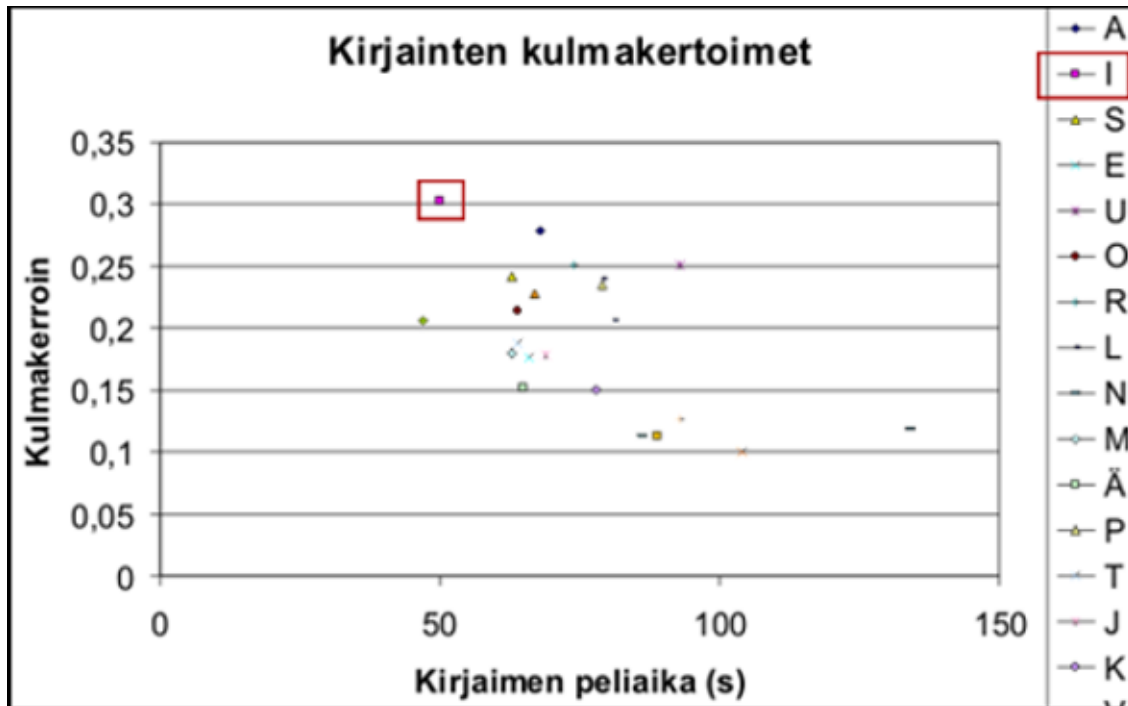
Taulukko 5.1: PNS-laskennan esimerkki [33].

[33]

Laskennan avulla saadaan Excel-ohjelmalla piirrettyä käyrät, joissa on nähtävissä oppimisen kehittyminen. Suurempi kulmakerroin on kuvaa pelaajan kehittymistä, eli

oppimista.

Eri kirjainten välistä oppimista voidaan seurata pelkästään kulmakertoimia ja altistumisaikoja seuraamalla. Kuvassa 5.1 näkyy selvästi, että esimerkkipelaaja on oppinut I-kirjaimen nopeammin kuin muut kirjaimet.



Kuva 5.1: Eri kirjainten kulmakertoimia.

### 5.3.3 Ekapeliä varten suunniteltu käyräpiirturi

Tulosten analysointiin on olemassa sovellus, joka tulee käyttäjän koneelle Ekapelin kanssa. Ekapeliin ohjelmoitu sovellus näyttää pelin tulokset käyränä. Tämä tulosten analysointiin tehty käyräpiirturi toimii pelissä itsessään ja lukee pelin tallentamaa lo-kitiedostoa suoraan. Tätä käyräpiirturia kutsutaan Analyzeriksi.

Analyzerilla voidaan tarkastella yhden pelaajan tai yhtä aikaa useamman pelaajan pelejä. Pelaajalta tai pelaajilta voidaan valita Analyzerillä tarkasteltavaksi kohteeksi joko koko pelaaminen, eli kaikki pelatut kentät, tai tietyt kentät tai ärsykkeet. Analyzer voi piirtää kaikkien pelaajien ärsykkeen tai kaikki ärsykkeet samaan käyrään tai sitten sillä voi piirtää jokaisen pelaajan omalle käyrälleen. Samoin voi toimia ärsykkeiden kanssa, eli ne saa näkyviin yhdessä käyrässä tai sitten jokaisen ärsykkeen erikseen.

Käyrä kuvaa oppimista niin, että jokaisesta oikeasta valinnasta tulee käyrään pieni nousu. Jos pelaaja valitsee väärin, käyrä jatkaa siinä kohdassa samalla tasolla. Pysty-

akselille on sijoitettu eräänlaiset oppimispisteet, jotka lasketaan kaavalla

$$1 - \frac{1}{x},$$

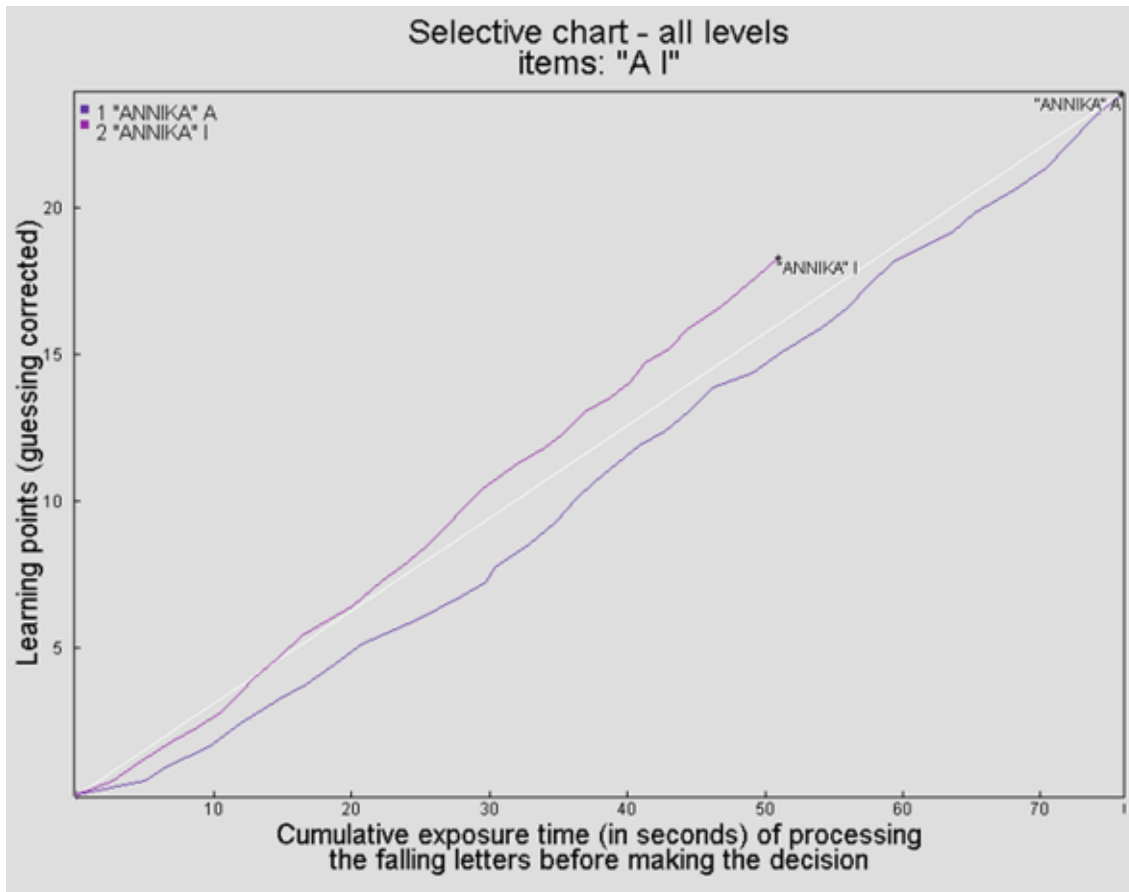
jossa  $x$ =valittavana olevien vaihtoehtojen lukumäärä. Esimerkki Analyzerillä tehdystä oppimiskäyrästä on kuvassa 5.2. Käyrän vaaka-akselilla näkyy peliaika. Peliajan käsite on tässä oikeastaan altistumisaika. Altistumisaika lasketaan siten, että lasketaan yhteen pelaajalla olleiden valintakertojen aikojen summa eli summataan putoavien kirjainsarjojen näkyviin tultua aina pelaajan valintaan asti kuluneet ajat. Käyrä nousee sitä jyrkemmin, mitä useimmin pelaaja valitsee oikein ja mitä nopeammin hän valinnan tekee. Pelissä kuitenkin väärin vaihtoehtojen määrä vaihtelee. Pelaajan on siis helpompi valita oikein, jos vaihtoehtoja on vain kaksi kuin jos niitä on yhdeksän. Tämä on otettu huomioon pystyakselin oppimispisteitä laskettaessa. Tämä tarkoittaa sitä, että pelaajan valitessa oikein kahdesta vaihtoehdosta, jossa arvauksen mahdollisuus on 50 prosenttia, käyrä nousee vähemmän kuin jos pelaaja valitsee oikein yhdeksän vaihtoehdon joukosta.

#### 5.3.4 Graphotaulukko

Graphotaulukko on kehitetty peliin käyttäjien toiveesta. Opettajat ja vanhemmat haluavat nähdä mahdollisimman helposti ja selkeästi numeroilla kerrottuna lapsen edistymisen. Taulukon ideana on esittää lapsen eri pelikerroilla tapahtuneiden valintojen määrä ja se oliko valinta oikein vai väärin. Pelaajalle saattaa kertyä pelikertoja jopa useita tuhansia, joten kaikkia pelaajan pelikertoja on mahdotonta saada samaan taulukkoon. Taulukossa on siten päädytty näyttämään lapsen ensimmäinen pelikerta ja kolme viimeistä pelikertaa sekä kokonaismäärä kaikista pelikerroista. Näiden viiden sarakkeen avulla voidaan helposti nähdä, onko lapsen pelaaminen oikeiden ja väärin valintojen osalta edistynyt.

Graphotaulukon (kuva 5.3) sarakkeissa esitetään monenlaisia tuloksia. Ensimmäisenä jokaisessa sarakkeessa näkyy oikein vastattujen määrä suhteessa siihen, montako kertaa kyseinen ärsyke on ollut kohdeärsykkeenä. Sen jälkeen taulukossa näkyy tämän kohdeärsykkeeseen kanssa esiintyneiden distraktoreiden summa. Sarakkeessa oleva prosenttimäärä on oikeiden vastausten prosentuaalinen määrä. Taulukon ensimmäisen ja viimeisen sarakkeen suluissa oleva lukumäärä kertoo, montako kertaa kyseinen ärsyke on siihen mennessä esiintynyt pelissä, joko kohdeärsykkeenä tai distraktorina.

Toisessa taulukkonäkymässä (kuva 5.4) ovat esitettyinä ensimmäisten ja viimeisten trialien vastaukset. Toiseen taulukkonäkymään on mahdollista määritellä, kuinka monta kunkin ärsykkeeseen trialia sekä alusta että lopusta otetaan mukaan laskentaan.



Kuva 5.2: Esimerkkikuva Ekapelin Analyzerilla tehdystä oppimiskäyrästä.

Taulukon tulkinnassa on otettava huomioon myös ärsykkeiden esiintymiskertojen määrä. Jos jonkun ärsykkeen osaaminen on prosentteissa 100, mutta kohdeärsykkeenä se on ollut vain muutaman kerran, on hyvin vaikeaa sanoa osaamisesta mitään. Eri ärsykkeiden esiintymiskerrat vaihtelevat adaptaation takia suuresti eri pelaajilla. Ärsykkeiden esiintyminen pelissä riippuu myös sen sijoittumisesta vaikeusjärjestykseen kentän sisällä. Jos ärsyke on vaikeuslistan alkupäässä, eli oletuksena helppo, esiintyy se vain muutamien eri distraktoreiden kanssa. Tulkinnassa on muistettava, että juuri tällaisen ärsykkeen osaamisesta on vaikea sanoa juuri mitään, koska pelaaja ei ehkä olisi osannut ärsykettä joidenkin muiden distraktoreiden joukosta. Tämä ongelma esiintyy kaikilla analysointimenetelmillä - ei vain Graphotaulukossa.

Kaiken kaikkiaan Graphotaulukosta nähdään, onko pelaaja on kehittynyt pelikerrojen myötä. Lisäksi taulukosta saadaan helposti oikeiden vastausten kokonaismäärä jokaista ärsykettä kohden ja yleensä.

Sessions		Last & First Trials				
Target item	First session	Latest-2	Latest-1	Latest	Total %	
Player: "...						
A	3/3/7 100% (1) 0%/3	1/1/5 100% 0%/1	3/3/18 100% 0%/3	1/1/5 100% (662) 0%/1	35/35/131 100%	
B	3/3/24 100% (53) 0%/3	2/2/18 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% (660) 0%/3	20/20/174 100%	
D	4/8/55 50% (47) 50%/8	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% (655) 0%/3	19/23/187 82%	
E	3/4/23 75% (8) 25%/4	3/3/18 100% 0%/3	2/2/13 100% 0%/2	3/3/21 100% (611) 0%/3	24/26/169 92%	
F	8/15/93 53% (85) 47%/15	1/2/18 50% 50%/2	3/3/27 100% 0%/3	3/4/36 75% (661) 25%/4	22/33/254 66%	
G	3/3/19 100% (88) 0%/3	1/1/5 100% 0%/1	3/3/27 100% 0%/3	1/1/5 100% (668) 0%/1	23/27/204 85%	
H	3/4/31 75% (54) 25%/4	2/2/18 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	3/3/26 100% (648) 0%/3	21/27/230 77%	
I	3/3/8 100% (2) 0%/3	3/3/7 100% 0%/3	3/3/9 100% 0%/3	3/3/7 100% (596) 0%/3	30/30/88 100%	
J	5/6/48 83% (36) 17%/6	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% (640) 0%/3	25/26/228 96%	
K	3/3/25 100% (37) 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% (637) 0%/3	24/25/219 96%	
L	3/3/19 100% (19) 0%/3	2/2/10 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	2/2/10 100% (673) 0%/2	34/35/256 97%	
M	3/3/24 100% (23) 0%/3	3/3/26 100% 0%/3	3/3/26 100% 0%/3	3/3/27 100% (631) 0%/3	23/23/198 100%	
N	8/24/186 33% (22) 67%/24	3/3/17 100% 0%/3	3/3/20 100% 0%/3	3/3/15 100% (605) 0%/3	32/48/327 66%	
O	3/3/15 100% (12) 0%/3	3/3/26 100% 0%/3	3/3/20 100% 0%/3	3/3/22 100% (612) 0%/3	28/29/208 96%	
P	3/3/22 100% (29) 0%/3	2/2/10 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	2/2/10 100% (670) 0%/2	32/32/243 100%	
R	3/3/20 100% (18) 0%/3	2/2/10 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	1/1/5 100% (669) 0%/1	33/33/246 100%	
S	3/3/14 100% (7) 0%/3	2/2/10 100% 0%/2	3/3/17 100% 0%/3	3/3/15 100% (604) 0%/3	29/29/146 100%	
T	3/3/22 100% (32) 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	2/2/18 100% 0%/2	3/3/26 100% (630) 0%/3	24/24/204 100%	
U	3/4/20 75% (9) 25%/4	2/2/10 100% 0%/2	3/3/8 100% 0%/3	2/2/10 100% (671) 0%/2	41/42/175 97%	
V	4/5/37 80% (48) 20%/5	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% 0%/3	3/3/26 100% (641) 0%/3	24/28/238 85%	
Y	4/4/26 100% (42) 0%/4	2/2/10 100% 0%/2	3/3/26 100% 0%/3	2/2/10 100% (672) 0%/2	29/31/222 93%	
Ä	3/3/23 100% (24) 0%/3	2/2/18 100% 0%/2	3/3/27 100% 0%/3	3/3/27 100% (619) 0%/3	21/21/181 100%	
Ö	2/4/30 50% (66) 50%/4	1/1/5 100% 0%/1	3/3/26 100% 0%/3	2/2/10 100% (674) 0%/2	25/27/208 92%	
Total %	83/117/791 70%				Total trials: 674	
Total time	0 h 29 min 26 s					

Kuva 5.3: Esimerkkikuva Graphotaulukosta.

Sessions		Last & First Trials	
		# of first trials	# of last trials
		10	10
Target item		First 10 trials	Last 10 trials
Player: "ANNIKA"			
A		100%	100%
B		100%	100%
D		60%	100%
E		90%	90%
F		50%	70%
G		80%	100%
H		60%	100%
I		100%	100%
J		90%	100%
K		90%	100%
L		100%	100%
M		100%	100%
N		30%	100%
O		100%	100%
P		100%	100%
R		100%	100%
S		100%	100%
T		100%	100%
U		90%	100%
V		60%	100%
Y		80%	100%
Ä		100%	100%
Ö		80%	100%

Kuva 5.4: Esimerkkikuva Graphotaulukon toisesta näkymästä.

### 5.3.5 Analysointi laskennallisesti erään bayesiläisen todennäköisyysmallin mukaan

Bayesiläisellä todennäköisyyslaskennalla voidaan arvioida, mitä tahansa tuntematon-  
ta muuttujaa. Bayesiläinen todennäköisyysmalli olettaa, että kaikki valinnat (myös  
tuntemattomat) noudattavat tiettyä jakaumaa. Ekapelin tulosten analysoinnissa erään  
bayesiläisen mallin mukaan pyritään osoittamaan, onko tietty ärsyke opittu erotta-  
maan muista ärsykkeistä. Mallin avulla voidaan tarkastella ärsykkeiden sekoittumista  
toisiinsa.

Ekapelin tulosten analysointiin kehitetty bayesiläiseen malliin perustuva analysoin-  
timenetelmä tarkastelee Ekapelin tuloksia niiden priori- ja posterioritodennäköisyyk-  
sien pohjalta siten, että saadaan selville, mitkä pelaajan pelaamat ärsykkeet sekoittuvat  
toisiinsa.

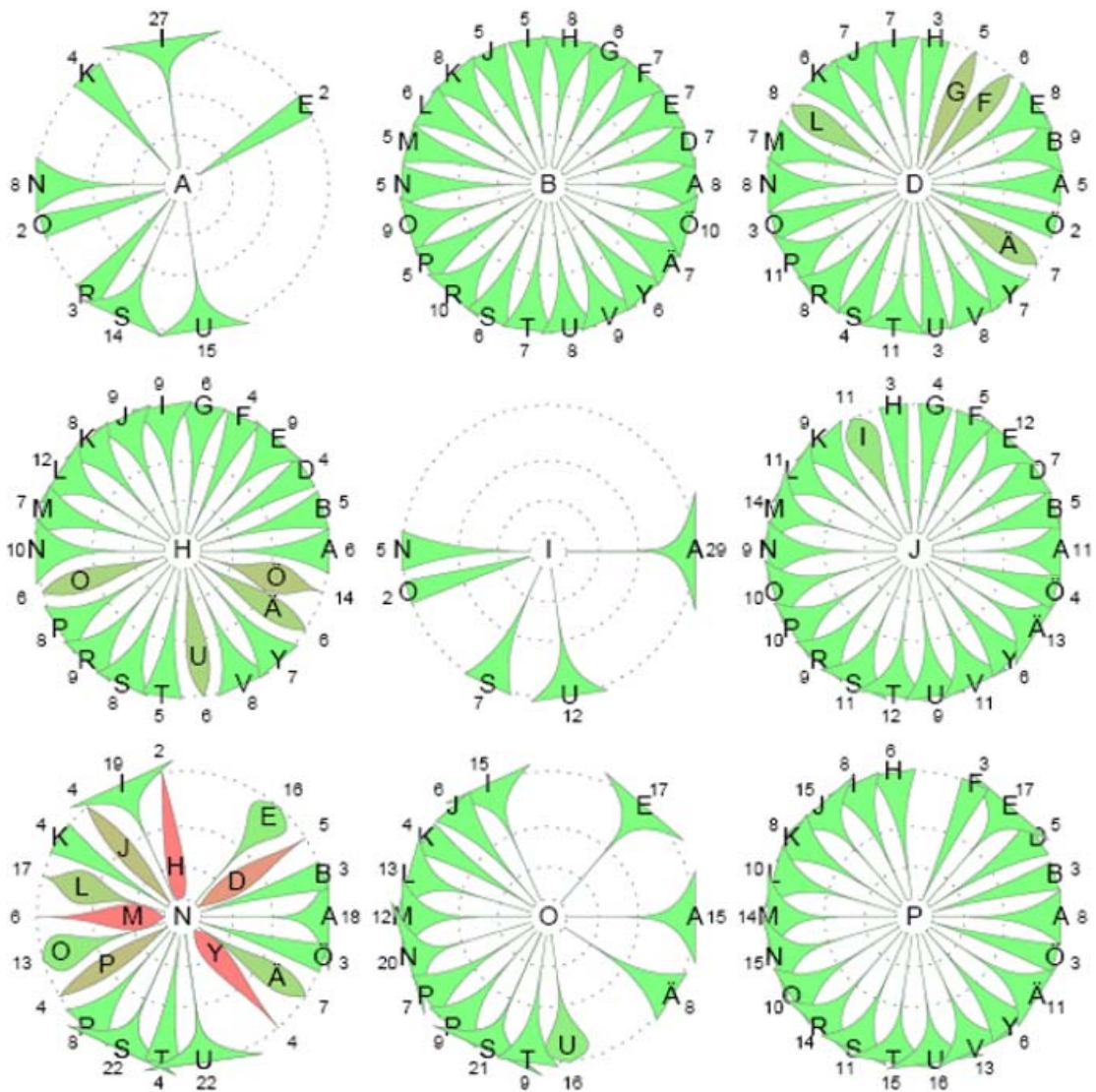
### 5.3.6 Bayesiläisen mallin mukainen kuva

Bayesiläisen mallin avulla piirretään nk. päivänkakkarakuvioita (kuva5.5). Päivänkak-  
karan jokainen terälehti on todellisuudessa käyrä kirjainten välisestä sekoittuvuudesta.  
Terälehdien muoto saadaan aikaan peilaamalla mallin mukaan piirretty käyrä todelli-  
sen käyrän alapuolelle, eli se on peilattu posteriorijakauma. Näin käyristä saadaan piir-  
rettyä helposti tarkasteltavia kokonaisuuksia, terälehtiä. Jokainen terälehti vastaa yhtä  
ärsyke-distraktori-paria. Kun terälehdet laitetaan kohdeärsykkeen ympärille siten, että  
jokainen distraktori on ulkoreunalla oman terälehtensä kohdalla, saadaan muodostet-  
tua päivänkakkaroita.

Kuvassa 5.6 on esimerkki päivänkakkaran terälehdestä silloin, kun yhteen kohdeärsyke-  
distraktori-pariin on vastattu yhtä paljon oikein ja väärin. Terälehden vasemmassa reu-  
nassa on kohdeärsyke ja oikealla distraktori. Jos pelaaja vastaa enemmän oikein tai vää-  
rin, siirtyy käyrän keskipiste siihen suuntaan, kumpaa on vastattu enemmän. Näin terä-  
lehden isoin kohta vaihtaa paikkaa. Kuvassa 5.7 on esimerkki terälehdestä, jos pelaaja  
on osannut hieman enemmän oikein, ja kuvassa 5.8 kun pelaaja on vastannut useimmin  
väärin. Kun pelaaja vastaa joko pelkästään oikein tai väärin, siirtyy terälehden korkein  
osa ihan toiseen reunaan. Kun yhtä ärsyke-distraktori-paria kohden kaikki on mennyt  
oikein, on terälehti kuten kuvassa 5.9, ja kun yhtä ärsyke-distraktori-paria kohden kaik-  
ki vastaukset ovat väärin, on terälehti kuten kuvassa 5.10. Vastaavanlaiset terälehdet  
piirretään päivänkakkaraan jokaista esiintynyttä kohdeärsyke-distraktori-paria kohden  
ja siitä koostuvat päivänkakkarat.

Jotta nähtäisiin pelaamisen aikana mahdollisesti tapahtunut kehitys, piirretään päi-  
vänkakkaran terälehdet useampaan kertaan. Ärsyke-distraktori-pareja otetaan tarkas-

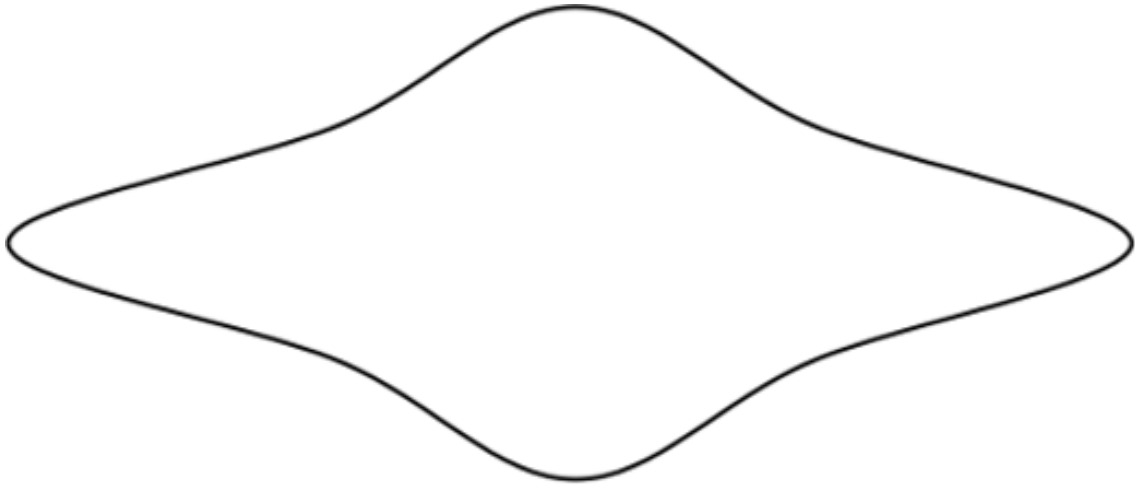




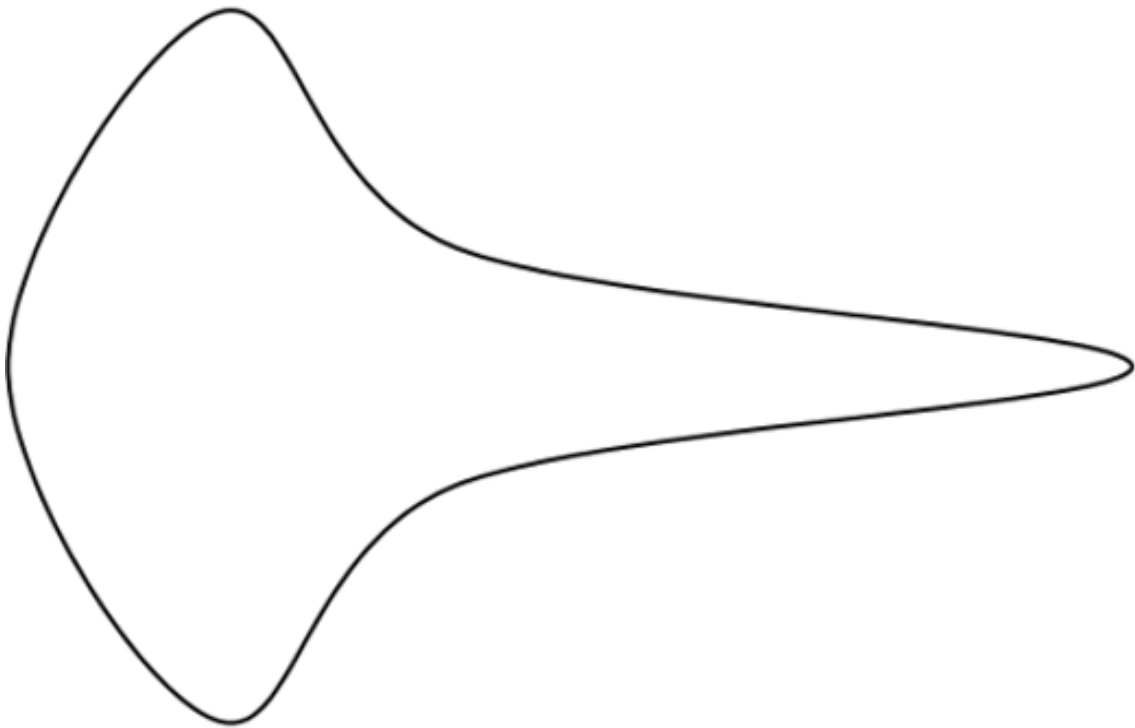
Kuva 5.5: Esimerkkikuva päivänkakkarasta.

teluun aina tietty määrä ja niiden perusteella piirretään terälehti. Yleisin tarkasteluväli on 20 trialia. Yleensä pelaajalle ei pelin adaptaatiosta johtuen tule ainakaan yli sataa samaa kohdeärsyke-distraktori-paria. Päivänkakkarassa terälehdien eri osat piirretään eri väreillä, jotta ne olisi helpompi erottaa. Tummemmalla värillä olevat distraktorit ovat loppupään ja vaaleammalla alkupään valintakertoja.

Päivänkakkarassa näkyy keskellä kohdeärsyke, ja ympärillä distraktorit, joiden kanssa kohdeärsyke on esitetty. Distraktorin terälehtien keskusta on sitä kauempana päivänkakkaran keskustasta, mitä useimmin kohdeärsyke on kysyiseen distraktoriin sekoitettu. Lisäksi päivänkakkarassa on värikoodaus myös siten, että jos ärsyke on sekoitettu usein, on sen ärsyksen terälehti punainen ja mitä harvemmin ärsyke on ko.

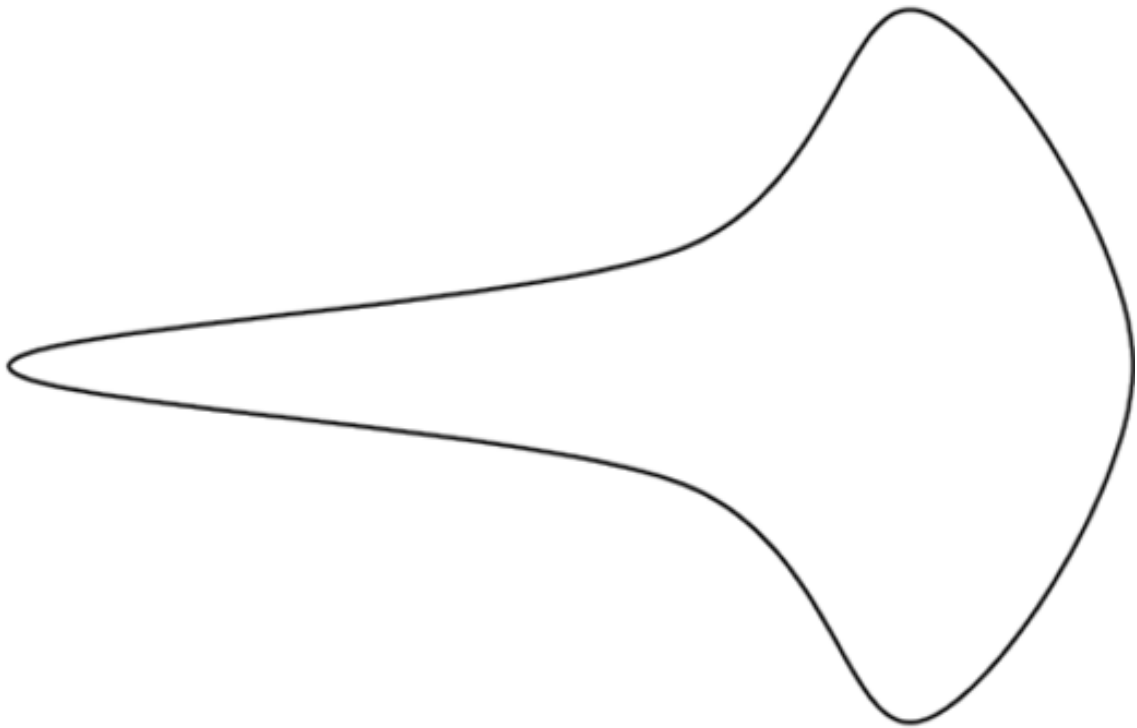


Kuva 5.6: Päivänkakkaran terälehti, kun pelaaja osannut puolet oikein ja puolet väärin.



Kuva 5.7: Päivänkakkaran terälehti, kun pelaaja osannut enemmän oikein.

distraktoriin sekoitettu sitä vihreämpi terälehti on.

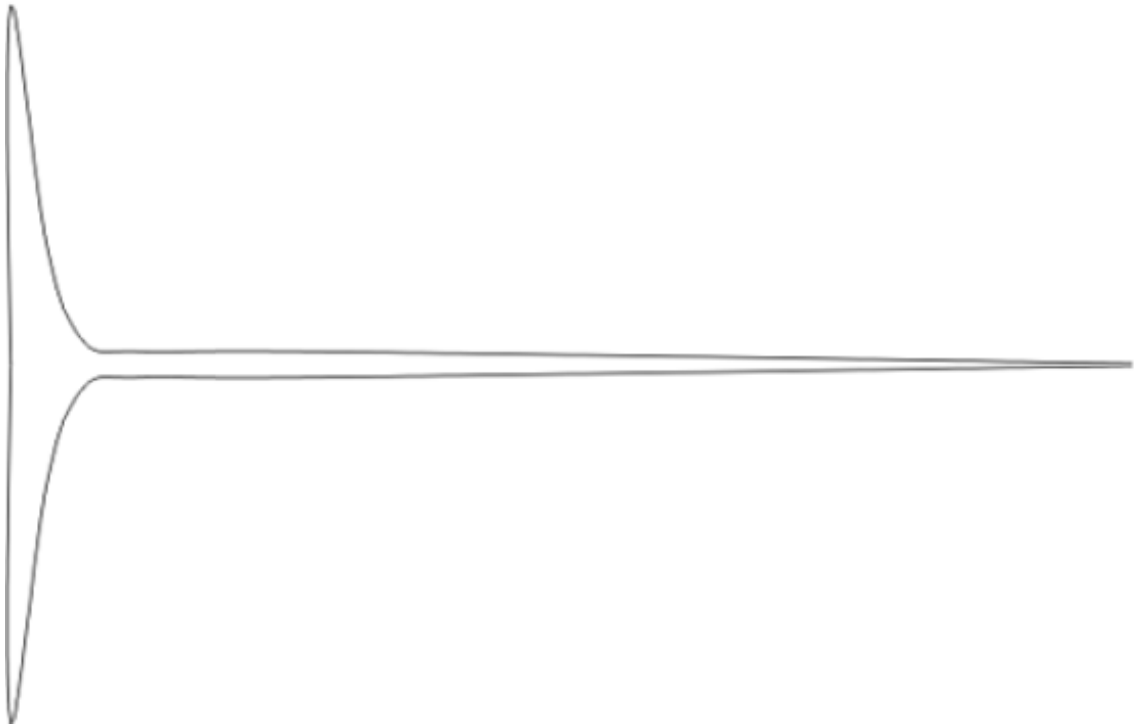


Kuva 5.8: Päivänkakkaran terälehti, kun pelaaja on vastannut enemmän väärin.

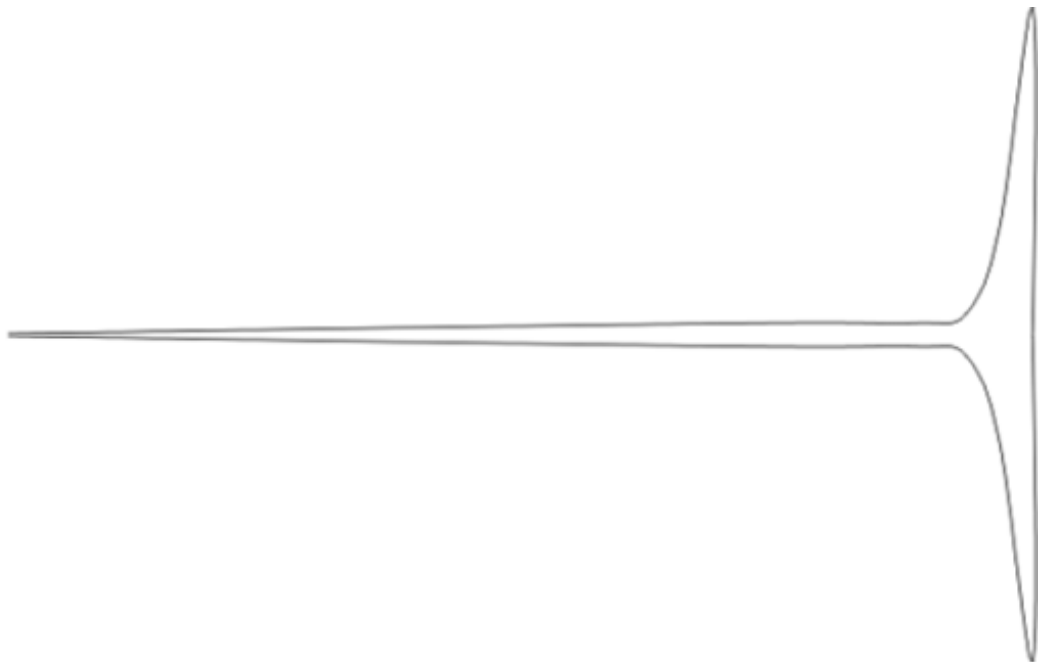
### 5.3.7 Bayesiläisen mallin teoria

Bayesiläisen mallin mukaisen oppimisen laskemiseen pitää tehdä oletuksia, joiden pohjalta todennäköisyyden laskeminen suoritetaan. Oletuksia Ekapelin tulosten analysoinnissa on kolme. Ensimmäinen oletus on minkä tahansa ärsykkeen tuntematon erottamistodennäköisyys jostakin toisesta ärsykkeestä. Toinen oletus on, että erottamistodennäköisyys ei muutu mallin sisällä. Kolmas oletus on nk. valinta-aksiooma eli se, että niin kauan kun tehtävä (eli se että pyritään vastaamaan oikein tiettyyn samaan kohdeärsykkeeseen) pysyy samana, niin se missä suhteessa tiettyä kahta ärsykettä valitaan, pysyy samana riippumatta muista vaihtoehdoista ja niiden määrästä. [34]

Oletuksien perusteella saadaan selville prioritodennäköisyys. Prioritodennäköisyys tarkoittaa sitä, mitä tuloksista oletetaan ennen kuin niitä on ollenkaan. Bayesiläisessä mallissa oletetaan, että prioritodennäköisyys on tasajakauma. Ekapelin tapauksessa siis oletetaan, että pelaajan valintojen todennäköisyydet ovat kaikki yhtä todennäköisiä. On siis 50 prosentin mahdollisuus siihen että pelaaja vastaa oikein ja 50 prosentin todennäköisyys siihen, että hän vastaa väärin. Bayesiläinen malli tarkastelee lisäksi posterioritodennäköisyyttä, joka on prioritodennäköisyys kerrottuna uskottavuudella eli likelihoodilla jaettuna vakiolla. [34]



Kuva 5.9: Päivänkakkaran terälehti, kun pelaaja osannut kaikki oikein.



Kuva 5.10: Päivänkakkaran terälehti, kun pelaaja ei ole osannut yhtään.

Uskottavuusfunktio eli likelihood  $L(\theta)$  lasketaan kaavasta

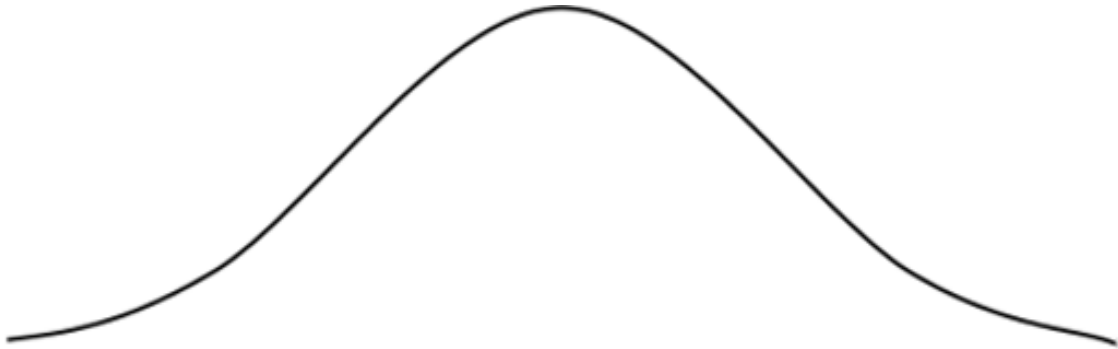
$$L(\theta) = \theta^{\text{correct}_{t,d}}(1 - \theta)^{\text{total}_{t,d} - \text{correct}_{t,d}},$$

missä  $\theta$  on se todennäköisyys, jolla saataisiin juuri ne määrät oikeita ja vääriä vastauksia kuin mitä saatiin eli diskriminaatiotodennäköisyys eli sekoittuvuustodennäköisyys, joka halutaan estimoida. Kaavassa  $t, d$  määrittelee juuri sen kirjaimen, jonka käyrää piirretään. [34]

Yleisesti sekoittuvuusprosentti on vähintään 50, riippumatta sisällöistä tai vaihtoehtojen määrästä, ellei tahallaan vastata väärin. [34]

Bayesiläisten oletusten pohjalta lasketaan eri ärsyke-distraktori-pareille prioritodennäköisyydet ja niitä apuna käyttäen posterioritodennäköisyydet. Koska Ekapelin tapauksessa priori on tasajakauma, on posteriori aina sama kuin uskottavuus. Ekapelin tulosten käyrää piirretään siis uskottavuusfunktion perusteella. Sen avulla piirretään käyrää, josta sitten saadaan päivänkakkaran terälehti. Käyrän muoto määräytyy oikeiden ja väärin vastausten lukumäärän mukaan. Terälehti muotoutuu siten, että aina kun pelaaja vastaa oikein, merkitään kaikkiin sillä kerralla esillä olleihin distraktori-kohdeärsyke-pareihin oikea vastaus. Pelaajan vastatessa väärin merkitään vastaus vain juuri siihen väärin menneeseen yhteen pariin. [34]

Jos vastauksia ei ole yhtään, on käyrä suora (tasajakauma), ja kun vastauksia tulee muuttuu käyrän muoto. Kun molempia vastauksia on yhtä paljon on käyrän huippu keskellä (kuva 5.11) ja sen perusteella piirretään päivänkakkaraan terälehti, joka on muodoltaan kuten kuvassa 5.6.



Kuva 5.11: Uskottavuuden perusteella piirretty käyrä, kun oikeita ja vääriä vastauksia on yhtä paljon.

Jos pelaaja on pelannut paljon ja hän on läpikäynyt useita eri trialeja, pystytään päivänkakkarakuvioiden mukaan näkemään varsin hyvin, mitä ärsykkeistä pelaaja on sekoittanut toisiinsa. Kuitenkin, jotta tämä malli toimisi kunnolla tarvitaan paljon

peliaikaa ja toistoja, jotta saadaan useita mallin tarvitsemia samanlaisia trialeita. Päivänkakkarat piirtyvät sen perusteella, mitä ärsykeitä on esitetty samaan aikaan, joten hyvin pienellä toistomäärällä ei saada kaikkia mahdollisia eri vaihtoehtoja näkyviin. Tämän mallin perusteella ei siis pystytä sanomaan mitään varmaa siitä, onko pelaaja oppinut jonkun ärsykkeen, jos sitä ei ole esitetty kuin vaikka puolien muiden ärsykkeiden kanssa yhtä aikaa, koska silloin ei voida sanoa varmasti, olisiko pelaaja sekoittanut ärsykkeen niihin vai ei.

## 6 Eri analysointiohjelmien vertailu

Tässä luvussa verrataan neljää erilaista tapaa analysoida Ekapelin tietoja. Kaikissa ohjelmissa verrattiin kahta eri pelaajaa ja koko ajan käytettiin samaa pelilokia eli täysin samoja pelistä saatuja tietoja. Pääajatuksena on tarkastella jokaisen analysointimenetelmän avulla sitä, miten pelaajat ovat pelin myötä oppineet erottamaan N- ja M-kirjaimet toisistaan.

Tarkasteltavat pelaajat on valittu siten, että molempien esimerkkipelaajien alkutaso peliä aloittaessa on ollut samanlainen, kumpikaan ei ole osannut lukea ja kirjain-äännevastaavuuden osaaminenkin on ollut hyvin heikkoa. Minna on pelaaja, joka edelleen pelaa peliä. Hänen altistumisaikansa tarkasteluhetkellä on 5 tuntia 38 minuuttia. Johannes taas on pelaaja, joka on jo lopettanut pelaamisen. Hänen altistumisaikansa on 4 tuntia 39 minuuttia. Vanhempien mukaan Minna ei vielääkään osaa lukea, kun taas Johannes osaa jo lukea. Pelaajien pelaamisessa on ainoastaan se ero, että Minna on pelannut peliä ainoastaan pienillä kirjaimilla kun taas Johannes vain isoilla. Tämä on ollut pelin ohjaajien valinta, joten tarkastelemme pelaajien tuloksia tätä seikkaa sen enempää pohdiskelematta.

Kahta hyvin erilaista esimerkkipelaajaa tarkastelemalla pitäisi tulla hyvin selvästi esille eri analysointiohjelmien erot.

### 6.1 Tulokset Excel-ohjelmasta

Excel-ohjelmasta saadun PNS-suoran avulla voidaan tarkastella pelaamisen tuloksia kaaviosta, johon on piirretty kirjainten kulmakertoimet.

Kuvasta 6.1 näemme, että Minnan kulmakertoimet hajaantuvat hyvin laajalle alueelle ja missään ärsykkeessä kulmakerroin ei nouse kovin korkealle. Peliäikää on kertynyt kaikille ärsykeille todella paljon, ja koska kulmakertoimet ovat edelleen alhaiset, tämä osoittaa, että Minna ei ole oppinut. M-kirjaimen kulmakerroin on kuitenkin lyhyemmän altistumisajan kohdalla korkeampi kuin N-kirjaimen, joten siitä voidaan todeta, että M-kirjaimen Minna on osannut paremmin kuin N-kirjaimen.

Johanneksen kuvasta 6.2 voimme huomata, että kulmakertoimet ovat korkeampia kuin Minnan, vaikkeivät ne Johanneksellakaan mitään erityisen korkeita ole. Molemmissa tarkasteltavissa ärsykkeissä Johanneksella on kuitenkin korkeammat kulmakertoimet kuin Minnalla. Myös Johannes on selvästi oppinut M-kirjaimen ensin, koska sen

peliaikaa on vähemmän ja kulmakerroin korkeampi. Kaiken kaikkiaan N-kirjain näyttää olleen Johannekselle yksi vaikeimmista.

Excel-ohjelmalla tehtyjen PNS-kuvaajien heikkous on se, että tulokseksi saadusta kaaviosta ei pystytä sanomaan, mihin ärsykkeisiin kohdeärsykkeet sekoittuvat ja kuinka hyvin tarkasteltavana olevat ärsykkeet erottuvat toisistaan. Tällä tavalla saadaan kuitenkin selvästi erotettua ne ärsykkeet, jotka pelaaja selvästi osaa, jos sellaisia on. PNS-suorat ovat varsin hyviä oppimisen kuvaamiseen, mutta hieman adaptaatio tätä analysointitapaa sotkee. Pelaaja saa tällä tavalla pisteitä osaamistaan kirjaimista, ja kirjainten pistelaskussa otetaan huomioon se, kuinka monen distraktorin kanssa ärsyke on esitetty kohdeärsykkeenä. Tällä tavalla esimerkiksi A-kirjaimelle, joka on vaikeusasteikossa alkupäässä, tulee usein vain vähän pisteitä, koska se esiintyy usein vain muutaman distraktorin kanssa. Kuitenkin, vaikka A-kirjaimen kulmakerroin jää silloin pieneksi, niin kirjaimen peliaika on lyhyt, jolloin voidaan tehdä johtopäätös, että kirjain on osattu, koska sitä on esitetty pelaajalle hyvin harvoin. Adaptaatiota ei siis voi PNS-suorissa sulkea kokonaan pois, mutta jos se osataan ottaa huomioon, niin tuloksia pystytään tarkastelemaan oikein.

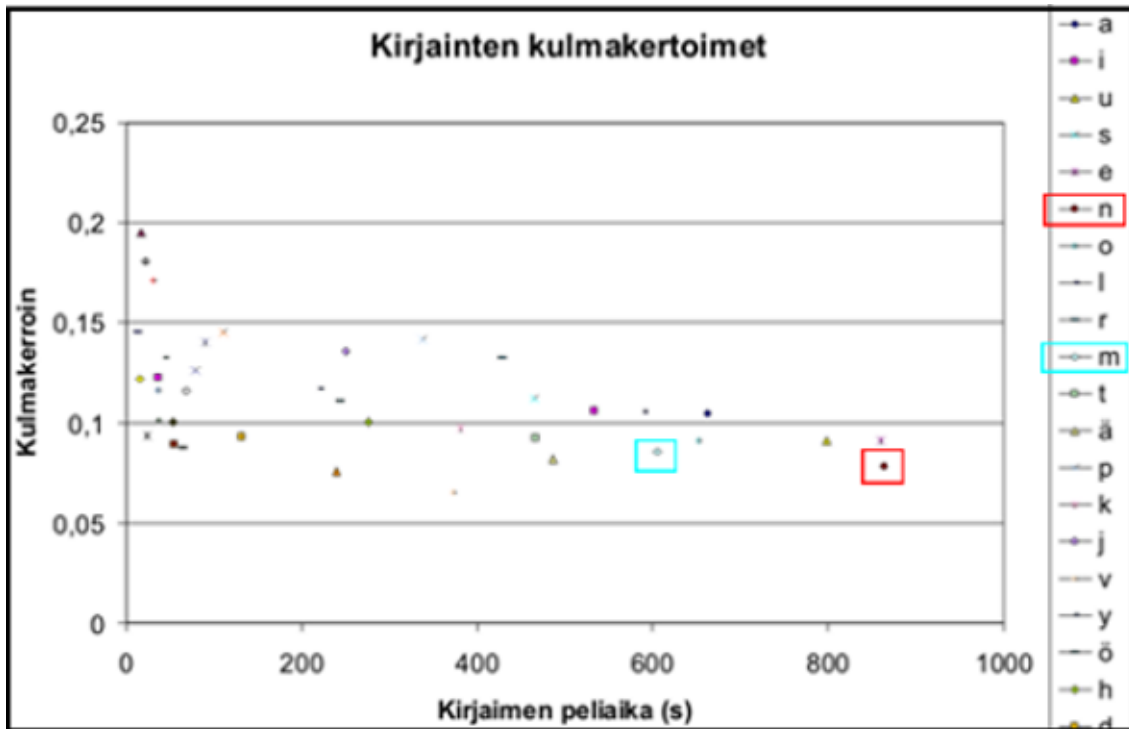
Lisäksi PNS-suorien avulla ei pystytä selvittämään, mitkä ovat ne kirjaimet, joihin pelaaja tietyt ärsykkeet sekoittaa. Tällä tavalla ei siis saada selville, erottaako pelaaja M-kirjaimen ja N-kirjaimen toisistaan.

## 6.2 Tulokset Analyzerista

Ekapelin sisällä olevasta tulostenanalysointiohjelmasta saatavien käyrien perusteella oppimista voidaan tutkia tarkastelemalla erikseen jokaista kohdeärsykettä kuvaavaa käyrää.

Minnan käyristä kuvassa 6.3 huomaamme, että peliaikaa molemmille tarkasteltaville kirjaimille on kertynyt todella paljon. N-kirjaimen altistumisaika on peräti yli 1000 sekuntia. Kuitenkin loppuun asti N-kirjaimessa on havaittavissa vaakatasossa meneviä kohtia, mikä tarkoittaa, että silloin on vastattu väärin. Myös M-kirjainta Minna on pelannut paljon, mutta siinä on tullut vähemmän virheitä, koska käyrä on matalammalla kuin N-kirjaimessa. Molempia kirjaimia esitetään oikeiden vastausten sattuessa pelissä yhtä monta kertaa, joten se takia käyrän pituus kertoo oikeista vastauksista: mitä pidempi käyrä, sitä enemmän kyseistä ärsykettä on pelattu ja siten sitä enemmän siinä on ollut virheitä. Ärsykkeen käyrä voi olla pitkä, vaikka olisi pelattu koko ajan oikein, jos pelaaja pelaa koko ajan samaa kenttää, mutta silloin käyrä nousee selvästi terävämmin ylöspäin. On siis selvää, että Minnalla on ollut paljon virheitä molemmissa tarkasteltavissa ärsykeissä ja niistä N-kirjaimessa enemmän. Pelien loppupäässä



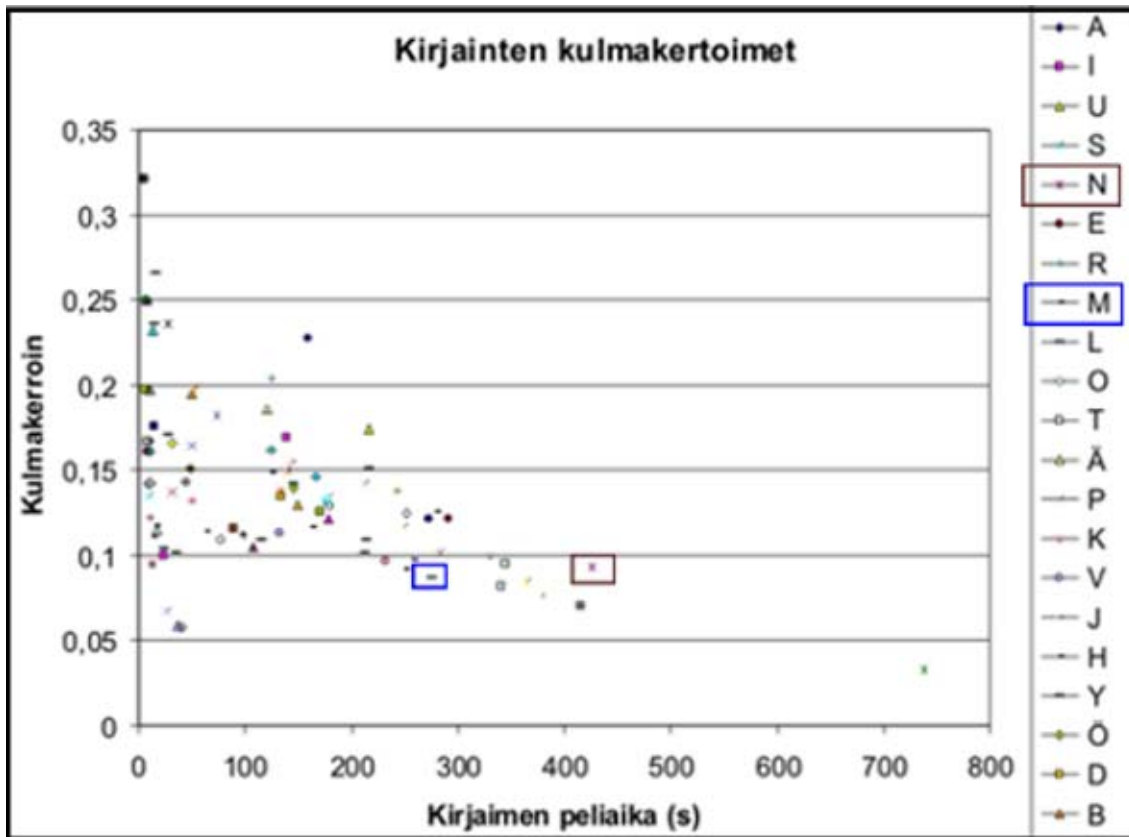


Kuva 6.1: Minnan kulmakertoimet kirjaimista.

Minna on saattanut oppia M-kirjaimen, koska lopussa sen käyrä nousee jyrkemmin. Kuitenkin on selvää, että M-kirjaimen Minna on osannut N-kirjainta paremmin.

Johannekselle taas altistumisaikaa tarkasteltavissa ärsykeissä on vain noin puolet siitä kuin Minnalla. Tästä jo huomaamme, että Johannes on oppinut nopeammin tai paremmin. Tosin Johanneksella oli kaiken kaikkiaan altistumisaikaa koko pelissä vähemmän kuin Minnalla. Kuvassa 6.4 näkyy myös, että Johanneksen käyrät molemmissa kirjaimissa nousevat hieman jyrkemmin kuin Minnan käyrät. Kuvia tarkasteltaessa pitää kuitenkin huomata, että käyrien asteikot ovat mukautuvia, joten kuvissa on eri asteikot. Kuitenkin Johanneksella näyttää olevan molemmissa ärsykeissä vähemmän vaakatasossa meneviä kohtia, eli vähemmän virheitä. Myös Johannes on oppinut M-kirjaimen ennen N-kirjainta.

Analyzer ei sulje kokonaan pois adaptaatiota tuloksissaan. Jos pelaaja pelaa paljon tiettyä kenttää, tulee hänelle paljon peliaikaa siinä ja paljon peliaikaa kaikissa sen kentän ärsykeissä. Näin ollen kaikkien ärsykkeiden suorat ovat pitkiä. Kuitenkin ne ärsykkeet, joissa virheitä tulee paljon, ovat erotettavissa, koska niissä on paljon vaakasuoria kohtia. Muutaman huonosti menneen ärsykkeen erottaminen tämän analysointitavan avulla on helppoa. Jos pelaajalla menee tasaisen heikosti, on hyvin vaikeaa Analyzerin avulla sanoa, mistä se johtuu ja erityisesti missä ärsykeissä on vaikeuksia. Lisäk-



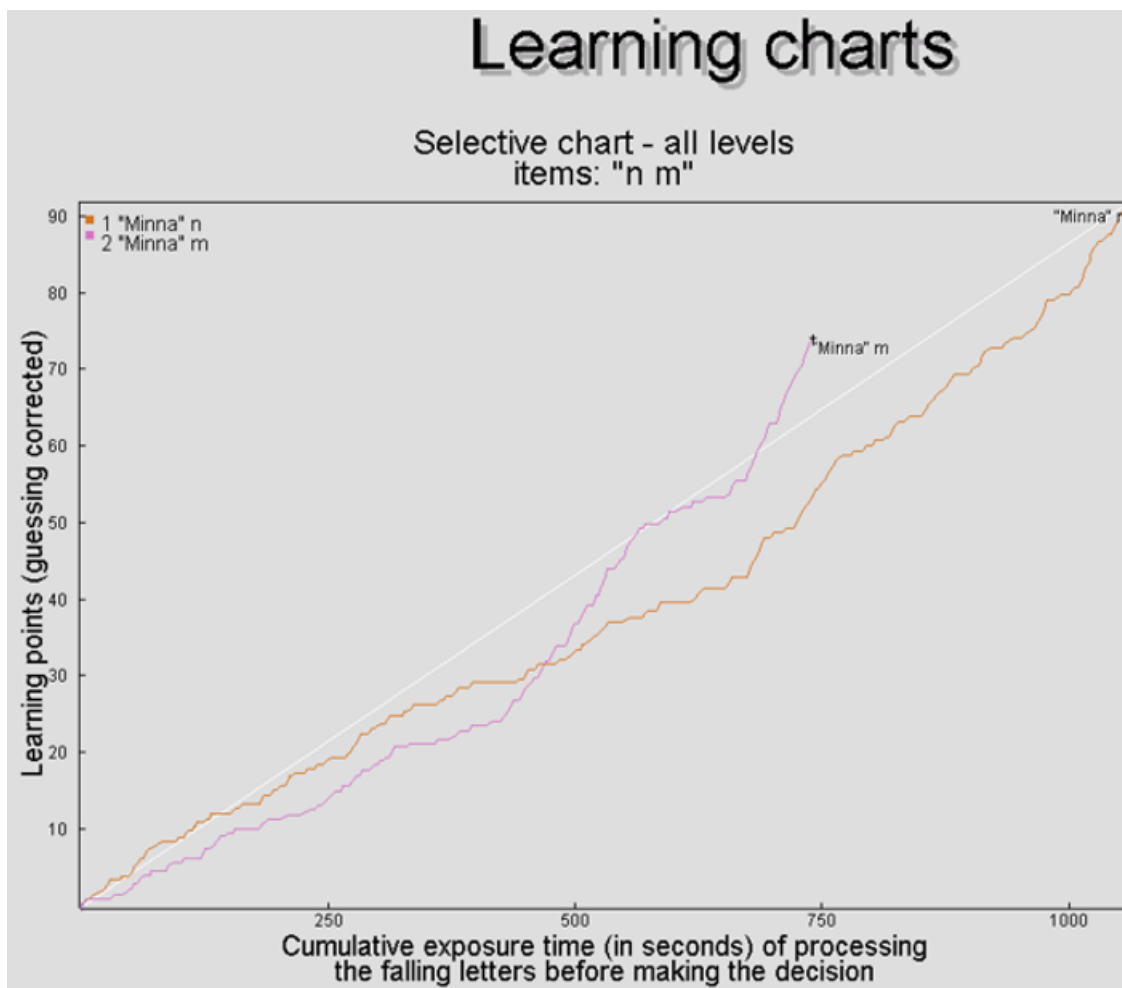
Kuva 6.2: Johanneksen kulmakertoimet kirjaimista.

si korkeusakselin Learning Points -arvo saa sitä korkeamman arvon, mitä enemmän ärsykkeellä on distraktoreita. Tällä tavalla ongelma on sama kuin Excelin avulla tehdyissä käyrissä. Tietyt ärsykkeet, jotka ovat ärsykelistalla alkupäässä, saavat useimmin vähemmän distraktoreita kuin ärsykelistan loppupäässä olevat ärsykkeet. Näin esim. A-kirjaimen pisteet jäävät varmasti pienemmiksi kuin olisi pelaajan taitojen mukaan tarkoitus.

Analyzerin toinen huono puoli on se, että sen avulla ei saa selville, millaisissa tapauksissa pelaaja virheitä tekee. Montako distraktoria ja mikä on pallojen putoamisnopeus, jäävät täysiksi arvoituksiksi. Myöskään sitä, mitkä kirjaimet sekoittuvat keskenään ei tällä tavalla saada selville. Analyzerin avulla ei suoraan pystytä sanomaan, erottaako pelaaja N:t ja M:t toisistaan.

### 6.3 Tulokset pelaamisesta Graphotaulukon mukaan

Graphotaulukon perusteella voimme tarkastella pelaajan pelin etenemistä kahdella eri tavalla. Ensimmäisessä taulukkonäkymässä ovat pelaajan ensimmäisen ja kolmen vii-



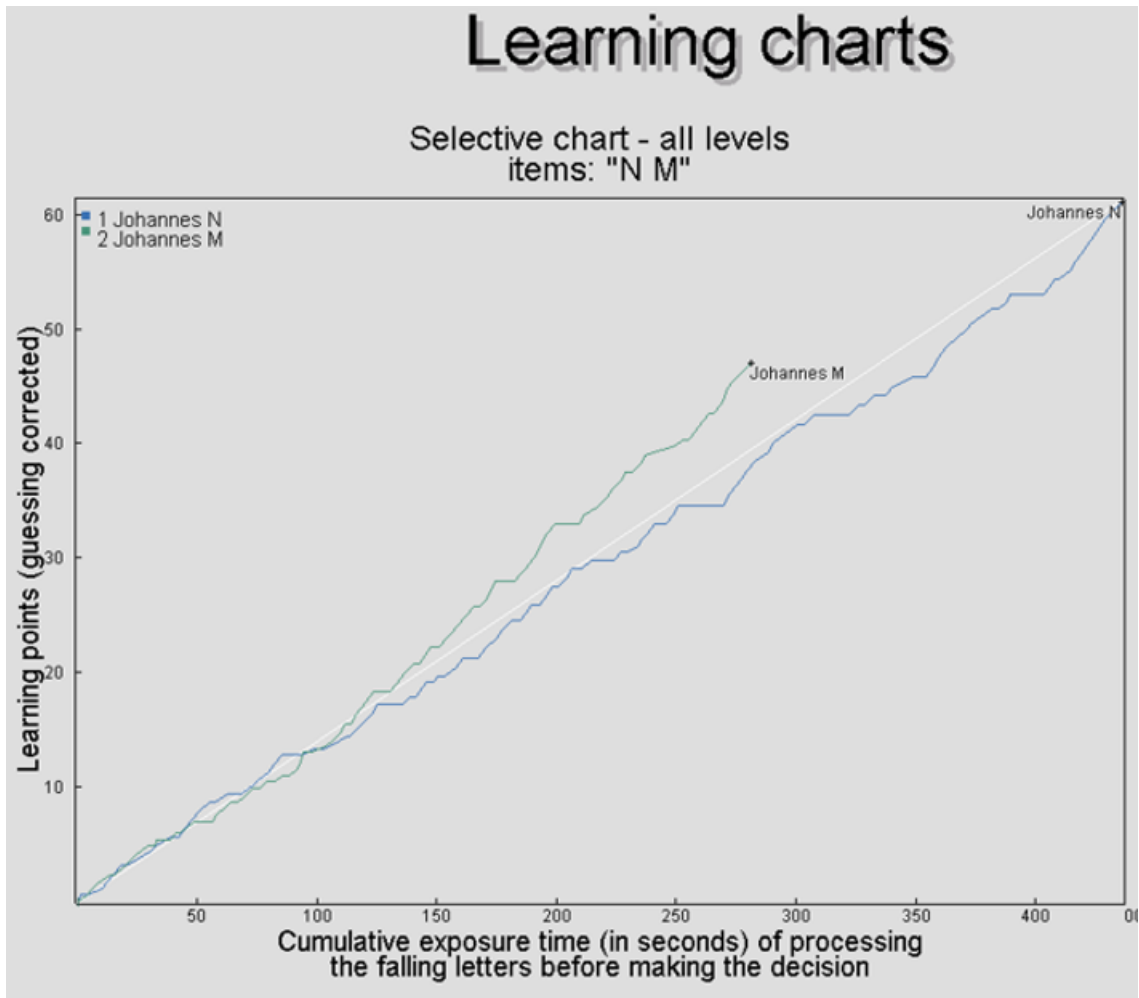
Kuva 6.3: Minnan Analyzer-kuva kirjaimista m ja n.

meisen pelikerran vastaukset eriteltyinä. Lisäksi ensimmäisessä taulukkonäkymässä näkyy tulokset kaikkien pelikertojen yli. Ensimmäisestä taulukkonäkymästä voimme siis tarkastella pelaajan yksittäisiä vastauksia tiettyyn ärsykkeeseen tietyllä pelikerralla sekä kaikilla pelikerroilla.

Toisessa taulukkonäkymässä ovat esitettyinä ensimmäisten ja viimeisten trialien vastaukset. Toiseen taulukkonäkymään on mahdollista määritellä, kuinka monta kunkin ärsykkeen trialia sekä alusta että lopusta otetaan mukaan laskentaan.

Ensimmäisen taulukkonäkymän (kuva 6.5) perusteella Minna on osannut ensimmäisellä pelikerralla 25% oikein M-kirjaimen ollessa kohdeärsykkeenä ja N-kirjaimen kokonaan oikein. Loppua kohden tulos kuitenkin paranee, koska Minnalla kolmella viimeisellä pelikerralla ei virheitä tarkasteltavissa ärsykkeissä juurikaan ole.

Minnan tuloksista ensimmäisen taulukkonäkymän perusteella voimme myös tarkastella distraktoreiden määrää. Kaiken kaikkiaan M-kirjain on esiintynyt 3156 ja N-kirjain



Kuva 6.4: Johanneksen Analyzer-kuva kirjaimista M ja N.

on esiintynyt 3143 kertaa kohdeärsykkeenä. Yhden ärsykkeen esiintyminen kohdeärsykkeenä on Minnalla iso ja siten tästä ärsykkeestä saadut tulokset ovat melko kuvaavia. Ensimmäisellä pelikerralla vastaava luku on ollut M-kirjaimella 52 ja N-kirjaimella 13.

Ensimmäisen taulukkonäkymän viimeisen sarakkeen lukujen perusteella Minna on osannut molemmissa tarkasteltavissa ärsykkeissä kaiken kaikkiaan 61% oikein. M-kirjaimessa Minna on osannut oikein 109 kertaa niistä 178 kerrasta, jolloin M on ollut kohdeärsykkeenä. Kaiken kaikkiaan M-kirjaimella on Minnalla ollut 622 distraktoria, eli se on esiintynyt niin monen ärsykkeen kanssa. Tuo luku ei tarkoita eri ärsykeitä, vaan on summa kaikista ärsykkeistä, joiden kanssa M on esiintynyt. N-kirjaimen taas Minna on osannut 144 kertaa oikein sen 236 kerrasta, jolloin se on ollut kohdeärsykkeenä. N-kirjaimen kanssa on esiintynyt 698 distraktoria.

Toisen taulukkonäkymän (kuva 6.7) alku- ja loppupään esitettyjä trialeita verrat-

taessa on Minna 20 ensimmäisellä kerralla M-kirjainta kysyttäessä vastannut vain 45% oikein ja N-kirjainta kysyttäessä vastannut 70% oikein. Lopussa 20 viimeisellä kohdeärsykeitä kysytyllä trialilla vastaavat luvut ovat olleet 95% ja 90%.

Molemmissa Minnan Graphotaulukon näkymissä näky, että kumpaakaan tarkastelussa olevista ärsykkeistä ei Minna ole oppinut täydellisesti. Kuitenkin koko pelin aikana oppimista on tapahtunut jonkin verran. Ensimmäisen taulukkonäkymän osaa-misprosentti molemmissa ärsykkeissä on 61, joten ihan hirmuisen hyvin peli kaiken kaikkiaan näiden ärsykkeiden kohdalla ei ole mennyt. Kuitenkin ottaen huomioon 20 viimeisen pelikerran tuloksen, joka on 95 ja 90 prosenttia oikeita vastauksia, on loppua kohden parantumista tapahtunut.

Ensimmäisen taulukkonäkymän (kuva 6.6) perusteella Johannes on osannut ensimmäisellä pelikerralla molemmat tarkasteltavat ärsykkeet kokonaan oikein. Kuitenkin kolmella viimeisellä pelikerralla on virheitä ollut jonkin verran, tosin ihan viimeinen pelikerta on täysin virheetön. Esimerkiksi kolmanneksi viimeisellä pelikerralla M-kirjaimessa on oikein mennyt vain 80% ja N-kirjaimessa vain 60% vastauksista.

Ensimmäisen taulukkonäkymän perusteella voimme myös tarkastella Johannekselle esitettyjen ärsykkeiden määrää. Kaiken kaikkiaan Johanneksen peleissä M-kirjain on esiintynyt 1688 kertaa ja N-kirjain 1645 kertaa. Yhden ärsykkeen esiintyminen kohdeärsykkeenä on Johanneksella huomattavasti pienempi kuin Minnalla. Luku on kuitenkin niin iso, että myös Johanneksen tulokset ovat varsin kuvaavia. Koska tämä luku on Johanneksella pienempi kuin Minnalla, voidaan pelkästään sen perusteella tulkita, että Johannes on oppinut Minnaa paremmin. Luvun avulla voidaan tarkastella oppimista, koska kirjainta toistetaan pelissä kunnes se saadaan kolme kertaa peräkkäin oikein - näin pelaaja joka ei osaa, saa samasta ärsykkeestä useampia altistuskertoja. Eli siis Minna on osannut huonommin, koska luku on hänellä isompi. Pelin pelaamisen määrä vaikuttaa myös lukuun, mutta Johanneksen ja Minnan kohdalla altistumisajan ero on vain noin tunnin ja näin isoa lukueroa ei tunnissa saa. Luku on siis tässä tapauksessa jo erottava tekijä.

Ensimmäisen taulukkonäkymän viimeisen sarakkeen lukujen perusteella Johanneksella on koko pelissä oikeita vastauksia M-kirjaimessa 73% ja N-kirjaimessa 68%. M-kirjaimessa Johannes on osannut oikein 70 kertaa niistä 95 kerrasta, jolloin M on ollut kohdeärsykkeenä. Kaiken kaikkiaan Johanneksella on M-kirjaimen kanssa esiintynyt 348 distraktoria, eli se on esiintynyt niin monen ärsykkeen kanssa. Tuo luku ei tarkoita eri ärsykeitä, vaan on summa kaikista ärsykkeistä, joiden kanssa M on esiintynyt. Johannes on osannut N-kirjaimen 85 kertaa oikein kaikista 124 kerrasta, jolloin se on ollut kohdeärsykkeenä. N-kirjaimen kanssa on esiintynyt 558 distraktoria.

Toisen taulukkonäkymän ” (kuva 6.8) alku- ja loppupään esitettyjä trialeita verrat-

Target	First session	Latest 2	Latest 1	Latest	Total %
A	0/1/2 0% (811) 100% / 1			0/1/2 0% (811) 100% / 1	0/1/2 0%
a	5/11/27 45% (1) 55% / 11	3/3/7 100% 0% / 3	3/3/9 100% 0% / 3	0/2/10 0% (3226) 100% / 2	139/211/593 65%
b	2/2/5 100% (1186) 0% / 2	4/6/36 66% 34% / 6	8/15/46 53% 47% / 15	3/3/13 100% (3217) 0% / 3	40/71/245 56%
d	3/3/7 100% (1181) 0% / 3	3/3/19 100% 0% / 3	3/5/21 60% 40% / 5	3/5/27 60% (3211) 40% / 5	25/43/168 58%
e	5/13/36 38% (11) 62% / 13	3/3/22 100% 0% / 3	3/7/34 71% 29% / 7	5/8/36 62% (3160) 38% / 8	158/258/811 61%
f	0/1/2 0% (1207) 100% / 1	1/2/13 50% 50% / 2	4/4/9 100% 0% / 4	3/3/17 100% (3218) 0% / 3	26/33/116 78%
g	1/1/2 100% (1195) 0% / 1	3/3/8 100% 0% / 3	3/3/26 100% 0% / 3	1/1/5 100% (3225) 0% / 1	31/36/151 86%
h	1/1/2 100% (389) 0% / 1	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/15 100% 0% / 3	8/15/98 53% (3216) 47% / 15	56/85/345 65%
i	3/3/9 100% (2) 0% / 3	3/3/9 100% 0% / 3	3/3/9 100% 0% / 3	3/3/6 100% (3135) 0% / 3	111/146/359 76%
j	2/3/7 66% (167) 34% / 3	4/6/37 66% 34% / 6	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/26 100% (3183) 0% / 3	68/87/346 78%
k	1/5/11 20% (166) 80% / 5	7/9/49 77% 23% / 9	5/6/25 83% 17% / 6	3/3/25 100% (3177) 0% / 3	71/110/421 64%
l	6/18/44 33% (21) 67% / 18	3/3/15 100% 0% / 3	3/3/21 100% 0% / 3	2/2/10 100% (3230) 0% / 2	121/185/612 65%
m	2/8/17 25% (52) 75% / 8	3/3/26 100% 0% / 3	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/13 100% (3156) 0% / 3	109/178/622 61%
n	3/3/10 100% (13) 0% / 3	3/3/18 100% 0% / 3	5/6/25 83% 17% / 6	3/3/10 100% (3143) 0% / 3	144/236/698 61%
o	3/3/8 100% (10) 0% / 3	3/3/28 100% 0% / 3	3/3/13 100% 0% / 3	3/3/13 100% (3150) 0% / 3	121/161/608 63%
p	2/2/5 100% (159) 0% / 2	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/25 100% 0% / 3	1/1/5 100% (3228) 0% / 1	88/111/454 79%
r	2/3/7 66% (35) 34% / 3	3/3/14 100% 0% / 3	3/3/16 100% 0% / 3	2/2/10 100% (3227) 0% / 2	107/138/515 77%
s	3/3/9 100% (10) 0% / 3	3/3/15 100% 0% / 3	3/3/17 100% 0% / 3	3/4/14 75% (3145) 25% / 4	109/144/430 75%
t	1/1/3 100% (63) 0% / 1	3/3/24 100% 0% / 3	5/6/29 83% 17% / 6	3/3/26 100% (3171) 0% / 3	90/139/535 64%
u	3/3/9 100% (4) 0% / 3	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/8 100% 0% / 3	1/1/5 100% (3221) 0% / 1	155/222/627 69%
v	1/1/2 100% (186) 0% / 1	5/7/41 71% 29% / 7	5/6/25 83% 17% / 6	3/3/27 100% (3186) 0% / 3	56/105/440 53%
w	1/1/3 100% (383) 0% / 1	3/3/13 100% 0% / 3	3/3/25 100% 0% / 3	2/2/10 100% (3229) 0% / 2	48/63/283 76%
x	7/12/29 58% (149) 42% / 12	3/3/25 100% 0% / 3	3/3/11 100% 0% / 3	3/3/26 100% (3176) 0% / 3	88/137/489 64%
y	1/1/3 100% (385) 0% / 1	5/5/19 100% 0% / 5	3/4/33 75% 25% / 4	2/2/10 100% (3231) 0% / 2	50/77/327 64%

Kuva 6.5: Minnan Graphotaulukon ensimmäinen näkymä.

Target	First session	Latest 2	Latest 1	Latest	Total %
A	3/3/7 100% (1) 0% / 3	2/2/10 100% 0% / 2	3/3/11 100% 0% / 3	3/3/9 100% (1632) 0% / 3	67/68/220 98%
B	3/3/6 100% (89) 0% / 3	4/4/17 100% 0% / 4	2/2/7 100% 0% / 2	3/3/11 100% (1424) 0% / 3	19/19/73 100%
D	12/21/48 57% (86) 43% / 21	3/3/8 100% 0% / 3	2/2/10 100% 0% / 2	8/14/45 57% (1449) 43% / 14	34/51/154 66%
E	7/14/37 50% (13) 50% / 14	3/3/13 100% 0% / 3	3/3/15 100% 0% / 3	3/3/13 100% (1641) 0% / 3	70/92/352 76%
F	4/5/11 80% (91) 20% / 5	5/7/30 71% 29% / 7	1/1/3 100% 0% / 1	4/4/13 100% (1448) 0% / 4	21/24/82 87%
G	4/7/18 57% (121) 43% / 7	1/1/3 100% 0% / 1	4/5/12 80% 20% / 5	1/1/5 100% (1456) 0% / 1	22/27/93 81%
H	4/6/16 66% (69) 34% / 6	6/10/36 60% 40% / 10	3/3/7 100% 0% / 3	3/3/11 100% (1724) 0% / 3	39/52/176 75%
I	3/3/7 100% (2) 0% / 3	3/3/7 100% 0% / 3	3/3/9 100% 0% / 3	3/3/8 100% (1336) 0% / 3	48/48/130 100%
J	5/6/19 83% (62) 17% / 6	4/4/15 100% 0% / 4	3/3/9 100% 0% / 3	7/10/26 70% (1720) 30% / 10	43/54/162 79%
K	4/6/15 66% (46) 34% / 6	2/3/22 66% 34% / 3	5/6/22 83% 17% / 6	8/12/43 66% (1446) 34% / 12	43/57/184 75%
L	3/3/13 100% (21) 0% / 3	5/6/22 83% 17% / 6	3/3/11 100% 0% / 3	1/2/10 50% (1462) 50% / 2	56/63/225 84%
M	3/3/7 100% (20) 0% / 3	4/5/21 80% 20% / 5	3/4/13 75% 25% / 4	3/3/14 100% (1688) 0% / 3	70/95/348 73%
N	3/3/7 100% (11) 0% / 3	6/10/43 60% 40% / 10	3/3/13 100% 0% / 3	3/3/13 100% (1645) 0% / 3	85/124/558 68%
O	3/3/7 100% (23) 0% / 3	3/3/10 100% 0% / 3	4/5/18 80% 20% / 5	3/3/8 100% (1672) 0% / 3	66/63/253 75%
P	5/7/17 71% (45) 29% / 7	3/3/13 100% 0% / 3	3/3/12 100% 0% / 3	1/2/10 50% (1459) 50% / 2	53/69/236 76%
R	3/3/6 100% (19) 0% / 3	3/3/19 100% 0% / 3	3/3/9 100% 0% / 3	1/1/5 100% (1458) 0% / 1	44/45/195 97%
S	3/3/9 100% (8) 0% / 3	0/1/4 0% 100% / 1	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/13 100% (1345) 0% / 3	46/51/218 90%
T	3/3/6 100% (37) 0% / 3	4/5/21 80% 20% / 5	3/4/12 75% 25% / 4	3/3/12 100% (1682) 0% / 3	69/107/371 64%
U	3/3/8 100% (6) 0% / 3	2/2/10 100% 0% / 2	3/3/12 100% 0% / 3	3/3/10 100% (1622) 0% / 3	71/74/290 95%
V	3/3/10 100% (53) 0% / 3	1/1/9 100% 0% / 1	9/15/54 60% 40% / 15	4/6/24 66% (1407) 34% / 6	34/47/162 72%
Y	5/7/17 71% (38) 29% / 7	4/6/19 66% 34% / 6	4/4/14 100% 0% / 4	2/2/10 100% (1461) 0% / 2	39/52/193 75%
A	3/3/6 100% (38) 0% / 3	3/3/23 100% 0% / 3	3/3/16 100% 0% / 3	3/3/15 100% (1379) 0% / 3	43/48/164 89%
O	9/13/30 69% (81) 31% / 13	2/2/6 100% 0% / 2	3/4/12 75% 25% / 4	0/2/10 0% (1463) 100% / 2	34/50/176 68%

Kuva 6.6: Johanneksen Graphotaulukon ensimmäinen näkymä.

taessa on Johannes vastannut 20 ensimmäisellä kerralla M-kirjainta kysyttäessä 65% oikein ja N-kirjainta kysyttäessä vastannut 80% oikein. Lopussa 20 viimeisellä kohdeärsykkeitä kysytyllä trialilla vastaavat luvut ovat olleet 85% ja 80%.

Johanneksen Graphotaulukon näkymissä näkyy, että kumpaakaan tarkastelussa olevista ärsykkeistä hän ei ole oppinut täydellisesti. Kuitenkin koko pelin aikana oppimista on tapahtunut. Ensimmäisen taulukonäkymän osaamisprosentit ovat 73 ja 68, joten Johanneksenkaan peli ei ole mennyt tosi hyvin näiden ärsykkeiden kohdalla. Kuitenkin ottaen huomioon 20 viimeisen pelikerran tuloksen, joka on 85 ja 80 prosenttia oikeita

vastauksia, on loppua kohden oppimista tapahtunut.

Minnan ja Johanneksen pelituloksia verrattaessa huomataan, että Johanneksen ensimmäisen pelikerran ja koko pelin onnistumisprosentit ovat korkeampia kuin Minnalla. Mutta 20 viimeisen trialin tulokset ovat päinvastoin - Minna on ollut niissä Johannesta parempi. Tulosta ei sen paremmin pysty selittämään - saattaa olla, että Johanneksen keskittyminen ei ole viimeisillä pelikerroilla ollut enää niin hyvää tai sitten Minnalla on ollut silloin parempi tuuri arvausten kanssa. Kuitenkin kokonaisuutena Johannes on osannut hieman paremmin, joskin hänen taitonsa tämän analyysin mukaan ei ole kehittynyt pelin aikana niin paljon kuin Minnan. Minnaa ja Johannesta verrattaessa on kuitenkin huomattava että Minna on pelannut tarkasteltavana olevia ärsykeitä melkein kolme kertaa niin paljon kuin Johannes.

Player: "Minna"	Target item	# of best trials	Last 20 trials
A	0%	-	-
b	55%	80%	80%
p	50%	65%	65%
d	45%	70%	70%
e	45%	75%	75%
f	70%	92%	92%
g	75%	100%	100%
h	75%	65%	65%
i	65%	95%	95%
j	90%	90%	90%
k	30%	85%	85%
l	30%	90%	90%
m	45%	95%	95%
n	70%	90%	90%
o	60%	95%	95%
p	75%	85%	85%
q	55%	90%	90%
r	85%	90%	90%
s	40%	95%	95%
t	70%	95%	95%
v	55%	80%	80%
w	75%	90%	90%
x	70%	95%	95%
y	35%	90%	90%

Kuva 6.7: Minnan Graphotaulukon toinen näkymä.

Graphotaulukosta saa pelaamisesta tuloksia ihan puhtaina numeroina. Varsinkin opettajat ovat kokeneet tämän erittäin tärkeäksi tavaksi saada tuloksia. Kuten esimerkiksi näimme eivät puhtaat luvutkaan kuitenkaan kerro kaikkea. Johanneksen kahdenkymmenen viimeisen trialin heikot tulokset hämmästyttävät.

Graphotaulukko ei huomioi adaptaatiota mitenkään. Siinä nähdään vain se, kuinka monta kertaa kysytty ärsyke on mennyt oikein. On hyvin vaikea näiden lukujen perusteella arvioida pelaajan taitoja, koska emme saa tietää, monenko distraktorin ja miten vaikeiden distraktoreiden kanssa ärsyke on esiintynyt. Kuitenkin luvut antavat kuvaa oppimisesta. Voidaan olettaa, että lapsi oppii, jos alussa pieni osaamisprosentti nousee pelaamisen myötä.

Graphotaulukosta ei myöskään saa selville, missä ärsykkeen oppimisen ongelmat ovat. Siitä ei saa selville, mihin ärsykkeeseen pelaaja kohdeärsykkeen sekoittaa, joten

Target item	First 20 trials	Last 20 trials
Player: Johannes		
A	100%	100%
B	100%	-
D	55%	70%
E	55%	90%
F	85%	100%
G	80%	85%
H	70%	75%
I	100%	100%
J	75%	85%
K	80%	70%
L	80%	80%
M	65%	85%
N	80%	80%
O	70%	95%
P	75%	90%
R	95%	100%
S	90%	85%
T	60%	80%
U	100%	95%
V	85%	60%
Y	75%	75%
A	80%	100%
O	70%	65%

Kuva 6.8: Johanneksen Graphotaulukon toinen näkymä.

tälläkään analyysitavalla ei saada vastausta siihen, osaako pelaaja erottaa M- ja N-kirjaimet toisistaan.

## 6.4 Bayesiläisen tilastollisen mallin mukaan piirretyt kaaviot

Bayesiläisen tilastolaskennan avulla saadaan piirrettyä Ekapelin lokitiedostosta kuvia siitä, miten pelaaja on osannut ärsykeitä. Laskennan avulla piirretään jokaisesta ärsykkeestä oma niin kutsuttu päivänkakkara. Päivänkakkaroista voidaan tarkastella erityisesti sitä, miten pelaaja oppii erottamaan kohdeärsykkeen muista ärsykkeistä. Tämän avulla voidaan päätellä, onko pelaaja opinut.

Tarkasteltavien pelaajien päivänkakkaroista voidaan sanoa, että molemmilla pelaajilla on ollut todella paljon vaikeuksia oppia tarkastelun kohteena olevia M- ja N-kirjaimia.

Tarkasteltavalla pelaajallamme Minnalla on varsin sekavat päivänkakkarat. Kuvasta 6.9, jossa näkyvät kaikki tarkasteltavien kohdeärsykkeiden kanssa esiintyneet distraktorit, näemme, että Minna on alussa sekoittanut sekä M-kirjaimen että N-kirjaimen toisiinsa sekä useaan muuhun ärsykkeeseen. Vihreistä terälehdistä voimme huomata, että loppua kohden Minna on oppinut erottamaan tarkasteltavat kirjaimet joistakin distraktoreista, mutta ei kuitenkaan läheskään kaikista. Kuvassa 6.11 on esitetty ainoastaan tarkasteltavat kirjaimet ja niiden sekoittuminen ja siitä näemme, että Minna on oppinut erottamaan useimmiten M:n N:stä, mutta ei toisinpäin. Kuitenkin sellaista trialia, jossa N-kirjain on kohdeärsykkeenä ja M-kirjain distraktorina on Minnalle esitetty vain kahdeksan kertaa.



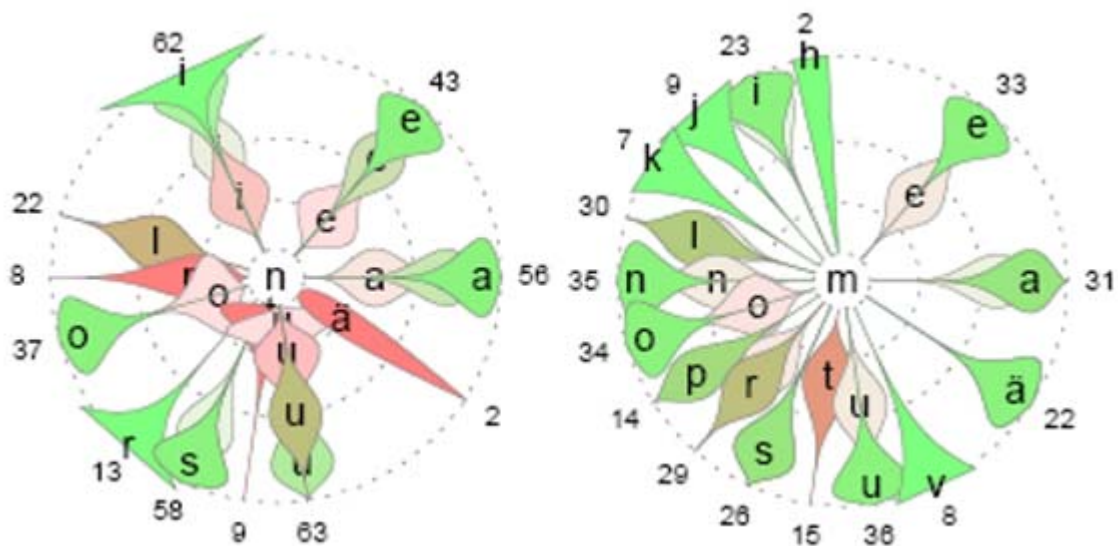
Näyttää siltä, että kumpaakaan tarkasteltavaa kohdeärsykettämme Minna ei ole oppinut kunnolla erottamaan muista ärsykkeistä. M-kirjaimen ja N-kirjaimen erottaminenkin on Minnalle edelleen hankalaa, mutta M-kirjaimen hän erottaa N-kirjaimesta helpommin. Minnan osaaminen näyttää kuitenkin päivänkakkaroitten mukaan olevan varsin hajanaista ja vaihtelevaa.

Johanneksenkaan päivänkakkarat eivät näytä kovin selkeiltä. Kaikkia tarkasteltavien kohdeärsykkeiden kanssa esiintyneitä distraktoreita kuvaavasta kuvasta 6.10 voidaan sanoa, että alussa Johannes on sekoittanut M-kirjaimen ja N-kirjaimen moneen distraktoriin. Kuitenkin M-kirjaimen Johannes on alusta asti osannut hieman paremmin, joskaan ei täydellisesti. M-kirjaimessa Johanneksella on niin vähän esityskertoja, että sen päivänkakkarassa ei ole näkyvissä pelin etenemistä. Koska M-kirjaimen päivänkakkarassa on paljon vihreää ja esityskertoja on melko vähän, voimme siitä päätellä, että Johannes on osannut M-kirjaimen suhteellisen usein. N-kirjaimen kohdalla näin ei ole vaan esityskertoja on paljon ja silti etenemistä on tapahtunut aika vähän. Tietty distraktorit Johannes on erottanut N-kirjaimesta alusta asti, mutta tiettyjen distraktoreiden kanssa hänellä tulee melkein aina virheitä. Kuitenkin eniten vaikeuksia tuottaneita kirjaimia Y, V, T, M, K ja J on esitetty vain muutamia kertoja, joten sen perusteella oppimisesta on vaikea sanoa mitään. Kuvasta 6.12, jossa on esitetty ainoastaan tarkasteltavat kirjaimet ja niiden sekoittuminen, näemme, että Johannes on oppinut erottamaan melkein aina M:n N:stä, mutta ei toisinpäin. Tosin sellaisia trialeja, joissa molemmat tarkasteltavat ärsykkeet ovat esiintyneet yhdessä, on Johannekselle pelissä tullut vain vähän.

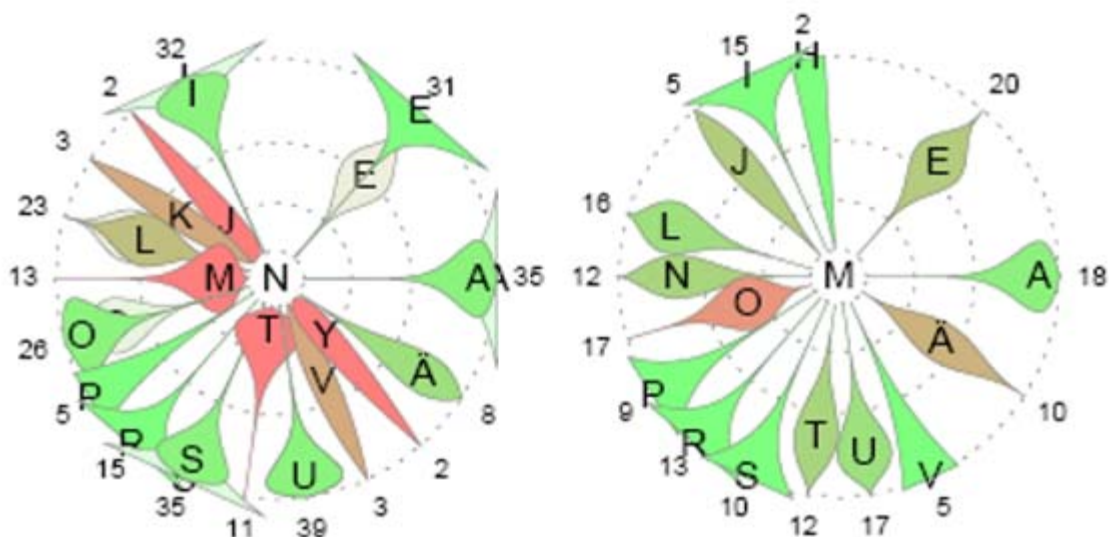
Päivänkakkaroitten mukaan Johannes on oppinut varsin hyvin pelin aikana erityisesti ne ärsykkeet, joita on esitetty yhdessä. Jos hän olisi saanut enemmän harjoitusta muistakin ärsykkeistä yhdessä, hän olisi varmasti oppinut nekin. Johanneksen peli näyttää kuitenkin etenevän koko ajan.

Kaiken kaikkiaan tämä analyysitapa antaa hyvän kuvan siitä, mitkä ärsykkeet pelaaja osaa ja mitkä kirjaimet sekoittuvat keskenään. Myöskin sitä, mitä ärsykejä on pelattu ja kuinka paljon, pystytään tarkastelemaan tällä tavalla. Päivänkakkaroista saadaan helposti selville, kuinka pelaaja erottaa M- ja N-kirjaimet toisistaan.

Bayesiläinen malli ei huomioi pelin adaptoivuutta ollenkaan. Siinä verrataan aina vain kahta ärsykettä toisiinsa, joten adaptaation vaikutuksella ei ole merkitystä. Kuitenkin edelleen pelin sisältöjen adaptoituminen vaikuttaa siihen, että tiettyjä ärsykejä esitetään yhdessä vain hyvin harvoin tai ei ollenkaan. Tällä analysointitavalla ei siis näistä pareista saada tietoa ollenkaan. Pääasiassa, kun peliaikaa kertyy paljon, jokaisesta ärsyke-distraktori-parista saadaan tietoa.



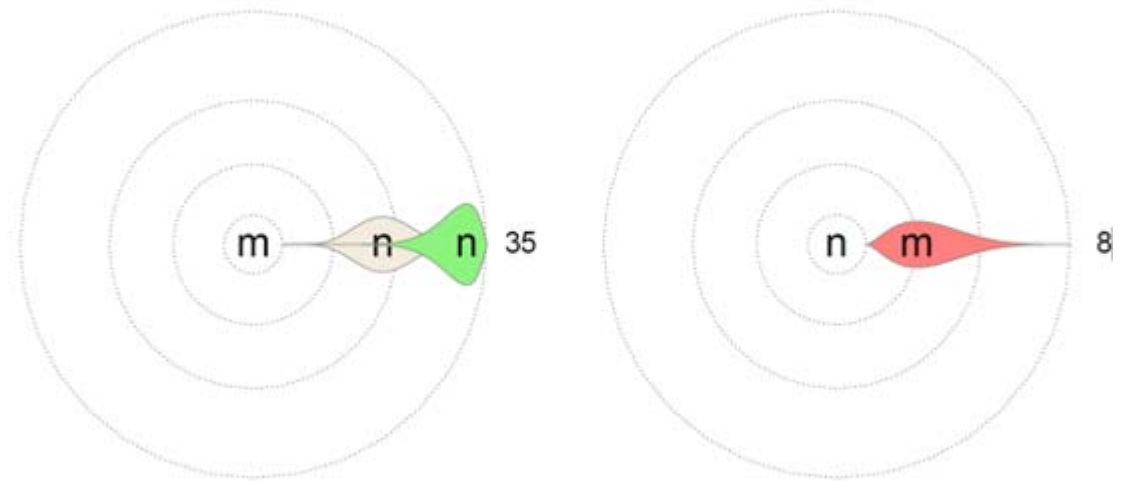
Kuva 6.9: Minnan päivänkakkara, jossa näkyvät kaikki kirjaimet.



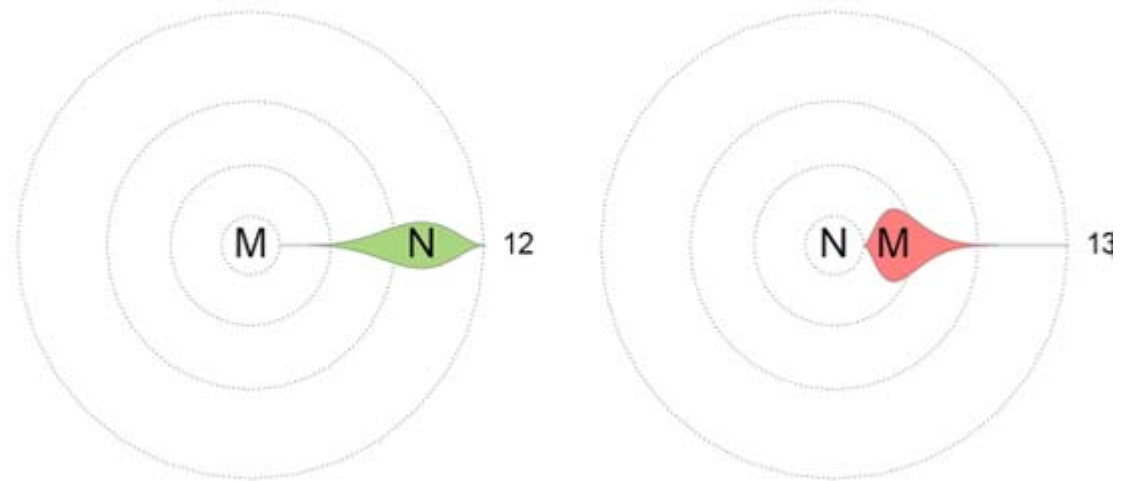
Kuva 6.10: Johanneksen päivänkakkara, jossa näkyvät kaikki kirjaimet.

## 6.5 Analysointiohjelmien vertailu

Analysointimallien merkittävimmäksi eroiksi osoittautui ärsykkeiden sekoittaminen toisiinsa. Jokaisesta eri analysointitavasta voidaan seurata pelin etenemistä ja huomata, että oppimista tapahtuu, mutta sitä, mihin pelaaja ärsykkeen aluksi sekoittaa ja oppiiko hän pelin aikana erottamaan kirjaimet toisistaan, ei tule ilmi kaikissa malleissa. Jokainen analysointiohjelma keskittyy kuitenkin varsin tarkasti siihen, mihin on tar-



Kuva 6.11: Minnan päivänkakkara, jossa näkyy vain M-ja N-kirjaimet.



Kuva 6.12: Johanneksen päivänkakkara, jossa näkyy vain M-ja N-kirjaimet.

koituskin, eli pelaajan tulosten vertaamiseen saman pelaajan edellisiin pelituloksiin. Pelaajia on kaiken kaikkiaan tarkoitus verrata vain itseensä ja se onnistuu.

Jokainen analysointimalli kuvaa oppimista omalla tavallaan. Jokaisen analysointimallin pohjalta voidaan sanoa, että Johannes oppi Minnaa paremmin. Oppimisen taustoista ja siitä, mitä opitaan, ei voida kovin tarkasti tarkastella muissa kuin Grap-hotaulukossa ja bayesiläisissä päivänkakkaroissa.

Pelaajan vastaamisen nopeutta mukana analysoinnissa käytetään Excel-ohjelmassa tehtävissä PNS-suorissa sekä Ekapelissä olevassa Analyzerissa. Tästä ei kuitenkaan ole suurta hyötyä, sillä pelaajan vastauksen nopeus voi riippua niin monesta asiasta,

että harvemmin sillä on suurta merkitystä. Pelaajan motoriset taidot saattavat olla eritasoisia ja sen lisäksi jokainen pelaaja pelaa peliä omalla tyyllillään - kaikki eivät yritä vastata mahdollisimman nopeasti.

PNS-suorien avulla pelin etenemisestä ei saada kovin hyvää kuvaa, joskin siitä saadaan näkyviin se, kuinka nopeasti joku kirjain on opittu.

Analyzer-ohjelma koettaa kuvata jokaisen ärsykkeen pelaamista erikseen, koko pelaamisen aikana. Analyzerin suurin ongelma on skaalautuvuus. Samanlaisessa ikkunassa näytetään jokainen ärsyke, mutta ikkuna mukautuu jokaisen ärsykkeen mukaan erikseen, joten on hyvin vaikea verrata esim. kahta eri kuvaa, joissa on ärsykkeiden käyriä. Kuitenkin saman pelaajan samaan ikkunaan piirrettyjä käyriä on helppo verrata toisiinsa. Analyzerin avulla ei kuitenkaan saa selkeää kuvaa siitä, mikä ärsyke on opittu ja miten oppiminen on edennyt.

Graphotaulukko antaa todella paljon informaatiota ja ongelmana saattaa usein olla oikean informaation löytäminen taulukosta. Taulukon tärkein anti on kuitenkin se, kuinka monta kertaa mikäkin ärsyke on esitetty kohdeärsykkeenä ja kuinka monta kertaa niistä se on osattu oikein. Tämän on huomattu olevan ainakin opettajille oleellinen informaatio. Lisäksi on erittäin hyvä, että taulukosta pystytään katsomaan pelin etenemistä, koska siinä esitetään ensimmäisen pelikerran tulos ja sen lisäksi kolmen viimeisen pelikerran tulos. Näin on helppo nähdä, onko edistymistä tapahtunut. Lisäksi taulukko kertoo sen, kuinka monen distraktorin kanssa kukin kohdeärsyke on esitetty, mikä myöskin on tärkeä tieto. Sen avulla voidaan sanoa, kuinka luotettava pelaajan oppimistulos on: jos pelaaja on osannut tietyn ärsykkeen vaikkapa 80 prosenttisesti, niin tämän tuloksen oleellisuuteen vaikuttaa se, onko se esitetty 4 vai 40 eri distraktorin kanssa.

Bayesiläisen mallin mukaan tehdyistä päivänkakkaroista nähdään selvästi pelaajan kehitys, jos peliaikaa ja pelattuja trialeita on paljon. Silloin voidaan jakaa pelaajan pelaaminen eri osiin ja seurata siten pelin etenemistä. Näin nähdään, onko pelaaja kehittänyt vai onko taso pysynyt samana. Lisäksi tämän analysointimallin mukaan on helpposti nähtävissä, mitkä ärsykkeet pelaaja sekoittaa keskenään. Jopa niin, että nähdään, mihin ärsykkeisiin pelaaja sekoittaa ärsykkeen sen ollessa kohdeärsykkeenä. Tällä tavalla nähdään selvästi, sekoittaako pelaaja vaikkapa juuri M-kirjaimen ja N-kirjaimen koko ajan toisiinsa vai sekoittaako hän aina vaan toisen toiseen. Bayesiläisen mallin mukaan piirretyt päivänkakkarat antavat kaiken kaikkiaan selvän kuvan oppimisesta, joskin lukuja se ei anna.

Kaiken kaikkiaan pelaajan pelaamisesta selkeimmän kuvan saa, jos tuloksista saa käytettäväkseen Graphotaulukon ja bayesiläisen mallin mukaan piirretyt päivänkakkarat. Silloin näkee selvästi, mitkä ärsykkeet sekoitetaan toisiinsa ja sen lisäksi saadaan

tarkat luvut siitä, montako kertaa tietty ärsyke on esitetty kohdeärsykkeenä ja montako kertaa siitä vastaus on mennyt oikein ja montako kertaa väärin.

## 6.6 Analysointiohjelmien jatkokehitysideoita

Kaiken kaikkiaan bayesiläiset päivänkakkarat ja Graphotaulukko yhdessä ovat varsin kattava tapa saada tuloksia Ekapelistä esiin. Kuitenkin saattaa olla, etteivät nekään ota tarpeeksi adaptaatiota huomioon. Adaptaatio näkyy molemmissa analysointimalleissa lähinnä vaihtoehtojen määränä, eli molemmissa tavoissa on nähtävillä jokaisen ärsykeen kohdalla ne ärsykkeet tai ainakin niiden ärsykkeiden määrä, jotka ovat toimineet distraktoreina tietyn kohdeärsykeen kanssa. Pelissä ärsykkeet tulevat esille kenttien sisälle määritellyn järjestyksen mukaan, mikä vaikuttaa siihen, että kaikki ärsykkeet eivät edes voi esiintyä kaikkien kanssa. Analysoitaessa tarkastellaan kuitenkin kirjaimia, tavuja ja sanoja omissa ryhmissään, joten kenttien olemassaoloa ei oteta huomioon missään analysointimallissa. Se, mitä distraktoreita kohdeärsykkeellä on ollut mahdollista, saada saattaisi olla oleellinen asia jatkokehitystä mietittäessä.

Jatkokehitystä ajatellen saattaisi olla mahdollista käyttää Ekapelin tiloja apuna tulosten analysointiin. Tarkastelemisen arvoista mielestäni on se, missä tilassa peli on ollut silloin, kun pelaaja on tehnyt tietyn valinnan. Olisiko mahdollista tehdä esimerkiksi Graphotaulukon tapaista taulukkoa, jossa näkyisi lisäksi, missä tilassa peli on ollut, kun pelaaja on valintansa tehnyt? Voisi luetella esimerkiksi jokaisen ärsykeen kohdalle ne tilat, joissa sitä ärsykettä on kohdeärsykkeenä pelattu. Tämä saattaisi helpottaa tulosten vertailua, koska on selvästi eri asia, onko pelaaja vastannut oikein tiettyyn ärsykkeeseen tilassa, jossa on 7 distraktoria tai 1 distraktori.

Jatkokehityksessä voi myös miettiä, onko analysointiohjelmien muokkaus ainoa tapa selvittää pelin tulosten analysointia. Voisiko pelin tulosten analysointia helpottaa vaikkapa muuttamalla pelin adaptaatiota hieman yksinkertaisemmaksi?

Tärkein asia jatkokehityksessä kuitenkin olisi analysointimenetelmien helppo saatavuus ja helppokäyttöisyys. Olisi hyvä, jos kaiken oleellisen tiedon saisi yhdellä kertaa, eikä tarvitsisi käyttää montaa eri ohjelmaa. Lisäksi tutkijan kannalta tärkeää olisi saada useamman pelaajan tiedot samaan kuvaan. Myös tietojen lajittelu ennen analysointien tekemistä on tärkeää, joten myös siihen tulisi panostaa. Tutkijan olisi helposti pystyttävä valitsemaan tietyt pelaajat ja heidän tietty pelilokinsa, ehkä jopa tietyltä ajalta, analyysijä varten.

## 7 Yhteenveto

Tietotekniikkaa käytetään koko ajan enemmän ja enemmän apuna opetuksessa ja oppimisessa. Yliopistoissa, ammattikorkeakouluissa, ammattikouluissa, lukioissa ja yläkouluissa tietokone ja tietoverkot ovat olleet oppimisen välineenä jo pitkään. Viime vuosina tietokoneet ovat valloittaneet myös alakouluja ja jopa päiväkoteja. Suurten ryhmäkokojen ja erilaisten oppimisvaikeuksien takia opettajat ovat valmiita kokeilemaan uusia ja erilaisia keinoja tehostamaan ja tukemaan opetustaan. Lapsen tärkein koulussa opittavista asioista on lukeminen. Lukemisen vaikeuksia ja tästä vaikeudesta johtuvia seurauksia on tutkittu paljon. Lukemisen oppimista erityisesti niillä lapsilla, joilla siinä on enustettavissa vaikeuksia, on tuettava mahdollisimman paljon ja ajoissa. Tätä varten on Jyväskylän yliopistossa professori Heikki Lyytisen johdolla kehitetty Ekapeli, joka opettaa lukemisen valmiuksia ja tukee lapsen lukemaan oppimista.

Tämän tutkimuksen aikana perehdyin oppimisen ja lukemaan oppimisen taustoihin ja teoriaan. Selvitin mahdollisimman pitkälle sitä psykologista taustaa, jonka pohjalta Ekapeli on tehty. Lisäksi perehdyin lukemaan oppimisen vaikeuksiin, dysleksiaan. Kun Ekapelin teoreettinen tausta oli selvitetty, kävin käsiksi itse peliin. Selvitin pelin taustaa varsin tarkkaan. Tutkimuksessani selvitän Ekapelin ohjelmallisen taustan, sen ratkaisuja ja niiden syitä myöten. Lisäksi kuvaan Ekapelin kehitystä ja sen ohjelmointitapaa. Yksi iso osa tutkimustani oli selvittää, miten Ekapelin adaptaatio toimii. Se olikin iso työ. Ekapelin adaptaatiossa on varsin selvät säännöt, mutta kun niistä koittaa piirtää kuvaa, ei se olekaan niin helppoa. Lopulta sain pelin kehittäjiltä ja ideoijilta selvitettyä, mitä ajatuksia adaptaation takana on ollut ja ymmärsin asian. Sain Ekapelin tilat piirrettyä järkevästi yhteen taulukkoon (4.1).

Kun lukemisen, sen vaikeuksien ja Ekapelin taustat ja teoria on selvitetty käydään tutkimuksessani kiinni käytäntöön. Ekapelin tuloksista eli pelilokeista on saatavilla paljon tietoa pelaamisesta ja siitä mitä sinä aikana tapahtuu. Lokitiedosto on kuitenkin suoraan hyvin huonosti luettavissa, varsinkin jos peliaikaa paljon ja lokitiedostoa voi näin olla kymmeniä sivuja. Pelin tulosten analysointiin on sen takia kehitetty erilaisia tapoja. Analysointitapoja on useita, koska aina kun on yksi saatu valmiiksi, on haluttu tulos esittää eri tavalla ja sitä varten on kehitetty taas uusi tapa. Lisäksi jokainen tutkija haluaa yleensä tarkastella pelin tuloksia hieman eri näkökulmasta. Tavoitteenani tutkimuksessa oli selittää analysointitavat ja vertailla niitä niistä saatujen tulosten perusteella. Vertaillut tavat olivat Excel-ohjelmalla piirretyt PNS-suorat, Ekapelissä ole-

va Analyzer, Graphotaulukko sekä bayesiläisen tilastomatematiikan mukaan piirretyt päivänkakkarat.

Kaiken kaikkiaan tutkimuksessani selvisi, että jokainen analysointitapa antaa kuvan pelaamisesta omalla tavallaan. Pelin adaptaatio ei tunnu sekoittava analysointia näissä neljässä tavassa. Mikään neljästä vertailtavissa olleesta analysointitavasta ei antanut täysin erilaista tai päinvastaista tulosta. Kuitenkin selkeimmän selvityksen pelaamisen etenemisestä sai yhdessä bayesiläisen mallin mukaan piirretyistä päivänkakkaroista sekä Graphotaulukosta.

Tutkimuksen tulos on positiivinen, koska siinä selvisi, että vaikka missään nykyisessä analysointitavassa ei suuremmin Ekapelin adaptaatiota oteta huomioon, niin tulos näyttää silti olevan jokaisella tapaa suurinpiirtein sama. Jatkossa kannattaisi kuitenkin ehkä pelin adaptaatio ottaa mukaan analysointiin, vaikkapa miettimällä menetelmää, joka huomioi Ekapelin tilat. Lisäksi pelin jatkokehityksessä voisi ottaa tulosten analysoinnin jo suunnitteluvaiheessa huomioon - adaptaation ei ehkä välttämättä ole pakko olla niin monimutkainen.

## 8 Lähteet

- [1] Syrjälä, P. ja Lyytinen, H. (2004) *Tietokonepelin käyttö lukemaan oppimisen tukena esi- ja alkuopetuksessa*. Teoksessa Launonen, L. ja Pulkkinen, L. (toim.), *Koulu kasvuyhteisönä, kohti uutta toimintakulttuuria*, Juva.
- [2] Stipek, D. (1997) *Success in school, for a head start in life*. Teoksessa Luthar, S.S., Burack, J.A., Cicchetti, D. ja Weisz, J.R. (toim.), *Developmental psychopathology. Perspectives on adjustment, risk, and disorder* (s. 75-92). Cambridge: Cambridge University Press.
- [3] Lerkkanen, M.-K. (2006) *Lukemaan oppiminen ja opettaminen esi- ja alkuopetuksessa*, Helsinki: WSOY.
- [4] Korhonen, T. (2002) *Lukemis- ja kirjoittamisvaikeudet*. Teoksessa H. Lyytinen, T. Ahonen, T. Korhonen, M. Korkman, T. Riita (toim.), *Oppimisvaikeudet, Neuropsykologinen näkökulma*. Juva.
- [5] Lyytinen, H., Aro, M. ja Holopainen, L. (2004) *Dyslexia in highly orthographically regular Finnish*. Teoksessa Smythe, I., Everatt, J. ja Salter, R. (toim.), *The International Handbook Of Dyslexia*. Wiley West Sussex.
- [6] Torneus, M. (1991) *Löytöretki kieleen*. Helsinki: VAPK-Kustannus.
- [7] Lehmuskallio, K. (1997) *Lapsi kielen valloittajana*. Teoksessa Siniharju, M. (toim.) *Esi- ja alkuopetuksen uusia tuulia*. (s. 95-136) Jyväskylä: Gummerus.
- [8] Poikkeus, A.-M., Ketonen, R. ja Siiskonen, T. (2003) *Puhutusta kirjoitettuun kieleen*. Teoksessa Siiskonen, T., Aro, T., Ahonen, T. ja Ketonen, R. (toim.), *Joko se puhuu. Kielenkehityksen vaikeudet varhaislapsuudessa* (s. 69-80). Jyväskylä: PS-kustannus.
- [9] Ehri, L.C., Nunes, S.R., Willows, D.M., Schuster, B.V, Yaghoub-Zadeh, D. ja Shanahan, T. (2001) *Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis*. Reading Research Quarterly, 36, 250-287.

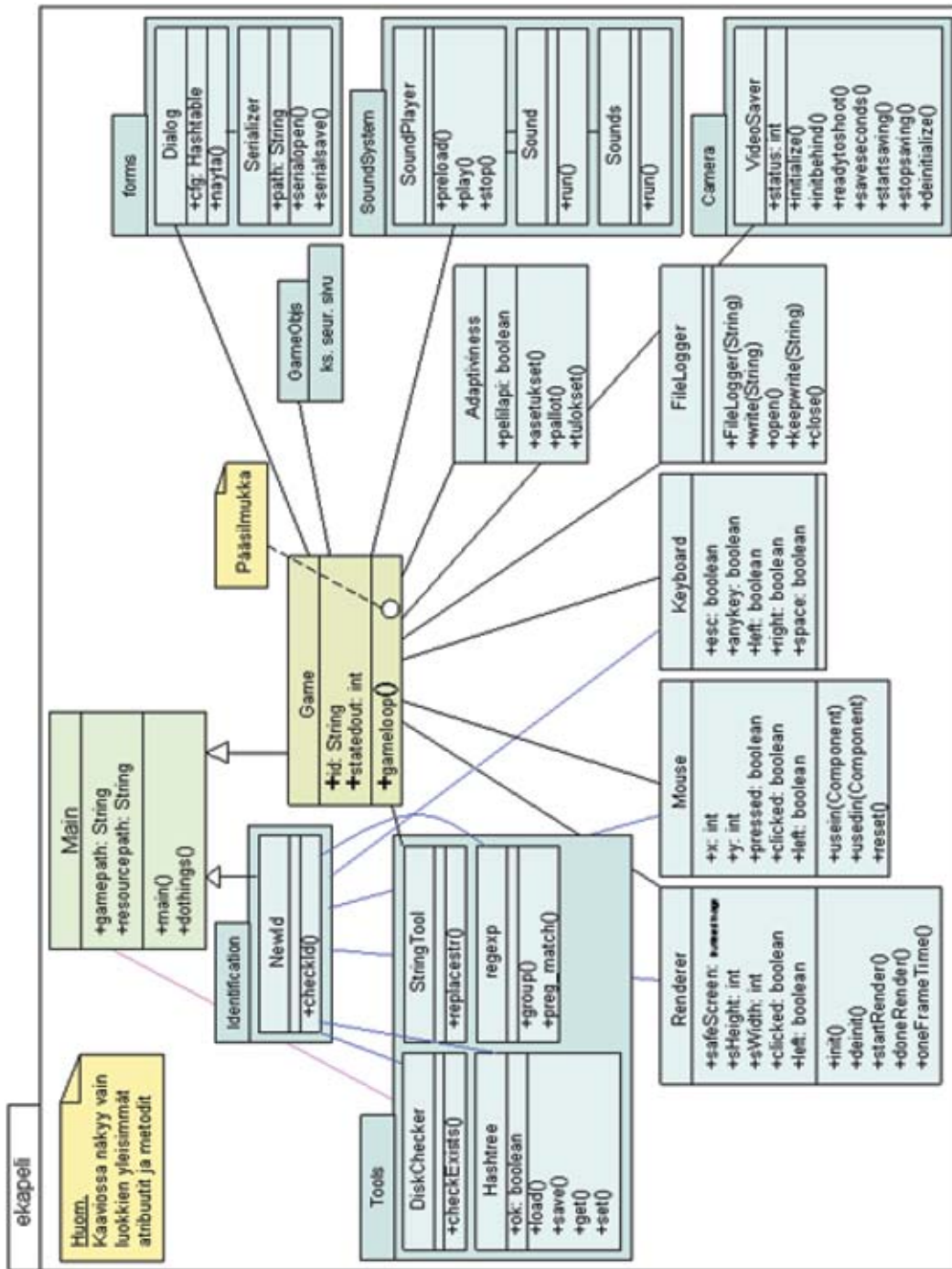


- [10] Wagner, R.K., Torgesen, J.K. ja Rashotte, C.A. (1994). *Development of reading-related phonological processing abilities: New evidence of bi-directional causality from a latent variable longitudinal study*. *Developmental Psychology*, 33, 468-479.
- [11] Aro, M., Tolvanen, A., Poikkeus, A.-M. ja Lyytinen, H. (2004) *The development of reading and spelling skills, and the predictors of accuracy and fluency: An intensive follow-up in a transparent orthography (Finnish)*. Väitöskirjassa Aro, M. (2004). *Learning to Read. The Effect of Orthography*. Jyväskylä: Jyväskylän Yliopisto.
- [12] Ahvenainen, O. ja Holopainen, E. (1999) *Lukemis- ja kirjoittamisvaikeudet. Teoreettista taustaa ja opetuksen perusteita*. Jyväskylä: Kirjapaino Oma.
- [13] Lyytinen, H. Leinonen, S., Nikula, M., Aro, M. ja Leiwo, M. (1995) *In search of the core features of dyslexia: observations concerning dyslexia in the highly orthographically regular Finnish language*. Teoksessa V.W.Berninger (toim.) *The varieties of orthographic knowledge II: Relationships to phonology, reading, and writing* (s. 177-204). Dordrecht: Kluwer.
- [14] Ehri, L.C. (1987) *Learning to read and spell words*. *Journal of Reading Behavior*, 19, 5-31
- [15] Ehri, L.C. (1989) *The development of spelling knowledge and its role in reading acquisition and reading disability*. *Journal of Reading Disabilities*, 22, 356-365.
- [16] Lyytinen, H. (2006) *Ihmisen kehitys ja sen riskitekijät huippuyksikön tutkimustulostiviste*. Opetusministeriön ja Oppiminen ja motivaatio-huippututkimusyksikön seminaari, Oppiminen ja lapsen hyvinvointi koulussa 16.3.2006, Jyväskylän yliopisto.
- [17] Adenius-Jokivuori, M. (2001) *Esi- ja alkuopetusluokkien oppilaiden oppimisvaikeuksiin liittyvän erityisen tuen tarpeen kartoitus*. Jyväskylän Yliopisto. Lapsitutkimuskeskus.
- [18] Holopainen, L. (2002) *Development in reading and reading related skills. A follow up study from pre-school to the fourth grade*. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 200.
- [19] Bus, A.G. ja van Ijzenoorn, M.M. (1999) *Phonological awareness and early reading: A meta-analysis of experimental training studies*. *Journal of Educational Psychology*, 91, 403-414.

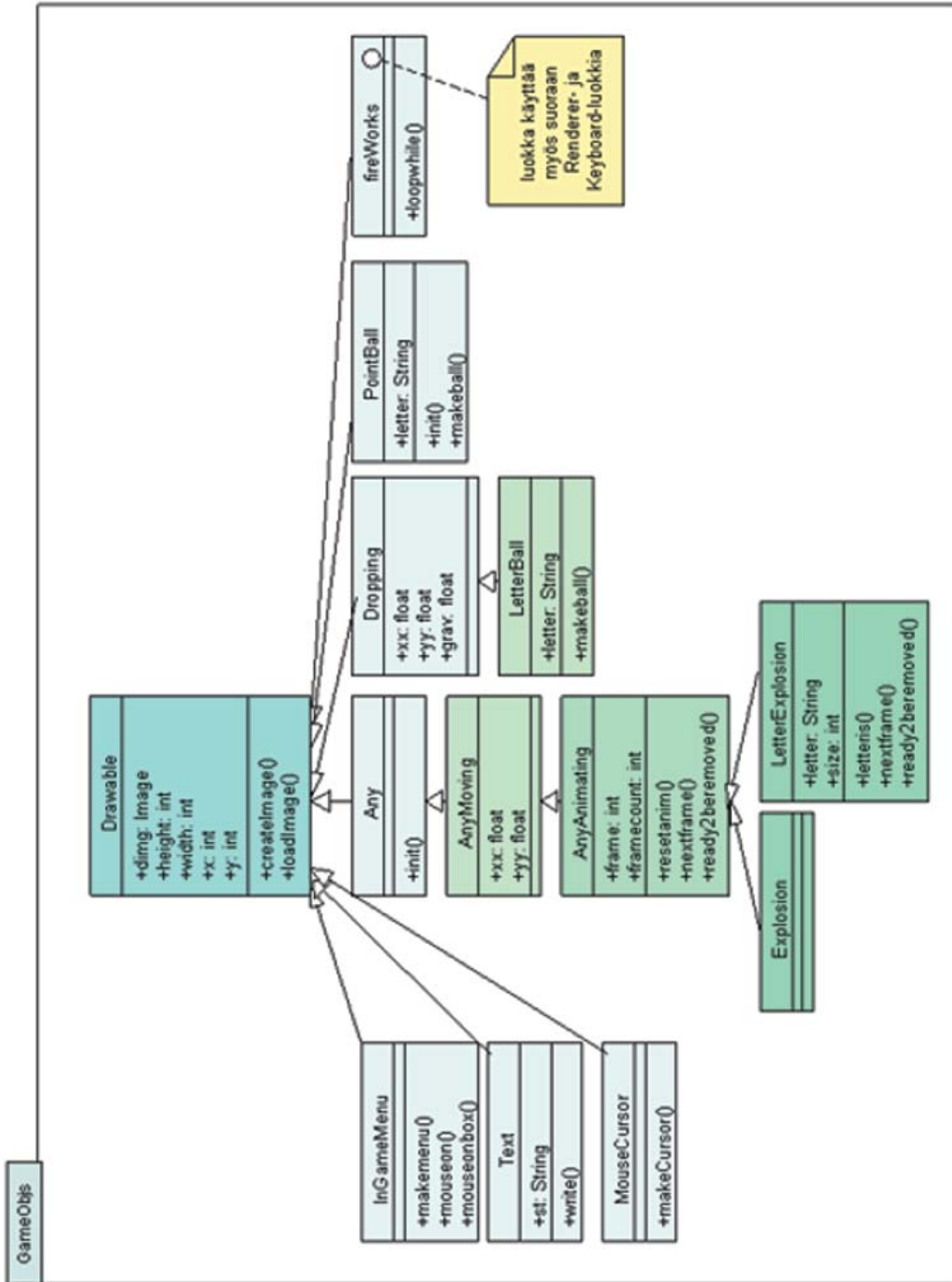
- [20] Aro, M. (1999) *Näkökulmia lukemisvaikeuksien kuntoutukseen*. Teoksessa Ahonen, T ja Aro, T.(toim.) *Oppimisvaikeudet. Kuntoutus ja opetus yksilöllisen kehityksen tukena* (s. 273-289). Juva: Atena Kustannus.
- [21] Siiskonen, T., Aro, M. ja Holopainen, L. (2001) *Lukeminen ja kirjoittaminen*. Teoksessa Ahonen, T., Siiskonen, T. ja Aro, T. (toim.) *Sanat sekaisin. Kielelliset oppimisvaikeudet ja opetus kouluikässä* (s. 58-80). Jyväskylä: PS-kustannus.
- [22] Byrne, B. (1998) *The foundation of literacy: The child's acquisition of the Alphabetic Principle*. Hove, England: Psychology Press.
- [23] Lyytinen, H. (1997) *In search of precursors of dyslexia: A prospective study of children at risk for reading problems*. Teoksessa Hulme, C. ja Snowling, M. (toim.), *Dyslexia: Biology, Cognition and Intervention* (s. 97-107). London: Whurr.
- [24] Hurford, D.P., Johnston, M., Nepote, P., Hampton, S., Moore, S., Neal, J., Mueller, A., McGeorge, K., Huff, L., Awad, A., Tatro, C., Juliano, C. ja Huffman, D. (1994) *Early identification and remediation of phonological-processing deficits in first-grade children at risk for reading disabilities*. *Journal of Learning Disabilities*, 27, (s. 647-659).
- [25] Bradley, V.A., Welch, J.L. ja Skilbeck, C.E. (1993) *Cognitive retraining using microcomputers, brain damage, behaviour and cognitive series*. Hove UK: Erlbaum.
- [26] Ketamo, H. (2003) *An adaptive geometry game for handheld devices*. *Educational Technology & Society* 6(1) 2003. Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com) <[http://www.ifets.info/journals/6\\_1/ketamo.html](http://www.ifets.info/journals/6_1/ketamo.html)>, 7.7.2005.
- [27] *Adaptive testing, certification and skills assessment group Microsoft, Inc.*, Saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com) <[http://www.windowsgalore.com/cert/adaptive\\_testing/](http://www.windowsgalore.com/cert/adaptive_testing/)>, 28.7.2004.
- [28] Challis Di, *Committing to quality learning through adaptive online assessment*. saatavilla [www-muodossa](http://www.muodossa.com) <<http://www.unisa.edu.au/evaluations/Fullpapers/ChallisFull.doc>>, 28.7.2004.
- [29] Lyytinen, H. (2004) *Tietokonepeli laadukkaana ja viihdyttävänä perustaitojen oppimisympäristönä*. Teoksessa Kankaanranta, M., Neittaanmäki, P. ja Häkkinen, P.(toim.) *Digitaalisten pelien maailmoja* (s.165-172). Jyväskylän yliopisto. Koulutuksen tutkimuslaitos ja Agora Center.

- [30] Aro, M. (2004) *Learning to Read. The Effect of Orthography*. Jyväskylä Studies in Education, Psychology and Social Research 237.
- [31] Leppänen, U., Niemi, P., Aunola, K. ja Nurmi, J.-E. (2004) *Development of reading skills among preschool and primary school pupils*. Reading Research Quarterly, 39, 72-93.
- [32] Hokkanen, T. (2003) *Lukemaan opettamispeli, Ekapeli*. Lopputyö, Jyväskylän ammattikorkeakoulu, tekniikka ja liikenne, ohjelmistotekniikka.
- [33] Hautamäki, H. (2004) *Käyttöopas 2, ohjeita Excel-analysointitaulukon käyttäjille*. Ei julkaistu. Käytössä Ekapelin tuloksia analysoineilla.
- [34] Kujala, J., Richardson, U. ja Lyytinen, H. (2007) *Estimation and visualization of confusability matrices from adaptive measurement data*. Painossa.

## A Ekapelin luokkakaaviot



Kuva A.1: Ekapelin luokkakaavio 1, [32].



Kuva A.2: Ekapelin luokkakaavio 2, [32].

## B Ekapelin lokitiedosto, gamelog.txt

Peli alkanut Kello=07:43 Pvm=9.10.2004 Pelaaja='ANNIKA'  
Playpath='players/koira.gif/ANNIKA' ver=41.404 - October 6, 2004  
07:43.58 Menu : Sarja='A I U S N E O L R M T Ä P K J V H Y Ö D B F G'  
Optiot:erinoptip,nopnöp,pelinop=100%,nuolinop=250,kilpapelaaja,2toisto  
Adapt(Set=2 Sarja=2 Nopeus=1 adapter=)  
07:44.17 a=5.031 nop=1a I A : A => A Oikein  
07:44.21 a=2.687 nop=2a I A : I => I Oikein  
07:44.24 a=1.516 nop=3a I A : A => A Oikein  
07:44.27 a=2.000 nop=1a A U I : I => I Oikein  
07:44.32 a=3.015 nop=2a U I A : A => A Oikein  
07:44.35 a=2.297 nop=3a S I A : I => I Oikein  
07:44.39 a=1.797 nop=1a I S N A : S => S Oikein  
07:44.42 a=2.187 nop=2a E A S I : E => E Oikein  
07:44.45 a=1.453 nop=3a N U I S : U => U Oikein  
07:44.49 a=2.422 nop=1a S E I O A : S => S Oikein  
07:44.53 a=2.219 nop=2a A O S U N : U => S Väärin  
07:44.56 a=1.797 nop=2a N S U O : U => U (korostettuna) Oikein  
07:44.59 a=1.891 nop=3a S O A I : O => O Oikein  
07:45.04 a=3.172 nop=1a I S O E U : U => U Oikein  
07:45.10 a=4.812 nop=2a U A N S O : S => S Oikein  
07:45.13 a=1.500 nop=3a N A S O U : O => O Oikein  
07:45.17 a=2.688 nop=1a I E U N O R : U => U Oikein  
07:45.20 a=1.391 nop=2a R L I O M U : O => O Oikein  
07:45.23 a=1.906 nop=3a M R S U I N : R => R Oikein  
07:45.26 a=1.797 nop=1a U L T A M R I : L => L Oikein  
07:45.29 a=1.438 nop=2a N E T M L U O : E => E Oikein  
07:45.33 a=3.000 nop=3a R U I Ä O L S : L => L Oikein  
07:45.38 a=2.484 nop=1a O R N I L A M P : N => M Väärin  
07:45.42 a=2.781 nop=1a L O P N R M A : N => N (korostettuna) Oikein  
07:45.46 a=2.516 nop=2a R M P L O S I : M => M Oikein  
07:45.49 a=2.250 nop=3a L I Ä S U T E : Ä => Ä Oikein  
07:46.00 a=2.281 nop=2a T S N Ä M E I L : N => E Väärin

07:46.03 a=1.641 nop=2a S T I Ä E N M : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:46.06 a=1.656 nop=3a M I K P N T R : R => R Oikein  
 07:46.10 a=2.063 nop=1a U L A N Ä M E P : N => Ä Väärin  
 07:46.14 a=2.359 nop=1a N U E M Ä L A : N => M (korostettuna) Väärin  
 07:46.18 a=2.609 nop=3a E S K N T A : E => E Oikein  
 07:46.22 a=3.032 nop=1a K P N S E U Ä : P => P Oikein  
 07:46.25 a=1.390 nop=2a Ä N A I E O K : N => N Oikein  
 07:46.29 a=2.141 nop=3a N M A P K L R : R => R Oikein  
 07:46.32 a=2.032 nop=1a J P N L Ä R T I : T => T Oikein  
 07:46.36 a=2.875 nop=2a S J V M Ä T P A : M => M Oikein  
 07:46.40 a=2.313 nop=3a O T L A I K V R : T => T Oikein  
 07:46.45 a=3.703 nop=1a V N U A P I R M Ä : Ä => Ä Oikein  
 07:46.49 a=2.109 nop=2a Ä A J P V N O I S : J => J Oikein  
 07:46.53 a=3.141 nop=3a Ä M J T V K S I R : K => K Oikein  
 07:46.57 a=2.547 nop=1a Ä O E H L A T M N : M => M Oikein  
 07:47.00 a=1.625 nop=2a I J O S V L M N H : N => M Väärin  
 07:47.04 a=2.078 nop=2a I N H M V S J L : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:47.08 [Paused] a=2.813 nop=3a L Ä S I A V H J : V => Ä Väärin  
 07:47.12 a=2.453 nop=3a I L Ä S H J V : V => V (korostettuna) Oikein  
 07:48.38 [Paused] a=2.312 nop=1a U K S V M L E T : T => T Oikein  
 07:48.41 a=1.250 nop=2a P M Y S I N E A : N => M Väärin  
 07:48.45 a=2.609 nop=2a I E P S A M N : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:48.50 a=3.343 nop=3a A S M Ä V K U : Ä => Ä Oikein  
 07:48.53 a=2.391 nop=1a Ö K Y V D T E I : Y => Y Oikein  
 07:48.58 a=3.344 nop=2a P Ö K H L D T S : P => P Oikein  
 07:49.02 a=2.484 nop=3a L S U Ä M J K E : J => J Oikein  
 07:49.13 a=10.313 nop=1a K L I V T Y U N Ö : N => N Oikein  
 07:49.26 a=4.329 nop=3a Ö V M N K E T L R : N => L Väärin  
 07:49.31 a=4.172 nop=3a L K E Ö T V R N : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:49.39 a=5.922 nop=1a L R D B Ä Ö N E S : D => Ä Väärin  
 07:49.42 a=2.125 nop=1a Ä D N L R Ö B S : D => D (korostettuna) Oikein  
 07:49.46 a=2.015 nop=2a P Ä S V Y I O B : V => V Oikein  
 07:49.51 a=3.360 nop=3a J D O B N R U M : N => D Väärin  
 07:49.55 a=2.703 nop=3a J M U D O R N : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:49.58 a=2.187 nop=1a J T K R P S E B : K => K Oikein  
 07:50.02 a=1.969 nop=2a B E N P S Ö J Y : N => N Oikein  
 07:50.05 a=1.734 nop=3a T I A K H V Ö S : K => K Oikein



07:50.09 a=2.281 nop=1a U T V H F D L B Ä : B => B Oikein  
 07:50.14 a=3.734 nop=2a I Ö Ä H L V T R A : H => Ö Väärin  
 07:50.17 a=1.547 nop=2a T Ö V Ä R I A H : H => H (korostettuna) Oikein  
 07:50.21 a=1.812 nop=3a S A I V R K U J : J => I Väärin  
 07:50.24 a=1.906 nop=3a J S A R V I K : J => J (korostettuna) Oikein  
 07:50.28 a=2.719 nop=1a L Ö H S J D V R : H => H Oikein  
 07:50.32 a=2.046 nop=2a E M J I D Ö T A : J => J Oikein  
 07:50.38 a=4.531 nop=3a V A N K F H L D : N => L Väärin  
 07:50.40 a=1.562 nop=3a V N L K A F D : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:50.44 a=2.407 nop=1a D V R S P L J N : J => J Oikein  
 07:50.49 a=2.813 nop=2a J O N D S V Ä E : N => J Väärin  
 07:50.52 a=1.406 nop=2a O J S N V E Ä : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:50.55 a=1.454 nop=3a N G F H E Ö P : H => H Oikein  
 07:50.58 a=2.015 nop=1a S L J R N U K Ä : N => N Oikein  
 07:51.02 a=2.609 nop=2a T P B S N D J V : D => D Oikein  
 07:51.07 a=3.468 nop=3a F L S T V K D N : N => D Väärin  
 07:51.10 a=1.688 nop=3a F V D T K N S : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:51.15 a=3.750 nop=1a E F U Ä M J V Y : V => V Oikein  
 07:51.21 a=3.516 nop=2a S Y B F E P D Ö : Ö => F Väärin  
 07:51.24 a=2.047 nop=2a P D E S Ö F Y : Ö => Ö (korostettuna) Oikein  
 07:51.31 a=5.656 nop=3a I V R T E D Y : V => D Väärin  
 07:51.34 a=1.906 nop=3a Y V E I D T : V => V (korostettuna) Oikein  
 07:51.38 a=2.250 nop=1a Y V Ö S L H F : H => H Oikein  
 07:51.43 a=4.312 nop=2a D V Ä J T P E : V => V Oikein  
 07:51.47 a=2.579 nop=3a H U K L S Ä Ö : Ö => Ö Oikein  
 07:51.55 a=5.578 nop=1a H N U Ö O I F Y : N => H Väärin  
 07:51.58 a=1.453 nop=1a F H U N Ö O I : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:52.00 a=1.172 nop=2a F E S V I P R : V => V Oikein  
 07:52.03 a=1.875 nop=3a E M Y N R K G : Y => Y Oikein  
 07:52.08 a=2.766 nop=1a N K R I Ö J U Y : Ö => U Väärin  
 07:52.11 a=1.421 nop=1a Y N Ö J I K R : Ö => Ö (korostettuna) Oikein  
 07:52.15 a=2.360 nop=2a K O V Ä B U G : B => B Oikein  
 07:52.19 a=2.422 nop=3a K L Y H F N R : N => Y Väärin  
 07:52.21 a=1.344 nop=3a R K N F H L : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:52.25 a=2.453 nop=1a O Ö A N V G Y : Y => Y Oikein  
 07:52.29 a=1.922 nop=2a K Ö F I A E T : Ö => Ö Oikein  
 07:52.34 a=3.906 nop=3a I Ä D P O B N : N => N Oikein

07:52.44 a=2.453 nop=2a I R U O Y M H N : N => O Väärin  
 07:52.48 a=2.125 nop=2a M N U R Y O H : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:52.53 a=3.625 nop=3a Y T I D P R V : D => D Oikein  
 07:52.56 a=2.047 nop=1a D U E Y I R B K : B => B Oikein  
 07:53.00 a=1.984 nop=2a N L E Y F Ä M S : N => Y Väärin  
 07:53.03 a=1.360 nop=2a Ä M S N E F Y : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:53.07 a=2.922 nop=3a Ö G H K S Ä D : D => G Väärin  
 07:53.10 a=1.703 nop=3a D K H Ö G Ä : D => D (korostettuna) Oikein  
 07:53.14 a=1.860 nop=1a O F S D Ö T N : F => F Oikein  
 07:53.19 a=3.094 nop=2a N L E J Y M P : N => L Väärin  
 07:53.21 a=1.546 nop=2a N E J P M L : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:53.24 a=1.562 nop=3a I V F E N Ä : F => F Oikein  
 07:53.28 a=2.188 nop=1a B U S G O I T : G => G Oikein  
 07:53.34 a=4.328 nop=2a D B Ö Ä G N J : N => N Oikein  
 07:53.38 a=2.297 nop=3a H A L O N V D : D => L Väärin  
 07:53.40 a=1.360 nop=3a H V D L N A : D => D (korostettuna) Oikein  
 07:53.45 a=2.297 nop=1a G L E P Ä F N : N => P Väärin  
 07:53.48 a=2.266 nop=1a G L E N F P : N => N (korostettuna) Oikein  
 07:53.54 a=4.500 nop=2a D T R E Y F : F => Y Väärin  
 07:53.58 a=2.156 nop=2a F Y D R T : F => F (korostettuna) Oikein  
 07:54.01 a=2.297 nop=3a L B U D Ä : D => D Oikein  
 07:54.06 a=3.109 nop=1a H Ä R F M A : F => F Oikein  
 07:54.09 a=1.890 nop=2a N B G O K L : G => G Oikein  
 07:54.12 a=1.359 nop=3a Y I D P K U : D => D Oikein  
 07:54.16 a=2.360 nop=1a F O B Y A L G : F => Y Väärin  
 07:54.32 [Paused] a=14.891 nop=1a B A Y L F O : F => F (korostettuna) Oikein  
 07:54.37 a=3.000 nop=2a K J I U G Ö : G => G Oikein  
 07:54.41 a=2.640 nop=3a A E F G V K : F => F Oikein  
 07:54.45 a=3.438 nop=1a U F N O I D S : N => N Oikein  
 07:54.50 a=2.281 nop=2a B P Ö T H G F : F => H Väärin  
 07:54.52 a=1.250 nop=2a B G H Ö F T : F => F (korostettuna) Oikein  
 07:54.57 a=3.500 nop=3a S N K H U P : N => N Oikein  
 07:55.02 a=4.203 nop=1a J F T B Ä L R : F => F Oikein  
 07:55.06 a=2.047 nop=2a R F P V D K L : P => P Oikein  
 07:55.10 a=1.891 nop=3a I H B L U T F : F => U Väärin  
 07:55.12 a=1.437 nop=3a U T L H B F : F => F (korostettuna) Oikein  
 07:55.16 a=2.531 nop=1a Ä J P O E M V : J => J Oikein

07:55.20 a=1.813 nop=2a F O J G Y I M : F => J Väärin  
07:55.23 a=1.562 nop=2a Y O M I F G : F => F (korostettuna) Oikein  
07:55.27 a=2.453 nop=3a T N D V H O : T => T Oikein  
07:55.32 a=3.797 nop=1a F I Y A E G S : F => G Väärin  
07:55.35 a=1.375 nop=1a F A S G I Y : F => F (korostettuna) Oikein  
07:55.39 a=2.140 nop=2a T G J Ä R E : E => T Väärin  
07:55.43 a=2.171 nop=2a E R G Ä J : E => E (korostettuna) Oikein  
07:55.47 a=3.656 nop=3a E F R J N : F => F Oikein  
07:55.53 a=3.859 nop=1a F J H U D T : D => F Väärin  
07:55.56 a=1.187 nop=1a T D J H U : D => D (korostettuna) Oikein  
07:55.59 a=1.734 nop=2a F S V Ö A : F => Ö Väärin  
07:56.02 a=1.406 nop=2a V A S F : F => F (korostettuna) Oikein  
07:56.05 a=1.937 nop=3a Y P M D : Y => Y Oikein  
07:56.11 a=4.204 nop=1a F O Y U J : F => F Oikein  
07:56.14 a=1.828 nop=2a L U Y G Ö : L => L Oikein  
07:56.17 a=1.766 nop=3a Ö F G U A : F => F Oikein  
07:56: Ingame menu  
Taso läpi!  
Hyllyllä : A I S U O L E R M T Ä P K J H V Y Ö B D G N F (23)  
Valintoja: 157  
Oikeita : 121 tod. 77%  
Vääriä : 36  
Pisteitä : 85  
Adapt. : Set=9 Sarja=6 Nopeus=1 PeräkkäinOikein=1 / Väärin=1 hyllykriteeri=3  
Peli loppunut Kello=07:57