

Ilona Sievänen ja Tuija Stenroos

**OPPIMISEN ETENEMINEN LUKEMISVALMIUKSIA
HARJOITTAVAN ADAPTIIVISEN TIETOKONEPELIN
PELAAMISEN AIKANA**

Pro gradu –tutkielma
Jyväskylän yliopisto
Psykologian laitos
Kesä 2005

TIIVISTELMÄ

Oppimisen eteneminen lukemisvalmiuksia harjoittavan adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana

Tekijät: Ilona Sievänen ja Tuija Stenroos
Ohjaaja: Professori Heikki Lyytinen
Psykologian pro gradu – tutkielma
Jyväskylän yliopisto, Psykologian laitos
Kesä 2005

92 sivua, 4 liitettä

Tutkimuksessa tarkasteltiin viisi- ja kuusivuotiaiden päiväkotilasten lukemisvalmiuksien oppimisen etenemistä adaptiivisen tietokonepelin, Ekapeli 1.1:n, pelaamisen aikana sekä assosiaatioparien oppimis- ja muistamiskyvyn yhteyttä lukemisvalmiuksien oppimiseen. Tutkimuksessa selvitettiin eroaako kirjaintietoisuuden alhaisen tason perusteella lukemisvaikeuksia todennäköisesti kohtaavien lasten assosiaatioparien ja lukemistaitojen oppiminen muiden lasten oppimisesta. Tämän lisäksi tutkittiin oliko samankaltaiseen oppimisympäristöön totumisesta etua lukemisvalmiuksien oppimisessa Ekapeli 1.1:n välityksellä, ja mitkä tekijät selittävät peliaikaista oppimista. Lukemisvalmiuksien oppimisen tavanomaista etenemistä ja oppimisen ongelmien ilmenemistapoja adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana havainnollistettiin esimerkkien avulla. Tutkimuksessa saatiin viitteitä siitä, että kyky oppia muistamaan assosiaatiopareja on yhteydessä lukemistaitojen oppimiseen. Lukemisvaikeuksia todennäköisesti kohtaavat lapset tarvitsivat muita enemmän toistoja sekä sanaärsykkeiden ja aiemmin tuntemattomien japanilaisten kirjoitusmerkkien välisten assosiaatioiden että Ekapeli 1.1:n kielellisten ärsykkeiden oppimiseen. Samankaltaiseen oppimisympäristöön totumisesta ei ollut hyötyä Ekapeli 1.1:ä pelattaessa. Kirjaintietoisuuden lähtötaso selitti Ekapelissä tapahtuvaa oppimista eniten, mutta myös sana-merkki -assosiaatioiden oppimiskyvyn selitysaste oli tilastollisesti merkitsevä. Adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana tapahtuvassa oppimisessa on huomattavissa sekä suurinta osaa oppijoista koskevia yleisiä seikkoja sekä yksilöllistä vaihtelua. Tutkimuksessa esille nousseiden tietojen pohjalta lienee mahdollista kehittää lukemisvalmiuksia opettavaa peliä vastaamaan paremmin erilaisten oppijoiden tarpeisiin.

Avainsanat: Lukemaan oppiminen, ehdollistuminen, lukemisvaikeus, oppimisvalmius, kirjaintietoisuus

ABSTRACT

This study examined the development of reading skills of five and six year old children who played an adaptive computer game, Ekapeli 1.1. Relation between learning to read and the ability to learn and remember associations was studied. It was also studied whether the learning of children with a high risk of failing to acquire reading skills at a normal rate differed from their peers. The effect of getting used to an almost alike learning environment and the matters explaining learning taking place while playing a learning game were studied. The normal rate of learning reading skills and the ways reading related problems affect learning in an adaptive game were illustrated with examples. The study found evidence of the relations between the learning of associations and learning literacy skills. Children who had a high risk of failing to learn reading skills at a normal rate needed more repetitions to learn the associations between Finnish verbal stimuli and their visual equivalents and also connections between spelled words and previously unknown Japanese hiragana characters. Getting used to a highly resembling learning environment didn't benefit learning literacy skills. The level of letter naming skills and the ability to learn associations explained one third of the learning taking place while playing the adaptive game. In conclusion it can be said that though there is individual variation in learning in an adaptive computer environment some features common to all learners can also be found. These features could be utilised to develop more effective computerized learning environments suitable to all learners.

Keywords: Learning to read, conditioning, dyslexia, learning ability, letter naming skills

SISÄLTÖ

1. JOHDANTO	1
1.1. Lukutaidon oppiminen Staatsin (1968) mukaan	3
1.1.1. Oppiminen ehdollistumisen näkökulmasta	3
1.1.2. Staatsin yleisen oppimisteorian soveltaminen lukutaidon oppimiseen	4
1.1.3. Oppimisen nopeutuminen	5
1.1.4. Oppimisen aikainen käyttäytyminen ja vahvistaminen	6
1.2. Oppimiseen vaikuttavia tekijöitä	7
1.2.1. Motivaatio ja vahvistaminen	7
1.2.2. Motivaatio ja tarkkaavaisuus	8
1.2.3. Tarkkaavaisuus ja havainnointi	9
1.2.4. Opittavan asian ominaisuudet ja oppimisympäristö	9
1.3. Lukemaan oppiminen suomen kielessä	10
1.3.1. Lukutaidon osatekijät	11
1.3.2. Lukutaidon oppiminen	12
1.4. Lukutaidon oppimisessa ilmeneviä vaikeuksia	13
1.4.1. Lukemisvaikeus	14
1.4.2. Lukemisvaikeuksien alaryhmämallit	15
1.4.3. Muistin yhteys lukemaan oppimisen vaikeuksiin	16
1.4.4. Lukemisvaikeuden varhainen tunnistaminen ja ennaltaehkäiseminen	18
1.5. Oppimisessa ilmenevät tarkkaavaisuuden ja motivaation häiriöt	19
1.6. Tietokone oppimisen välineenä	21
1.6.1. Staatsin oppimislaite tietokoneiden edeltäjänä	21
1.6.2. Ohjelmoitu oppiminen	22
1.6.3. Tietokone adaptiivisena oppimisympäristönä	23
1.6.4. Lukutaidon tietokoneavusteinen harjoittaminen	24
1.6.5. Lukemisvalmiuksien harjoittamien Ekapeli 1.1:llä	27

1.7.	Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset	28
2.	MENETELMÄT	30
2.1.	Tutkittavat	30
2.2.	Tutkimuksen toteutus ja tutkimusasetelma	31
2.3.	Tutkimuksessa käytetyt arviointivälineet	32
2.3.1.	Lukemisvalmiuksia mittaavat tehtävät	32
2.3.1.1.	Kirjaintietoisuutta mittaavat tehtävät	33
2.3.1.2.	Fonologista tietoisuutta mittaavat tehtävät	34
2.3.1.3.	Lukutaitoa mittaava tehtävä	34
2.3.2.	Oppimistesti	35
2.4.	Tutkimuksessa käytetyt tietokonepelit	35
2.4.1.	Ekapeli 1.1.	35
2.4.2.	Matematiikkapeli	37
2.5.	Analysoinnissa käytetyt muuttujat	37
2.5.1.	Ekapelin oppimisluku	38
2.5.2.	Oppimistestin oppimisvalmiusindeksi	38
2.6.	Aineiston analysointi	39
2.6.1.	Tilastolliset menetelmät	39
2.6.2.	Oppimista havainnollistavat kuvaajat	40
3.	TULOKSET	41
3.1.	Oppimisen tilastollinen tarkastelu	42
3.1.1.	Oppimistestin ja Ekapelin oppimisen yhteys	42
3.1.2.	Lukivaikeuksia suurella todennäköisyydellä kohtaavien lasten oppimisen erot muihin lapsiin verrattuna Oppimistestissä ja Ekapeli 1.1:ä pelattaessa.	43
3.1.3.	Matematiikkapelillä pelaamisen aloittaneiden lasten oppiminen Ekapeli 1.1:ssä	44
3.1.4.	Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvaa oppimista selittäviä seikkoja	44
3.2.	Oppimisen havainnollistaminen	45
3.2.1.	Oppimisen kuvaajat	45

3.2.2. Esko – Tavanomainen oppija	46
3.2.3. Mirka – Runsaasti virheitä tekevä oppija	51
3.2.4. Raija – Hyvin hitaasti etenevä oppija	54
3.2.5. Aki – Oppii hitaasti mutta varmasti	58
3.2.6. Yhteenveto Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvasta lukemistaitojen oppimisesta	62
4. POHDINTA	64
LÄHTEET	81
LIITTEET	89

1. JOHDANTO

Luku- ja kirjoitustaidolla on erittäin suuri merkitys suomalaisessa nyky-yhteiskunnassa (Syrjälä & Lyytinen, 2004; Lyytinen, Leppänen & Guttorm, 2003). Oppiminen on yksi ihmistieteiden tutkituimmista asioista, ja sitä on tarkasteltu lukuisista teoreettisesti toisistaan eroavista näkökulmista (Miettinen, 1984). Oppimiskyvyllä tarkoitetaan yksilön valmiuksia oppia uusia tietoja ja taitoja (Ahonen, Korhonen, Riita, Korkman & Lyytinen, 1997). Oppimisella tarkoitetaan suhteellisen pysyviä, kokemukseen perustuvia muutoksia yksilön tiedoissa, taidoissa ja valmiuksissa sekä näiden välityksellä itse toiminnassa (Ahonen ym., 1997). Yksinkertaisimmillaan oppiminen on kykyä ennakoida tapahtumia (Staats, 1968). Jyväskylän yliopiston LKK (lapsen kielen kehitys) – projektin tutkimustulosten mukaan kielellisten taitojen oppiminen ja kielellinen kehitys ovat sidoksissa lapsen kokonaiskehitykseen (Lyytinen, P., 1999).

Koulua aloittavien lasten oppimisvalmiudet vaihtelevat ja oppimisessa on suuria yksilöiden välisiä eroja (Lyytinen ym., 2003). Oppiminen etenee eri tavoin riippuen yksilöstä, hänen kehityshistoriastaan, opittavasta asiasta sekä oppimisympäristön ominaisuuksista (Boekarts & Leiden, 2001; Staats, 1968). Lukutaito opitaan yleensä ilman ongelmia, mutta osa lapsista kohtaa suuria vaikeuksia oppimisuransa aikana (Lyytinen ym., 2005; Lyytinen, P., 1999).

Luku- ja kirjoitustaidon hallitseminen vaikuttaa moniin elämäntilanteisiin sekä koulussa että koulun ulkopuolisissa tilanteissa (Boekarts & Leiden, 2001). Motivationaaliset seikat ja oppimiskyky kulkevat tiiviisti yhdessä (Lepola, Salonen & Varjus, 2000). Lukutaidon saavuttamisen vaikeudet heikentävät työskentelyä oppimistilanteissa, jolloin vaarana on lapsen oppimismotivaation häviäminen (Lepola ym., 2000; Poskiparta, Niemi, Lepola, Ahtola & Laine, 2003; Staats, 1968). Lukutaidon heikkous sekä sen saavuttamisen vaikeudet näkyvät itsetunnon ongelmina, motivaation laskuna, käyttäytymisen häiriöinä ja tunneperäisenä haavoittuvuutena oppimistilanteissa (Lepola ym., 2000; Lyytinen ym., 2003;

Poskiparta ym., 2003; Shanahan & Barr, 1995). Heikosti lukemaan oppivilla lapsilla esiintyy käyttäytymisongelmia oppimistilanteissa ja heillä on suurentunut todennäköisyys lopettaa koulu kesken (Shanahan & Barr, 1995). Oppimistilanteisiin suuntautunut käyttäytyminen vähenee huonojen oppimiskokemusten myötä (Poskiparta ym., 2003; Staats, 1968). Lapsen muita hitaampi eteneminen koulussa voi johtaa vaikeaan epäonnistumisten kehään, jossa lapsi välttelee epäonnistumisen tunteita aiheuttavia oppimistilanteita ja jää tämän vuoksi vielä enemmän jälkeen ikätovereistaan (Lyytinen ym., 2003; Poskiparta ym., 2003). Hyvin oppivat lapset eivät kohtaa oppimisuransa aikana samanlaisia liitännäisongelmia kuin heikosti oppivat lapset (Poskiparta ym., 2003; Shanahan & Barr, 1995).

Yhdenkin oppimisen alueen jälkeenjääneisyys iän mukaisesta kehityksestä voi aiheuttaa kasautuvaa jälkeenjääneisyyttä, mikäli vaikeita alueita ei tunnisteta ja harjoiteta ajoissa (Haapasalo, Byring & Metsänen, 1991; Lyytinen ym., 2003; Shanahan & Barr, 1995; Staats, 1968). Kielellisten vaikeuksien varhainen tunnistaminen mahdollistaa lukemisvalmiuksien harjoittamisen ennen kouluikää, jolloin lukutaito voidaan saavuttaa ikätovereidensä kanssa samaan aikaan (Lyytinen ym., 2005). Ajoissa aloitettu harjoittaminen voi ehkäistä myöhemmin esiintyviä kehitysviiveitä kokonaan tai vähentää niiden vaikutuksia (Lyytinen ym., 2003; Lyytinen, P., 1999; Shanahan & Barr, 1995). Oppimistilanteissa koettujen epäonnistumisten ehkäiseminen auttaa oppijaa säilyttämään luottamuksen omiin kykyihinsä (Lyytinen ym., 2003; Shanahan & Barr, 1995). Vaikeiden alueiden varhainen harjoittaminen on tehokkaampaa kuin myöhemmin aloitettu, sillä ajan kuluessa oppijalle ehtii kehittyä haitallisia käyttäytymismuotoja (Shanahan & Barr, 1995). Oppimisen ongelmakohtien ja yksilöllisten oppimiserojen tunnistaminen mahdollistavat oppimista helpottavien tehokkaiden oppimisympäristöjen, kuten tietokoneohjelmien, kehittämisen (mm. Bakker, 1990; Broberg, 1997; Scardomalia, Bereiter & Lamon, 1994; Syrjälä & Lyytinen, 2004; Waern, 1990, 1991). Tässä tutkimuksessa tarkastellaan assosiaatioiden oppimiskyvyn yhteyttä adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana opittaviin lukemisvalmiuksiin sekä lukemistaitojen oppimisen yksilöllistä etenemistä.

1.1. Lukutaidon oppiminen Staatsin (1968) mukaan

Staats (1968) kehitti yleisen oppimisteorian, jonka avulla hän selitti kognitiivisten taitojen, kuten lukemisen ja kirjoittamisen oppimista. Staats yhdisti teoriassaan klassisen- ja välineellisen – ehdollistumisoppimisen näkemyksiä, joiden periaatteet pätevät hänen mukaansa lukutaidon oppimisessa. Ehdollistumisteoria useine johdannaisineen on vanhimpia oppimisteorioita (Miettinen, 1984; Smith ym., 2003). Ehdollistumisteorian oletusten mukaan kaikki oppiminen perustuu organismin sisään rakennettuun kykyyn omaksua ärsykkeiden välisiä yhteyksiä ja syy-seuraus -suhteita (mm. Pavlov, 1927; Skinner, 1938, 1953; Staats). Ehdollistumisen perusoletukset ovat saaneet tukea useista psykofysiologisista tutkimuksista (mm. Daum & Schugens, 1995; Gabrieli, 1998; Gottfried & Dolan, 2004; Pavlov, 1927; Skinner, 1938, 1953). Staatsin teoriaa lukutaidon oppimisesta ehdollistumisen kautta ei ole kuitenkaan tutkittu laajeemmin. Yleisen oppimisteorian perusoletukset tarjoavat joka tapauksessa mielenkiintoisen ja käytäntöön soveltuvan näkemyksen lukutaidon oppimisesta. Seuraavaksi esitellään ehdollistumisoppimisen keskeiset käsitteet, joiden ymmärtäminen on olennaista ennen Staatsin yleiseen oppimisteoriaan perehtymistä.

1.1.1. Oppiminen ehdollistumisen näkökulmasta

Varsinaisia ehdollistumisteorioita on kaksi: klassinen ehdollistumisteoria ja väline-ehdollistumisteoria, mutta ehdollistumisteorioita on kehitetty edelleen myös kognitiivisesta näkökulmasta käsin (Smith ym., 2003; Staats, 1968). Väline-ehdollistumisteoriassa (Skinner, 1938, 1953) on jatkettu klassisen ehdollistumisen periaatteiden kehittämistä (Pavlov, 1927). Teorioita ei eritellä myöhemmin, koska niiden perusoletukset ovat samat. Ehdollistuminen on yksinkertaisesti määriteltynä merkityksellisen yhteyden syntymistä toistuvasti ajallisesti lähekkäin esiintyvien ärsykkeiden välille (Smith ym., 2003; Staats,

1968). Tätä yhteyttä kutsutaan assosiaatioksi. Assosiaation opittuaan oppija kykenee ennustamaan, mitä tietyn ärsykkeen esiintymisen jälkeen tulee tapahtumaan ja reagoimaan asianmukaisesti, mitä kutsutaan vasteeksi. Ärsykkeiden yhdessä esiintymisen todennäköisyys vaikuttaa kognitiivisten ehdollistumisnäkökulmien mukaan oppimisen tehokkuuteen enemmän kuin niiden ajallinen lähekkäisyys tai toistojen määrä.

Vahvistaminen, tapahtuman myönteinen tai kielteinen seuraus, vaikuttaa vasteen esiintymisen todennäköisyyteen tulevaisuudessa. Positiivinen vahvistaminen lisää vasteen toistumisen todennäköisyyttä ja negatiivinen vahvistaminen vähentää sitä. Oppiminen on tehokkaampaa vahvistajan seurattessa välittömästi toiminnan jälkeen kuin sen seurattessa viiveellä. Oppimista tapahtuu myös ilman ulkoista vahvistamista pelkän toistuvan toiminnan tuloksena. Yleistämisessä toisiaan muistuttavat ärsykkeet herättävät samankaltaisia vasteita, mikä mahdollistaa uusiin, aiemmin oppittuja muistuttaviin ärsykkeisiin reagoimisen. Vaste voi sammua kokonaan, mikäli opitut ärsykkeet eivät esiinny pitkään aikaan yhdessä tai assosiaatiota ei vahvisteta. Ärsykkeet opitaan erottamaan toisistaan, jos niistä seuraa erilaisia asioita tai niitä vahvistetaan eri tavoin. Erotteleminen on yleistämisen vaikutuksesta sitä hankalampaa, mitä samankaltaisemmista ärsykkeistä on kyse.

1.1.2. Staatsin yleisen oppimisteorian soveltaminen lukutaidon oppimiseen

Staatsin (1968) yleisen oppimisteorian mukaan kaikessa kognitiivisessa oppimisessa pätevät samat periaatteet. Kielellisten taitojen, kuten lukemisen ja kirjoittamisen oppiminen tapahtuvat ehdollistumisen perusprosessien (toiston, vahvistamisen, sammumisen, yleistämisen ja erottelemisen) kautta. Uusien ärsykeparien oppiminen perustuu ehdollistumisen perusprosessien avulla opittujen ärsykkeiden, kuten kirjainten ja niitä vastaavien äänneiden, välisten yhteyksien automatisoituminen. Lukemaan oppiminen etenee moniosaisten hierarkkisten ehdollistumisprosessien kautta. Ehdollistumisprosessien lopputulos, kuten lukutaito, vaikuttaa yhtenäiseltä kokonaisuudelta. Oppimisen hierarkkisen luonteen ansiosta perustaidot hallitsevalle oppijalle voidaan antaa harjoitusta

vaativammissa taidoissa. Vastaavasti perustaitojen, lukemaan oppimisessa esimerkiksi kirjain-äänne -vastaavuuksien hallinnan, ollessa puutteellisia ei hierarkkisesti seuraavan taidon oppiminen, kuten kirjainten yhdistäminen tavuiksi, ole mahdollista. Oppijat kohtaavat kehityshistoriansa aikana lukemattomia ehdollistumistilanteita. Kehityksen aikana useiden toistojen kautta tietyllä tavalla opitut asiat eivät välttämättä muutu myöhemmin tapahtuvien ehdollistumiskokemusten seurauksena. Lukemaan oppimisen kannalta on välttämätöntä, että oppija saa riittävästi harjoitusta (toistoja) opeteltavassa asiassa. Lukutaidossa ilmenevät oppijoiden väliset erot johtuvat heidän henkilökohtaisista ominaisuuksistaan, oppimisen kontekstista, ehdollistumishistoriasta, opituista käyttäytymismuodoista ja kehityksen tasosta. Staatsin mukaan oppiminen etenee saman tason saavuttamisen jälkeen kaikilla suunnilleen samalla tavoin, mikäli oppimisen olosuhteet ovat kunkin oppijan henkilökohtaiset ominaisuudet huomioon ottaen riittävät.

1.1.3. Oppimisen nopeutuminen

Staatsin (1968) mukaan oppiminen nopeutuu, kun oppija on saavuttanut riittävän hyvän tason opeteltavassa asiassa. Uuden taidon oppiminen etenee aluksi hitaasti, koska oppijan perustaidot eivät ole ehtineet automatisoitua opeteltavien ärsykkeiden uutuuden vuoksi. Oppiminen nopeutuu perustaitojen saavuttamisen jälkeen, jolloin myös osa opeteltavista ärsykkeistä on opittu (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Ponsila, 1998; Staats, 1968). Jonkin taidon tai ärsykkeen oppiminen helpottaa samankaltaisten taitojen ja ärsykkeiden oppimista, jolloin uudet taidot ja ärsykkeet opitaan nopeammin kuin alkuperäinen (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Staats, 1968). Harjoittelu eli opeteltavan asian toistaminen kiihdyttää kognitiivisen kehityksen vauhtia (Staats, 1968). Scardomalia ym. (1994) toteavat monimutkaisiin kognitiivisiin tehtäviin osallistumisen harjoittavan vastaavia kognitiivisia taitoja.

1.1.4. Oppimisen aikainen käyttäytyminen ja vahvistaminen

Kognitiivisia taitoja harjoiteltaessa lapsen käyttäytymisen voidaan ajatella muodostuvan kahdesta luokasta: ensimmäiseen luokkaan kuuluvat työskentelyyn liittyvät käyttäytymismuodot ja toiseen työskentelyn kanssa kilpaileva käyttäytyminen (Staats, 1968). Enemmän vahvistamista saanut käyttäytymisloukka tulee hallitsemammaksi ja toiseen luokkaan kuuluvat käyttäytymisen muodot heikkenevät. Työskentelyssä tarvittavat käyttäytymisen muodot vaativat oppijalta yleensä enemmän suorituspäivästä (efforttia) kuin vaihtoehtoiset käyttäytymisen muodot. Työskentelykäyttäytymisen ylläpitämiseksi työskentelyn tulee olla oppijan kannalta palkitsevaa.

Käytettyjen vahvistajien tulee olla suhteessa oppimistilanteessa odotettuun käyttäytymiseen (Barber, Milich & Welsh, 1996; McLnerney & Kerns, 2003; Staats, 1968). Mitä vähemmän oppijalla on kokemusta harjoiteltavasta asiasta tai mitä vaikeampana opittava asia koetaan, sitä voimakkaampia vahvistajien tulee olla oppimiseen tarvittavien keskittymis- ja työskentelytapojen ylläpitämiseksi (Broberg, 1997; Staats, 1968). Oppijoiden välillä on suuria eroja palkitsevina koettujen vahvistajien suhteen, mikä vaikeuttaa vahvistamisen optimaalisen tason löytämistä (McLnerney & Kerns, 2003; Staats, 1968). Toisten ihmisten hyväksyntä ja huomio ovat yleensä voimakkaita vahvistajia lapsille, minkä vuoksi epätoivotun käyttäytymisen määrä kasvaa, jos lapsi saa sen avulla enemmän huomiota kuin soveliaamman käyttäytymisen seurauksena (Barber ym., 1996; Staats, 1968). Muuntelemalla toivottua käyttäytymistä edeltäviä ja seuraavia tapahtumia voidaan vaikuttaa lapsen käyttäytymiseen (Barkley, 1997; McLnerney & Kerns, 2003; Staats, 1968).

1.2. Oppimiseen vaikuttavia tekijöitä

Oppimistilanteessa oppimiseen vaikuttavat eniten oppijaan itseensä liittyvät seikat, opittavan asian ominaisuudet ja oppimisympäristö (Boekarts & Leiden, 2001; Poskiparta ym., 2003; Staats, 1968) Oppijan yksilöllisillä piirteillä, kuten kyvyllä suunnitella omaa toimintaa, aiemmilla tiedoilla opittavasta asiasta, kognitiivisten taitojen tasolla, perustaitojen hallinnalla sekä motivationaalisilla seikoilla, on suuri merkitys oppimisen tehokkuuden kannalta (Barber ym., 1996; McLnerney & Kerns, 2003; Poskiparta ym., 2003; Staats, 1968). Opittavan asian ominaisuuksista ainakin tehtävän kesto ja vaikeusaste sekä oppimisen konteksti vaikuttavat oppimisen etenemiseen (Boekarts & Leiden, 2001; Broberg, 1997; Staats, 1968). Tässä yhteydessä perehdytään tutkimuksen kannalta oppimiseen olennaisesti vaikuttaviin seikkoihin. (Lisätietoa kieleen liittyvien prosessien oppimiseen vaikuttavista muista seikoista ks. Jyväskylän yliopiston LKK - projektin tutkimustuloksia mm. Lyytinen, P., 1999; Lyytinen, 2004).

1.2.1. Motivaatio ja vahvistaminen

Motivaatio on yksilön kokema halu toimia ja käyttäytyä itselleen mielekkäällä tavalla (Staats, 1968). Motivaatio voidaan jakaa sisäisiin ja ulkoisiin tekijöihin; sisäiset tekijät ovat yksilön itselleen asettamia ja ulkoiset tekijät liittyvä kontekstiin (Boekarts & Leiden, 2001; Broberg, 1997). Oppimistilanteessa sisäinen motivaatio ilmenee tehtäväsuuntautuneena käyttäytymisenä eli taipumuksena tutkia oppimistehtävän haastavia puolia ja haluna ponnistella tehtävän ratkaisemiseksi (Poskiparta ym., 2003). Yksilön tulkinnat oppimistilanteissa sekä niihin liittyvät tunnereaktiot vaikuttavat motivaatioon, minkä vuoksi motivaatiota voidaan pitää yksilön sisäisenä psykologisena prosessina (Boekarts & Leiden, 2001). Staatsin mukaan yksilö oppii pitämään erilaisia asioita ja tilanteita motivoivina ehdollistumisen seurauksena. Oppimistilanteissa vasteiden jälkeen saatu

positiivinen palkitseminen toimii käyttäytymisen vahvistajana ja lisää opittavaan asiaan kohdistuvaa motivaatiota (Staats, 1968). Oppimiseen liittyvät positiiviset tunnekokemukset edistymisestä ja uuden taidon hallinnasta vahvistavat oppijan motivaatiota ja opittavaan asiaan kohdistuvaa käyttäytymistä (Broberg, 1997; Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Riittämättömissä vahvistamisolosuhteissa oppijan motivoituneisuus ja työskentelyn tehokkuus laskevat (Barber ym., 1996; Carlson, Mann & Alexander, 2000; Carlson & Tamm, 2000; Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Motivaation aikaan saamiseksi ja ylläpitämiseksi vahvistajien tulee olla suhteessa oppijan taitojen tasoon, tehtävän keston ja vaikeusasteeseen (Broberg, 1997; Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; Staats, 1968).

1.2.2. Motivaatio ja tarkkaavaisuus

Yksilö suuntaa ja ylläpitää tarkkaavaisuuttaan koetun motivaation välityksellä (Carlson & Tamm, 2000). Motivaatio on lukemaan oppimisessa tärkeä osatekijä, sillä tarkkaavaisuus suunnataan sen avulla oikeisiin kohteisiin (Poskiparta ym, 2003). Kyky ylläpitää tarkkaavaisuutta eli keskittyä on yksi työskentelykäyttäytymisen tärkeimmistä osatekijöistä (Poskiparta ym., 2003). Tarkkaavaisuus on moninainen havainnoinnin, tietoisuuden ja toiminnan suuntaamisen ilmiö, joka yksinkertaisimmillaan tarkoittaa jonkin asian saattamista tietoisuuden huomion kohteeksi (Barkley, 1981; Posner & Cohen, 1984). Tarkkaavaisuuskapasiteetilla tarkoitetaan miellellävän asiajoukon laajuutta tai yleistä valmiutta kohdistaa huomio esillä olevan tehtävän kannalta olennaisiin seikkoihin (Posner & Cohen, 1984). Tarkkaavaisuus saavutetaan ehdollistumisoppimisen näkökulmasta lapsen ja ympäristön vuorovaikutuksen tuloksena (Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Staatsin mukaan tarkkaavaisuus on motivaation lailla opittua ja tarkkaavaisuuteen liittyvät käyttäytymismuodot muovautuvat kehityksen aikana kokemusten myötä. Huomion suuntaamisesta ja ylläpitämisestä, keskittymisestä johonkin opittavaan asiaan, seuraava palaute vaikuttaa tarkkaavaisuuden suuntaamiseen ja ylläpidon tehokkuuteen jatkossa ehdollistumisen periaatteiden mukaisesti (Staats, 1968).

Tarkkaavaisuuden voidaan ajatella koostuvan ärsykkeiden välisestä kilpailusta, jolloin tarkkaavaisuus suunnataan sellaisiin ärsykkeisiin tai toimintaan, joihin keskittyminen on kehityksen aikana ollut palkitsevinta (Staats, 1968). Oppimisen etenemisen kannalta on tärkeää, että oppija kokee tietynlaiset tarkkaavaisuusvasteet palkitsevina (Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968).

1.2.3. Tarkkaavaisuus ja havainnointi

Havaitseminen on aktiivista tiedon ja merkityksen etsimistä ympäristöstä (Posner & Cohen, 1984). Uutta taitoa opeteltaessa aistiärsykkeet suodatetaan tietoisin tarkastelun kohteiksi havainnoimalla, jonka jälkeen tarkkaavaisuus suunnataan opeteltavan asian olennaisiin seikkoihin (Posner & Cohen, 1984). Tämän jälkeen oppijan tulee kyetä ylläpitämään tarkkaavaisuuttaan riittävän kauan ehtiäkseen työstämään ärsykkeen olennaisia piirteitä (Poskiparta ym., 2003). Oppijan toiminta rakentuu havaintojen pohjalle havainnoinnin riippuessa toiminnan tavoitteista siten, että oppijan odotukset, kokemukset ja käsitykset tilanteesta vaikuttavat tarkkaavaisuuden suuntaamiseen ja siihen, mitkä ympäristön aistiärsykkeistä saavuttavat tietoisuuden (Posner & Cohen, 1984). Tarkkaavaisuuden avulla voidaan terävöittää aistien kautta välittyviä ärsykeitä, mikä helpottaa niiden vertailemista ja erottamista toisistaan (Staats, 1968).

1.2.4. Opittavan asian ominaisuudet ja oppimisympäristö

Opittavan ärsykkeen ominaisuudet vaikuttavat monella tavalla oppimisen tuloksellisuuteen. Staatsin (1968) mukaan toisiaan muistuttavat ärsykkeet sekoitetaan helposti toisiinsa. Mitä samankaltaisempia ärsykkeet ovat, sitä hankalampaa on oppia erottamaan ne toisistaan (Staats, 1968). Lukemaan opetellessa ärsykkeiden samankaltaisuus voi olla joko visuaalista (Staats, 1968) tai auditiivista (Lyytinen ym., 2003). Aivot reagoivat toisistaan eroaviin

ärsykkeisiin automaattisesti (Gottfried & Dolan, 2004; Lyytinen ym., 2003; Skinner, 1938). Tarkkaavaisuuden kohteena olevien ärsykkeiden tuntemisella ja esiintyvien ärsykkeiden määrällä on merkitystä: ärsykejä on sitä vaikeampi erottaa toisistaan mitä enemmän niitä on kerrallaan havaintokentässä (Staats, 1968). Oppiminen on helpompaa, mikäli ärsykkeet tai niiden osat ovat entuudestaan tuttuja, ja vaikeutuu sitä mukaa, mitä enemmän huomiota joudutaan suuntaamaan tuntemattomiin ärsykkeisiin (Staats, 1968).

Oppimisen konteksti harjoitustilanteessa vaikuttaa suuresti oppijan suoriutumiseen (Boekarts & Leiden, 2001; Staats, 1968). Tehtävän aikaina motivaatio laskee, mikäli tehtävä on liian vaikea, koetaan vastenmielisenä tai vaatii oppijalta suurta ponnistelua keskittymiskyvyn säilyttämiseksi (McLnerney & Kerns 2003; Staats, 1968). Oppijan näkökulmasta oppimistilanne muuttuu sitä vastenmielisemmäksi, mitä intensiivisempää opittavan asian harjoittelu on eli mitä suurempi määrä vasteita vaaditaan annettavaa vahvistajaa kohden (Staats, 1968). Oppimistilanteen vastenmielisyys lisää työskentelyn kanssa kilpailevan käyttäytymisen palkitsevuutta (Staats, 1968). Työskentelykäyttäytymistä, oppimisen tehokkuutta ja oppijan mielenkiinnon säilyttämistä opeteltavassa asiassa voidaan parantaa useilla tavoilla (Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Oppimisympäristö ja tehtävät voidaan suunnitella oppijan tason mukaisiksi (Boekarts & Leiden, 2001), opeteltavassa asiassa voidaan edetä asteittain helpommasta vaikeampaan ja toivottua käyttäytymistä voidaan vahvistaa oppijan tarpeiden mukaisesti (Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968).

1.3. Lukemaan oppiminen suomen kielessä

Kielellinen ja kognitiivinen kehitys etenevät hierarkkisesti, jolloin varhaisten taitojen hallitseminen vaikuttaa uusien taitojen oppimiseen (Staats, 1968). Sanojen, puheen ja lukutaidon oppiminen on alussa hidasta, mutta oppiminen nopeutuu taitojen karttuessa (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Lyytinen, P., 1999; Staats, 1968). Lukutaito rakentuu omaksutun kielen rakenteiden varaan useiden yksinkertaisten osataitojen yhdistyessä ja

kasautuessa oppimisen tuloksena (Staats, 1968; Syrjälä & Lyytinen, 2004). Lukutaidon oppiminen koostuu useista rinnakkaisista ja peräkkäisistä prosesseista, jotka hallitakseen aloittelevan lukijan perusvalmiuksien, kuten havaintotoimintojen, tarkkaavaisuuden ja muistijärjestelmän, tulee olla riittävän kehittyneitä (Staats, 1968; Syrjälä & Lyytinen, 2004). Lukemaan oppiminen on hieman erilaista kielellisesti toisistaan eroavissa ortografioissa ja kulttuureissa (ks. mm. Aro & Wimmer, 2003; Lyytinen ym., 2005; Porpodas, 1999; Seymour, Aro & Erskine, 2003). Tässä yhteydessä kerrotaan vain suomen kielen perustaitojen oppimisesta.

Suomen kielessä on joitakin erityispiirteitä, joilla on suuri merkitys lukemaan oppimisessa (Lyytinen ym., 1995, 2005). Suomen kielessä on säännöllinen ortografia, eli 23 yksittäistä äännettä vastaa säännöllisesti sama kirjain (näiden kirjain-äänne -parien lisäksi on olemassa yksi poikkeus) riippumatta niiden esiintymisyhteydestä, ja kirjaimia vastaavat äänneet muistuttavat läheisesti kirjainten nimiä (Lyytinen ym., 2005). Suomen kielessä ei esiinny useita monen konsonantin yhdistelmiä; vastaavasti vokaaliyhdistelmät ovat hyvin yleisiä (Lyytinen ym., 2005).

1.3.1. Lukutaidon osatekijät

Puhuttu kieli perustuu foneemeihin eli äänneisiin (McDougall, Hulme, Ellis & Monk, 1994; Ellis, Franklin & Crerar, 1994). Fonologiset taidot tarkoittavat erilaisia foneemien käsittelyyn liittyviä osatoimintoja, joiden hallinta on tärkeää sujuvan lukutaidon saavuttamisen kannalta (McDougall ym., 1994; Ellis ym., 1994). Fonologinen tietoisuus on tietoisuutta foneemirakenteiden hallinnasta sekä foneemien erottelu-, riittely- ja tunnistuskyvystä (Ellis ym., 1994; Lyytinen ym., 2005).

Fonologinen edustus tarkoittaa sanan äännerakennetta, ja se on fonologisen tietoisuuden osa (McDougall ym., 1994). Fonologinen muisti tarkoittaa kykyä ylläpitää mielessä fonologiseen koodiin perustuvia edustuksia (Ellis ym., 1994). Foneemien keston vaihtelu

on suomen kielen erityispiirre; useissa tapauksissa sanoja erottaa toisistaan vain yksi kirjain esimerkiksi tuuli - tuli - tulli (Lyytinen ym., 2004, 2005). Suomen kielessä sanan merkitys muuttuu, jos yksikin foneemi vaihtuu pitkästä lyhyeksi (Lyytinen ym., 2004). Kirjoitettu suomen kieli perustuu kirjaimiin eli grafeemeihin (Ahvenainen & Siirilä, 1977; Karlsson, 1983, 1994). Grafeeminen tietoisuus merkitsee kykyä käsitellä kirjoitetun kielen yksiköitä (Ahvenainen & Siirilä, 1977; Karlsson, 1994). Kielellinen tietoisuus puolestaan tarkoittaa kykyä havainnoida ja jaksotella puhetta sekä ymmärtää lukemiseen ja kirjoittamiseen sisältyvien taitojen tarkoitus eli mahdollisuus muuntaa kirjoitettuja symboleita ääniksi ja puheeksi (Karlsson, 1994). Kielelliseen tietoisuuteen perustuvalla dekodeustaidolla tarkoitetaan varsinaista grafeemien kääntämistä fonologiseen muotoon (Karlsson, 1994).

1.3.2. Lukutaidon oppiminen

Lukemaan opettelemisessa kirjaimet ehdollistetaan ensin riittävällä toistomäärällä niiden äänteisiin (Chall, 1983; Staats, 1968). Ehdollistumisprosessi etenee hierarkkisesti ylemmille tasoille fonologisten taitojen kehittyessä, jolloin yksittäisiä kirjoitusmerkkejä käännetään ensin dekodeamalla yksittäisiin äänteisiin ja myöhemmin useita kirjoitusmerkkejä suurempiin kielellisiin yksiköihin, kuten tavuihin ja lopulta sanoihin (Chall, 1983; Matilainen, 1989; Staats, 1968). Fonologisten osaprosessien ehdollistumisen avulla puhuttu ja kuultu kieli opitaan yhdistämään kirjoitettuun kieleen (Chall, 1983; Matilainen, 1989; Staats, 1968). Fonologisten taitojen hyvä taso on perustana minkä tahansa suomenkielisen sanan lukemiselle, sillä suomen kielessä äänteet voidaan yhdistää yksitellen toisiinsa, eikä lukijan tarvitse välittää usean kirjaimen grafeemiyhdistelmistä, jotka ääntyvät eri tavoin (Lyytinen ym., 2005). Sujuva lukutaito perustuu fonologisten prosessien automatisoitumiseen, johon tarvitaan paljon toistoja (Ellis ym., 1994, McDougall ym., 1994; Staats, 1968). Aloittelevan lukijan kannalta äänteellisen, kokoavan lukutaidon oppimisen voidaan väittää olevan helpompaa suomen kielessä kuin esimerkiksi englannin kielessä (Seymour ym., 2003). Lähes kaikki suomen kielen sanat koostuvat useista yksinkertaisista tavuista, joihin lisätään sanapäätteet ja taivutusmuodot, jolloin

sanavartalo saattaa muuttua ja sanoista voi tulla hyvin pitkiä (Lyytinen ym., 2005). Suomen kielen rytmisyys perustuu tavujakoon, jolloin tavurajan tunnistaminen ja tavujen onnistunut käyttäminen ovat tärkeitä juuri sanojen pituuden vuoksi (Aro & Wimmer, 2003).

Suomen kielen perustaitojen suhteellisen helppo ja nopea oppiminen johtuu suurelta osin kielen säännöllisyydestä (Lyytinen ym., 2005) sekä suomalaisesta kulttuurista, joka altistaa lapset jo hyvin nuorena kirjaimille ja lukemiselle (Lyytinen ym., 2005, 2004; Lyytinen, P., 1999). Säännöllinen ortografia sekä lukutaitoa suosiva kulttuuri mahdollistavat sen, että suurin osa suomalaisista lapsista oppii itsenäisesti ymmärtämään lukemisen peruseriaatteet, erityisesti kirjain-äänne -vastaavuudet (Lyytinen ym., 2003, 2005, painossa). Noin kolmasosa lapsista osaa lukea ja suurin osa hallitsee ainakin muutamia kirjaimia ennen koulun aloittamista (Lyytinen ym., 2005).

1.4. Lukutaidon oppimisessa ilmeneviä vaikeuksia

Suuri osa lapsista kohtaa aiemmin mainituista seikoista huolimatta vaikeuksia oppimisuransa aikana (Lyytinen ym., 2005). Lukemisvaikeus on yleisin ja suuria vaikeuksia aiheuttava oppimisvaikeus (Lyytinen ym., 2003; Lyytinen, P., 1999). LKK – projektin tulosten mukaan noin kahdeksalla prosentilla suomalaisista lapsista on lukutaidon saavuttamisen vaikeuksia vielä silloinkin, kun lukutaidon tulisi olla sujuvaa (Lyytinen, P., 1999). Arviot lukuvaikeuksien esiintymisen määrästä vaihtelevat sen mukaan, puhutaanko dysleksiasta eli erityisestä lukemisen ja kirjoittamisen oppimisen häiriöstä vai yleensä lukemisen ja kirjoittamisen oppimisvaikeuksista (Ahvenainen & Holopainen, 2005). Tässä yhteydessä esitellyt lukutaidossa ilmenevät vaikeudet koskevat pääasiallisesti dysleksiaa. Dysleksialapsilla ilmeviä vaikeuksia on havaittavissa jossain määrin myös sellaisilla lapsilla, joiden lukemaan oppimisen vaikeudet eivät täytä varsinaisen dysleksian kriteerejä (Ahvenainen & Holopainen, 2005). Perehdyttäessä lukutaitoon hierarkkisesti etenevänä prosessina voidaan ajatella, että ongelmat aiemmin kehittyneissä toiminnoissa heijastuvat niiden varaan myöhemmin kehittyviin toimintoihin (Bakker, 1989, 1990, 1992, 1994;

Lovett, 1987; Lovett ym., 1994). Tämä näkemys tukee Staatsin (1968) oppimisteoriaa, jonka mukaan kehitys etenee hierarkkisesti, eikä uusien taitojen hallinta ole mahdollista ilman sen osaprosessien riittävän hyvää tasoa. Lukemisessa kehityksellisesti ilmeneville häiriöille on tyypillistä, että moninaiselta vaikuttavan häiriön taustalta löytyy suhteellisen kapea-alainen erityisvaikeus (Lyytinen, Leinonen, Nikula, Aro & Leiwo, 1995).

1.4.1. Lukemisvaikeus

Lukemisvaikeus eli dysleksia on oppimisvaikeuksien alaryhmä, joka esiintyy itsenäisenä tai yhdessä muiden oppimisvaikeuksien kanssa (Bakker, 1992, 1994). Lukemisvaikeus määritellään yleisimmin kielellisen kehityksen erityisvaikeutena, joka ei johdu älyllisistä, tunneperäisistä tai sosioekonomisista seikoista, neurologisesta sairaudesta tai aistivaurioista (Ahonen & Aro, 1999). Lukemisvaikeus ilmenee jälkeenjääneisyytenä lukemisessa tai lukemaan oppimisessa ja vaikeutena saavuttaa yleistä kykytasoa vastaavaa lukutaitoa (Scarborough, 1990) Lukutaidossa ilmenevät ongelmat hankaloittavat jokapäiväistä elämää ja suoriutumista koulussa (Bakker, 1992; Scarborough, 1990). Lukivaikeuslasten ongelmat ovat ensisijaisesti kielellisiä ja heidän muut kognitiiviset toimintonsa ovat usein normaaleja (Bakker, 1992; Scarborough, 1990). Kielelliseltä kehitykseltään viivästyneet lapset eivät ole yhtenäinen ryhmä (Lyytinen, P., 1999). Ryhmän sisällä esiintyy vaihtelua sekä lasten hallitsemisissa taidoissa että kehitysviiveiden erityispiirteissä (Lyytinen, P., 1999). Myös lukemisvaikeuksiin johtavia kehityspolkuja on useita (Lyytinen ym., 2003). Rajanveto lukemisen erityisvaikeuden ja muista syistä aiheutuvan lukutaidossa ilmenevän vaikeuden välille on edellä mainituista syistä vaikeaa.

Lukemisvaikeuksien syytekijöitä on oletettavasti useita (mm. Lovett ym., 1994; Lyytinen ym., painossa; Lyytinen, P., 1999). Dysleksian on osoitettu olevan perinnöllistä (Scarborough, 1990; Van der Leij, Lyytinen & Zwarts, 2001). LKK – projektin tutkimustulokset yhdessä muiden lukemisvaikeustutkimusten kanssa osoittavat, että lähisukulaisen dysleksia lisää lapsen kielellisten vaikeuksien kohtaamisen todennäköisyyttä

(Lyytinen ym., 2004, painossa; Scarborough, 1990). Lukivaikeuslasten kielelliset taidot eroavat monessa suhteessa normaalisti lukemaan oppivien lasten taidoista (Guttorm, Leppänen, Richardson & Lyytinen, 2001; Lyytinen ym., 2004, 2005; Scarborough, 1990). Selkeimmin lukemisen vaikeudet ovat yhteydessä fonologisen prosessoinnin ongelmiin (Lyytinen ym., 2001, 2005). Fonologisen prosessoinnin vaikeudet näkyvät jo varhain äänteiden keston havainnoinnin ja erottelukyvyn epätarkkuutena (Guttorm ym., 2001; Lyytinen ym., 2003, 2004) sekä dekodeustaitojen eli kirjain-äänne -vastaavuuksien ymmärtämisen ja muistamisen heikkoutena (Lyytinen ym., 2005, painossa). Kielellisen kehityksen hitaus näkyy lukivaikeuslapsilla mm. sanavaraston kehittymisen hitautena, konsonanttien ääntämiskyvyn vaikeutena ja puheen rytmittämisen ongelmina (Scarborough, 1990). Lukemisvaikeus ilmenee kirjain-äännevastaavuudeltaan säännöllisissä kielissä, kuten suomen kielessä, usein joko tarkkuudessa tai nopeudessa (Lyytinen ym., 1995). Lukivaikeuslasten työskentelyä luonnehtii erityisesti tiedonkäsittelyn hitaus ja vaikeus automatisoida opittuja taitoja (Bakker, 1992).

1.4.2. Lukemisvaikeuksien alaryhmämallit

Alaryhmämallit ovat teorioita, joissa lukemisvaikeudet jaetaan ryhmiin niiden ilmenemismuotojen ja taustaongelmien perusteella. Alaryhmämalleja on tutkittu vain vähän, mutta ne sisältävät mielenkiintoisen näkökulman oppimisvaikeuksiin. Alaryhmämalleissa huomioidaan oppimisvaikeuksien heterogeenisuus ja kehityksen hierarkkinen eteneminen, jotka yhdistävät teorioita sekä kehityspsykologiseen näkemykseen että Staatsin (1968) yleiseen oppimisteoriaan. Tunnetuimpia alaryhmämalleja ovat Bakkerin (1989, 1990, 1992, 1994) tasapainomalli ja Lovettin (1987; Lovett ym., 1994) lukemisvaikeuden jaottelu tarkkuuden ja nopeuden perusteella. Tässä yhteydessä on esitelty vain Lovettin näkemys lukemisvaikeuksista (vrt. myös Bakker, 1989, 1990, 1992, 1994). Lovett (1987; Lovett ym., 1994) luokittelee lukemisessa ilmenevät vaikeudet nopeuden ja tarkkuuden perusteella. Hänen luokittelunsa taustalla on oletus lukutaidon hierarkkisesta etenemisestä (vrt. aiemmin Bakker, 1989, 1990, 1992, 1994; Staats, 1968), jolloin lukemaan oppimisen

vaikeudet ilmenevät kehityksen eri vaiheissa. Ärsykkeet opitaan tunnistamaan automaattisesti sen jälkeen, kun ne on toistojen kautta opittu muistamaan ilman tietoista tarkkaavaisuutta (vrt. Staats, 1968). Ärsykkeiden tunnistamisen automatisoituminen nopeuttaa lukemista, minkä vuoksi Lovett olettaa juuri nopeuden olevan hyviä ja huonoja lukijoita keskeisesti erottava tekijä. Lapsen lukemisvaikeuden ilmetessä lukemisen sujumattomuutena ja automatisoitumisen vaikeutena on kyseessä nopeustyyppinen lukemisvaikeus. Nopeusongelmaisten lasten taustaongelmana on Lovettin mukaan vaikeus hakea visuaaliselle ärsykkelle kielellinen koodi. Nopeusongelmaisten lasten vaikeudet huomataan usein vasta, kun oppimistilanteet muuttuvat vaativiksi. Tarkkuusongelmaisten lasten lukutaidon kehitys on puolestaan juuttunut alkuvaiheeseen ja heidän vaikea häiriönsä on havaittavissa yleensä jo varhain. Tarkkuuden ongelmat näkyvät erityisesti äänneiden analysoinnissa, kirjain-äänne -vastaavuuksien oppimisessa, virheiden runsautena ja oppimisen hitautena.

1.4.3. Muistin yhteys lukemaan oppimisen vaikeuksiin

Muisti on moninainen käsite. Tässä yhteydessä keskitytään vain muistin, lukemaan oppimisen ja lukemisvaikeuksien välisiin yhteyksiin. Muistiin liittyvät käsitteet on selitetty vain siltä osin, kuin tekstin ymmärtäminen sitä edellyttää (Lisätietoa muistista ks. mm. Baddeley, 1987, 1997; Baddeley & Hitch, 1974; Gathercole & Baddeley, 1993). Työmuisti tarkoittaa välittömästi mieleen palutettavissa olevaa tietoisuuden sisältöä (Baddeley, 1987, 1997; Baddeley & Hitch, 1974). Työmuistilla on keskeinen merkitys lukemisen ja kirjoittamisen perustaitojen oppimisessa (Baddeley, 1987; Gathercole & Baddeley, 1993). Pitkäkestoinen muisti puolestaan viittaa muistivarastossa suhteellisen pysyvästi olevaan ainekseen (Baddeley, 1997). Sensorinen muisti säilyttää aistien välityksellä saatua tietoa, kielellisen muistin tarkoittaessa kielellisen aineksen varastoa (Gathercole & Baddeley, 1993). Yksinkertaisesti määriteltynä muistaminen on oppimisen tulos, joka ilmenee opitun säilymisenä ja onnistuneena mielestä palauttamisena (Baddeley & Hitch, 1974). Muistin ja

lukutaidon yhteydestä on olemassa useita tutkimuksia (mm. Brady, 1986, 1991; Gathercole & Baddeley; Porpodas, 1999; Tijms, 2004b).

Opetellessaan lukemaan lapsen täytyy painaa mieleensä kirjainten nimet ja muodot sekä säilyttää ne muistissa tarpeeksi kauan kyetäkseen yhdistämään ne vastaaviin äänneisiin (Gathercole & Baddeley, 1993; Ponsila, 1998). Lukemissuorituksen aikana lapsen on palautettava oppimansa informaatio mieleen ja yhdistettävä eri aistialueilta tulevat tiedot toisiinsa (Gathercole & Baddeley, 1993; Syrjälä & Lyytinen, 2004). Lukemaan oppiminen nopeutuu ja helpottuu, kun opittava asia tai sitä hierarkkisesti edeltävä osatekijä muistetaan automaattisesti, jolloin ne eivät vaadi tietoista keskittymistä (Scardomalia ym., 1994; Lovett; Lovett, ym.; Staats, 1968; Ponsila, 1998).

Kielellistä tietoa käsittelevän muistin tiedetään olevan keskeisessä asemassa lukutaidon opettelemisessa (ks. Johnson, 1993) ja lukemisvaikeuden taustalla on epäilty olevan muistin toimintaan liittyviä vaikeuksia (Lyytinen ym., 2003, painossa; McDougall ym, 1994; Porpodas, 1999). Työmuistissa voidaan käsitellä vain rajallinen määrä asioita kerrallaan, minkä vuoksi se on herkkä tarkkaavaisuustoiminnoissa ilmeneville häiriöille sekä sensorisen muistin virheellisille toiminnoille (Gathercole & Baddeley, 1993; Johnson, 1993). Onkin yllättävää, ettei kielellisen muistin ja lukemisvaikeuden välisestä yhteydestä ole olemassa useita ajankohtaisia tutkimuksia. Muistin ja lukemisvaikeuden välistä yhteyttä selvittäneissä tutkimuksissa on havaittu heikosti lukemaan oppivien lasten menestyvän muita lapsia huonommin sellaisissa työmuistia vaativissa tehtävissä, joihin kuuluu kielellisen aineksen opettelua (Brady, 1986, 1991; Porpodas; Tijms, 2004b).

Lukivaikeuslasten ärsykkeiden oppimis- ja muistamiskyvyn hitauden on todettu olevan yhteydessä kielellisen muistin häiriöön (Kramer, Knee & Delis, 2000). Kielellisen muistin ja lukemisvaikeuksissa ilmenevien fonologisten häiriöiden taustalla on puolestaan osoitettu olevan kielellisten ärsykkeiden riittämätön työstäminen (Tijms, 2004b).

1.4.4. Lukemisvaikeuden varhainen tunnistaminen ja ennaltaehkäiseminen

Oppimisvaikeuksia diagnosoidaan yleisesti neljännen ikävuoden jälkeen ja lukemisen kehitysviiveet havaitaan usein vasta koulussa (Lyytinen, P., 1999). Suurin osa lukivaikeustutkimuksista on tehty neljästä kuuteen -vuotiailla lapsilla juuri ennen koulun aloittamista tai koulun alussa, vaikka lukemisvaikeuksia kohtaavat lapset kyettäisiin tunnistamaan yksinkertaisilla menetelmillä jo paljon aiemmin (Scarborough, 1990; Lyytinen ym., painossa; Lyytinen, P., 1999). Lukemista edeltävien varhaisten kielellisten taitojen tasoa (Scarborough, 1990; Lyytinen ym., painossa) ja tietoa suvussa esiintyvistä lukivaikeudesta voidaan käyttää lukutaidon saavuttamisen ennustajina (Lyytinen ym., painossa). Lukivaikeuslasten kirjaintietoisuuden-, kohteiden nimeämisen, foneemisen tietoisuuden ja äänteiden tuottamisen tasot on todettu ikätasoa heikommiksi (Lyytinen ym., painossa; Scarborough, 1990) ja dysleksiariskin todennäköisyys on kasvanut sellaisilla lapsilla, joilla on vaikeuksia oppia grafeemi-foneemi -yhteyksiä pysyvästi (Lyytinen ym., painossa). Lyytisen ym. (painossa) tutkimuksessa havaittiin, että niiden lasten, joiden lukutaidon taso oli ensimmäisen luokan lopussa keskihajonnan verran ikätason keskiarvoa matalampi, kirjainten nimeämisen taidot olivat olleet yhden keskihajonnan ikäryhmän keskitasoa heikompia jo kaksi vuotta aiemmin. Näin ollen iän mukainen kirjaintietoisuuden taso ennustaa lukutaitoa yksinkertaisesti ja luotetavasti (Lyytinen ym., painossa). Lapsella on suurentunut todennäköisyys kohdata lukutaidon saavuttamisen vaikeuksia, mikäli hänen kirjaintietoisuutensa on iän perusteella määriteltyä riskirajaa alhaisempi (Lyytinen, henkilökohtainen keskustelu, LKK – projektin julkaisematon tutkimustieto, 2005).

LKK – projektin tutkimustulosten mukaan varhain aloitettu kielellisten osatoimintojen harjoittaminen voi ehkäistä myöhemmin esiin tulevia kehitysviiveitä tai ainakin vähentää niiden vaikutusta (Lyytinen, P., 1999). Lukemisharjoittelun suositeltavin ajankohta on yhdestä kolmeen vuotta ennen kouluikää (Lyytinen ym., painossa). Hatcherin, Hulme'in ja Snowlingin (2004) laajassa tutkimuksessa todettiin järjestelmällisesti äännerakennetta harjoittavien lukutaidon opetusohjelmien ilman fonologisen tietoisuuden erillistä

harjoittamista olevan riittäviä opettamaan lukutaidon suurimmalle osalle 4,5 -vuotiaista lapsista. Sen sijaan lapset, joiden lukutaidon kehitys oli vaarassa viivästyä, hyötyivät enemmän foneemisen tietoisuuden ja kirjain-äännevastaavuuksien harjoittamisesta (Hatcher, Hulme & Snowling, 2005). Lukemistaitojen harjoittelu on tehokkainta silloin, kun se on intensiivistä, lapsen kehitystason mukaista ja painottuu lukemisen ydintaitoihin eli kirjain-äänne -vastaavuuksien oppimiseen, mielessä säilyttämiseen ja automatisoitumiseen (Lyytinen ym., painossa; Shanahan & Barr, 1995; Staats, 1968).

1.5. Oppimisessa ilmenevät tarkkaavaisuuden ja motivaation häiriöt

Tässä kappaleessa on keskitytty lukutaidon oppimisessa ilmeneviin tarkkaavaisuuden, motivaation ja muistin häiriöihin (ks. myös Bakker, 1989, 1990, 1994; Lovett, 1987; Lovett ym., 1994). (Muista oppimiseen liittyvistä vaikeuksista löytyy lisätietoa mm. Ahonen & Aro, 1999; Ahvenainen & Holopainen, 2005; Lyytinen, Ahonen, Korhonen, Korkman & Riita, 2002).

Osa oppimisessa ilmenevistä vaikeuksista on seurausta heikosta opiskelumotivaatiosta (Carlson & Tamm, 2000; McLnerney & Kerns, 2003). Heikoilla lukijoilla esiintyy keskivertaisia lukijoita vähemmän tehtävän kannalta olennaista käyttäytymistä (Poskiparta ym., 2003). Tarkkaavaisuuden ja motivaation alueella esiintyviä vaikeuksia on vaikea erottaa toisistaan, sillä motivationaaliset seikat liittyvät aina läheisesti tarkkaavaisuuden häiriöihin (Barber ym., 1996; Barkley, 1981, 1997; Carlson & Tamm; McLnerney & Kerns, 2003). Suurella osalla tarkkaavaisuushäiriöisistä lapsista on myös vaikeuksia lukemisessa tai lukemaan oppimisessa (Lyytinen, 2002). Tarkkaavaisuuden häiriöt aiheuttavat lukemisvaikeuksien kanssa yleisesti vaikeuksia koulussa (Almqvist, 2001).

Tarkkaavaisuuden häiriöt eivät muodosta yhtenäistä ryhmää, sillä häiriön taustalla voi olla lukuisia syitä, kuten havaintotoimintojen, tarkkaavaisuuden ylläpitämisen, toiminnan suunnittelun tai vireyden säätelykyvyn puutteita (Almqvist; Barkley, 1981, 1997; Haenlein & Caul, 1987). Tarkkaavaisuuteen liittyvät häiriöt aiheuttavat lukuisia rinnakkaisongelmia,

jotka vaikeuttavat perusvalmiuksien sekä uusien tietojen ja taitojen oppimista (Almqvist, 2001).

Tarkkaavaisuuden herpaantumisen ja valppauden ylläpidon vaikeuden vuoksi tarkkaavaisuushäiriöiset lapset tekevät paljon huolimattomuusvirheitä (Barkley, 1997). Impulsiivisuuteen taipuvainen lapsi reagoi ärsykkeisiin tilanteen kannalta liian nopeasti ja helposti häiriintyvä lapsi suuntaa tarkkaavaisuutensa myös epäolennaisiin ärsykkeisiin (Barkley, 1997; McLnerney & Kerns, 2003). Tehtävään liittymättömät ärsykkeet häiritsevät tarkkaavaisuushäiriöisen lapsen keskittymistä erityisesti silloin, kun päätehtävä koetaan pitkästyttävänä tai vaativana (Barber ym., 1996; Barkley, 1981, 1997; Haenlein & Caul, 1987). Tarkkaavaisuushäiriöisillä lapsilla saattaa olla vaikeuksia sekä hahmottamisessa että visuaalisen tiedonhankinnan tavoissa (Almqvist, 2001).

Tarkkaavaisuuden alueella ilmeneviä vaikeuksia voidaan pitää häiriöinä ehdollistumisoppimisessa (Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; Barkley, 1997; Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Tällöin tarkkaavaisuuden häiriö ilmenee epäonnistuneena reaktion ehkäisyssä: vasteena tehtävän kannalta epäolennaiseen ärsykkeeseen tai vaikeutena hallita käyttäytymistä useita ärsykejä sisältävissä tilanteissa (Barkley, 1997; Staats, 1968). Edellä mainitut toiminnan säätelyn häiriöt voivat Barkleyn mukaan rajoittaa esimerkiksi työmuistia, motivaatiota ja vireyden säätelyä sekä vaikuttaa laajemminkin käyttäytymisen hallintaan. Tarkkaavaisuuden häiriintymisessä palkitsemisella on suuri merkitys (Barkley, 1981, 1997; Haenlein & Caul, 1987; McLnerney & Kerns, 2003; Staats, 1968). Tarkkaavaisuuden ja toimintavalmiuden ylläpidon kannalta välitön ja säännöllinen palkitseminen on olennaisen tärkeää (Haenlein & Caul, 1987; Staats, 1968). Tarkkaavaisuushäiriöiset lapset suoriutuvat muita heikommin, jos palautetta annetaan vain silloin tällöin (Haenlein & Caul, 1987).

Tarkkaavaisuushäiriöisten lasten tulee saada muita voimakkaampaa vahvistamista käytökselleen, jotta oppiminen olisi tehokasta (Haenlein & Caul, 1987).

Tarkkaavaisuushäiriöisen lapsen tarkkaavaisuuden harjaannuttamista voidaan edesauttaa motivoimalla (Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; McLnerney & Kerns, 2003).

1.6. Tietokone oppimisen välineenä

1.6.1. Staatsin oppimislaitte tietokoneiden edeltäjänä

Staats (1968) tutki yleisen oppimisteoriansa toimivuutta lukutaidon oppimisen selittäjänä. Hän kehitti laitteen, joka muistuttaa monin tavoin nykypäivän monimutkaisia tietokoneita. Laitteen avulla säädeltiin ääniärsykkeiden esittämistä. Lapsen tuli yhdistää ääniärsykkeet esitettyihin kirjaimiin (tavuihin, sanoihin). Jokaisen oikean vasteen jälkeen näkymättömissä oleva henkilö asetti laitteeseen palkinnon lasta varten. Toisin kuin tietokoneen virtuaaliset palkinnot, Staatsin kokeeseen osallistuneet lapset saivat oikeista vastauksista välittömästi konkreettisia palkintoja kuten marmorikuulia, jotka voitiin myöhemmin vaihtaa leluihin. Nämä palkinnot toimivat oppimisen vahvistajina. Valitessaan väärin lapsi kuuli voimakkaan äänen ja joutui käynnistämään laitteen uudelleen nappia painamalla. Lapsi kykeni seuraamaan etenemistään, sillä hänen saavuttamansa palkinnot olivat näkyvillä koko ajan. Lukutaidon opettelussa edettiin laitteen avulla yksinkertaisista taidoista asteittain vaikeampiin osatekijöihin. Tutkimuksen aikana Staats vaihteli vahvistamisen ajankohtaa, vahvistajien voimakkuutta sekä oppimisen ympäristöä. Laite tallensi kaikki lapsen etenemisestä kertyneet tiedot ja piirsi jatkuvasti kuvaajaa, joka havainnollisti esimerkiksi lapsen nopeampaa oppimista jyrkemmällä viivalla.

Staats sai kokeensa menestyksestä tukea yleiselle oppimisteorialleen. Hierarkkisen ehdollistumisoppimisen periaatteita soveltamalla oli mahdollista opettaa lapsille monimutkaisia kognitiivisia taitoja, kuten lukemista. Staats havaitsi, että monimutkaiset harjoitusolosuhteet ovat välttämätön edellytys monimutkaisten kognitiivisten taitojen kehittymiselle. Esimerkkinä monimutkaisista harjoitusolosuhteista Staats esitti koulun oppimisympäristönä, jossa oppiminen tapahtuu toistuvan toiminnan kautta opittujen ärsykkeiden ja niiden vasteiden yhdistämisen tuloksena. Hänen mukaansa oppiminen on

riippuvainen kontekstista; mikäli jokin ärsyke opitaan toistojen kautta tietyssä ympäristössä, ei sitä osata yhtä hyvin toisessa. Vahvistamisen sovellukset ja tehtävän vaikeusasteiden muuttamiskokeilut osoittivat lisäksi, että tehtävän vaikeuden ja pituuden tulee olla suhteessa lapsen aiemmin opittujen taitojen tasoon sekä käytetyn vahvistusjärjestelmän tehokkuuteen.

1.6.2. Ohjelmoitu oppiminen

Ohjelmoidut oppimisympäristöt ovat oppimistarkoituksiin suunniteltuja tietokonepohjaisia oppimisvälineitä (Broberg, 1997). Ohjelmoidun oppimisen periaatteet kehitettiin ehdollistumisteorioiden ja behaviorististen näkemysten pohjalta (ks. mm Pavlov, 1927; Skinner, 1938, 1953; Staats, 1968). Kognitiivinen ajattelu on vaikuttanut myöhemmin tietokonepohjaisten opetuspelien kehittämiseen huomioimalla erityisesti oppimisen kontekstin vaikutukseen (Broberg, 1997), jonka Staats (1968) oli jo aiemmin havainnoinut. Ohjelmoidun oppimisen periaatteiden mukaisesti oppijat altistetaan aluksi vain pienille määrille helpohkoja opittavia ärsykeitä, joiden jälkeen oppimistilanteita vaikeutetaan asteittain (Broberg, 1997). Ohjelmoidut oppimisympäristöt rakennetaan siten, että oppijoilta odotetaan välitöntä vastetta, mikä mahdollistaa väärin vastauksen korjaamisen ja oikeiden vastausten vahvistamisen. Näin ollen oppija saa koko ajan välitöntä palautetta suorituksensa etenemisestä, mikä oikeiden vastausten kohdalla lisää vasteen esiintymisen todennäköisyyttä tulevaisuudessa. Ohjelmoidun oppimisen kulmakivi on oppimismateriaalin mukautuminen oppijan yksilöllisen oppimisnopeuden perusteella. Tietokoneavusteiset ohjelmointijärjestelmät (Computer Assisted Instruction Systems -CAI) ovat yksi esimerkki tietokonepohjaisista oppimisympäristöistä, jotka toimivat ohjelmoidun oppimisen periaatteiden mukaisesti.

1.6.3. Tietokone adaptiivisena oppimisympäristönä

Ohjelmoitujen oppimisympäristöjen periaatteita hyödynnettiin laajasti tietokoneita kehitettäessä (Broberg, 1997) ja niitä on pyritty kehittämään jatkuvasti mm. lisäämällä tietokoneohjelmien mielenkiintoisuutta sekä adaptiivisuutta, ohjelman mukautumista oppijan yksilöllisiin tarpeisiin (Broberg, 1997; Lyytinen, 2004; Magoulas, Papanikolaou & Grigoriadou, 2003). Adaptiivisuus on erilaista riippuen siitä, sopeutuuko ohjelma yksilön etenemisen mukaan, mukauttaako yksilö ohjelmaa itselleen sopivaksi vai mukautuuko ohjelma molemmilla edellä mainituilla tavoilla (Magoulas ym., 2003). Tietokoneohjelma voi esimerkiksi mukautua automaattisesti oppijan etenemisen myötä, jonka lisäksi oppija voi valita itselleen mieluisan tason (Magoulas ym., 2003). Tietokoneen käytön opettelu vie aluksi aikaa varsinaiselta opittavalta asialta, jollei henkilöllä ole aiempaa kokemusta tietokoneista (Bradley, Welch & Skilbeck, 1993). Tämän vuoksi on tärkeää, että opetustilanteissa käytettävät tietokoneohjelmat ovat mahdollisimman yksinkertaisia käyttäjän kannalta (Bradley ym., 1993). Kehittyneemmät tietokoneohjelmat ovatkin helppokäyttöisiä, ja keräävät lisäksi jatkuvasti tietoja suorituksen etenemisestä (Scardomalia ym., 1994; Waern 1991).

Opetustarkoituksiin kehitetty adaptiivinen tietokonepeli mukauttaa oppimisen kulkua yksilön lähtökohdista käsin, jakaa opeteltavan taidon osiin, mahdollistaa oppimiselle välttämättömän toiston ja antaa riittävästi palautetta oppijan suoriutumisesta (Lyytinen, 2004). Tietokoneen avulla tapahtuvassa oppimisessä suoritus riippuu oppijan tehtävälle antamasta panoksesta, tehtävän mielenkiintoisuudesta ja koetusta vaikeudesta suhteessa omiin kykyihin (Waern, 1990, 1991). Tietokoneen antama selkeä ja ymmärrettävä palaute, josta ilmenee virheellisten suoritusten jälkeen, miten toimintaa voisi parantaa, lisää oppijan motivaatiota ja oman toiminnan säätelykykyä (Waern, 1991; Larsen, 1995). Opeteltavan taidon vaiheistaminen ja yksilöllisen tason huomioiminen antavat pelaajalle motivaatiota ylläpitävän tunteen jatkuvasta etenemisestä ja vahvistavat kiinnostusta ja opittavaan asiaan keskittymistä ilman, että pelaaja kuormittuisi liikaa oppimisen ulkopuolisilla huomion

kohteilla tai kohtaisi jatkuvia epäonnistumisia (Waern, 1991; Lyytinen, 2004; Staats, 1968). Tietokoneen antama negatiivinen palaute on helpommin vastaanotettavissa kuin ihmisen antama palaute (Larsen, 1995). Tietokonepelin avulla voidaan vähentää epämiellyttäviä oppimiskokemuksia ja niiden seurauksia sekä lisätä oppimisesta saatuja positiivisia tunnekokemuksia (Larsen, 1995; Lyytinen, 2004).

1.6.4. Lukutaidon tietokoneavusteinen harjoittaminen

Oikein suunniteltu tietokoneohjelma soveltuu hyvin lukemisvalmiuksien ja muiden oppimistaitojen harjoitteluun, sillä tietokone on erityisesti lapsia voimakkaasti oppimaan motivoiva väline (Larsen, 1995; Lyytinen, 2004; Syrjälä & Lyytinen, 2004). Hyvien tietokoneohjelmien avulla harjoittelu on helppoa saada lapsen kannalta optimaaliselle tasolle, ja tietokoneohjelmien avulla harjoittelu voi tapahtua itsenäisesti muuallakin kuin opetus- ja kuntoutustilanteissa. Lukemisen tietokoneavusteisesta harjoittamisesta on tehty runsaasti tutkimuksia, joista suurin osa käsittelee lukivaikeuksien kuntouttamista. Lukutaidon perusteiden tietokoneavusteiseen opettamiseen keskittyviä tutkimuksia on vähän. Lukemaan oppimisessa on eroja ortografioiltaan erilaisissa kielissä, joten seuraavassa kappaleessa keskitytään tutkimuksiin, jotka on tehty suomen kielen lailla ortografialtaan säännöllisten kielten lukemisen harjoittamisesta. Lisätietoa muista lukikuntoutusmenetelmistä on saatavilla mm. Busin ja IJzendoornin (1999) sekä Ehrin ym. (2001) meta-analyyseistä.

Van Daal ja van der Leij (1992) harjoittivat oppimisvaikeuslapsia lukemaan vaikeita sanoja puhepalautteeseen (speech feedback) perustuvan tietokoneohjelman avulla. Tutkimukseen osallistui 28 lasta, joiden keski-ikä oli 9v 7kk ja joiden lukutaito oli kaksi luokkatasoa ikatasaista heikompi. Tietokoneohjelman avulla pystyttiin harjoittelemaan sanoja kolmella eri tavalla: lukemalla tietokoneen ruudulla oleva sana ääneen, kopioimalla sana näppäimistön välityksellä tai kirjoittamalla sana muistista sen ruudulla esittämisen jälkeen. Kaikissa tilanteissa lapset pystyivät halutessaan kuuntelemaan opeteltavan sanan

muutamia kertoja. Ohjelma tarjosi sanallista palautetta oikeista vastauksista sekä varoitti kirjoitusvirheistä äänimerkillä. Jälkitestauksessa tehti vähemmän virheitä ruudulta kopioimalla harjoitelluissa sanoissa kuin muistin varassa kirjoitetuissa sanoissa. Pelkkä sanan ääneen lukeminen oli molempia kirjoittamisharjoituksia tehottomampaa. Kaikki kolme harjoittelumuotoa paransivat samassa mittakaavassa harjoiteltujen sanojen ääneen lukemisen tarkkuutta ja sujuvuutta, mutta taidot eivät yleistyneet tutkimuksessa harjoittelemattomiin sanoihin.

Wentink, van Bon ja Schreuder (1997) sovelsivat van den Boschin (1991) kehittämää flash card -metodia 8-12 -vuotiaiden heikosti lukevien lasten dekodeamistaitojen harjoittamiseen. Flash card -tietokoneohjelma esitti lapselle tietokoneen ruudulla epäsanaja eli kielen ortografisia ja fonologisia sääntöjä noudattavia merkityksettömiä kirjainjonoja. Lapsen tehtävänä oli nimetä epäsanat, jotka esiintyivät lyhytkestoisesti tietokoneen ruudulla. Epäsanojen esiintymisaika oli lyhyt ja sitä säädeltiin tutkijan koodaaman lapsen vastauksen oikeellisuuden perusteella. Oikean vastauksen jälkeen lapsi sai positiivisena palautteena tietokoneen ruudulle hymyilevän naaman. Vääristä vastauksista ei seurannut palautetta, mutta epäsanojen esiintymisaika kasvoi kahden peräkkäisen virheen jälkeen 17ms. Koeryhmä harjoitteli kahdeksan viikon ajan, 30min kaksi kertaa viikossa. Harjoitusta saaneen koeryhmän dekodeamisnopeus parani harjoiteltujen epäsanojen lisäksi harjoittelemattomissa epäsanoissa sekä oikeissa sanoissa, mutta sanojen nimeämisen oikeellisuudessa ei tapahtunut muutosta. Kontrolliryhmän dekodeamisnopeus ei muuttunut tutkimuksen aikana.

Van Daal ja Reitsma (2000) tutkivat, soveltuuko Lukusirkus (Leescircus) tietokoneohjelma päiväkotilasten itsenäiseen lukemaan opetteluun ortografialtaan suhteellisen säännöllisessä hollannissa. Ohjelman avulla on mahdollista harjoitella puhuttujen sanojen ja kuvien yhteyksiä, fonologisia taitoja, kirjain-äänne – vastaavuuksia, tavuttamista ja lukemista. Keskimäärin kolme tuntia harjoitusta saaneet lapset oppivat nimeämään useampia kirjaimia ja pystyivät lukemaan enemmän sanoja ja epäsanaja kuin harjoitusta saamattomat kontrollilapset. Tutkimukseen valittiin sellaisia päiväkotilapsia, joiden esikouluopettajat arvioivat olevan valmiita oppimaan lukemaan ja kirjoittamaan, joten ohjelman ei voida

tutkimuksen perusteella väittää sopivan kaikkien lasten lukemisvalmiuksien harjoittamiseen. Toisessa tutkimuksessaan van Daal ja Reitsma (2000) harjoittivat saman ohjelman tavuttamisosioiden avulla 8-12 -vuotiaita lukiongelmaisia lapsia, jotka olivat epävarmoja oppimiskyvyistään ja joilla oli sen lisäksi vakavia motivationaalisia ongelmia. Tietokoneen välityksellä tavuttamista opetelleiden lasten dekodauksit kasvoivat ja heidän tehtävään suuntautumaton käyttäytymisensä väheni sekä tietokoneopetustuokioissa että luokkahuonetilanteissa.

Psykolingvistisen teorian pohjalta suunniteltu LEXY -kuntoutusohjelma on osoittautunut tehokkaaksi dysleksian kuntoutuksessa (Tijms, 2004a; Tijms, Hoeks, Paulussen-Hoogeboom & Smolenaars, 2003). Kuntoutus on tietokonepohjaista, ja se opettaa hollannin kielen fonologisten ja morfologisten rakenteiden tunnistamista ja hyödyntämistä tavuärsykkeiden avulla. Tijms ym. tutkimuksessa strukturoituun kuntoutukseen osallistui n. 100 tutkimuksen alkaessa 7- 41 -vuotiasta dyslektikkaa. Kuntoutus kesti 6kk ja siihen kuului viikoittainen 45 minuutin harjoittelu Amsterdamin dysleksia instituutissa (Institute for Dyslexia in Amsterdam), minkä lisäksi osallistujien piti suorittaa viikoittain kolme 15 minuutin harjoittelutuokiota kotonaan. Harjoittelu koostui tavutus- ja lukemisharjoituksista, jotka oli jaettu eri moduuleihin. Kuntoutuksen tuloksena saavutettiin selvää kehitystä sanojen lukemisessa, tavuttamisessa ja tekstin lukemisessa. Kuntoutukseen osallistujat saavuttivat ikätasoonsa nähden keskitasoisen lukutaidon. Saavutetut sanojen- ja tekstin lukemisen taidot pysyivät vakaina neljän vuoden seurantajakson ajan. Tavuttamistaidoissa tapahtui lievää laskua vuosi kuntoutuksen jälkeen, mutta sen jälkeen tavuttamisen taso pysyi vakaana. Toiseen LEXY -ohjelman avulla suoritettuun dysleksiakuntoutukseen osallistui 131 lasta, joiden iät vaihtelivat kymmenestä neljääntoista vuoteen (Tijms, 2004a). Kuntoutukseen osallistuneiden lasten taidot paranivat kasaantuvasti sitä mukaa, kun uusia, vaikeampien taitojen hallintaan tähtääviä kuntoutusmoduuleja otettiin mukaan harjoitukseen. Kuntoutuksen avulla lapset saavuttivat ikätasoiset tavuttamistaidot.

1.6.5. Lukemisvalmiuksien harjoittaminen Ekapeli 1.1:llä

Jyväskylän yliopiston lapsitutkimuskeskuksessa kehitetty Ekapeli 1.1 harjoittaa lukemisen ydintaitoa; kirjoituksen ja puheen välistä koodausta (Syrjälä & Lyytinen, 2004). Lapsi oppii pelatessaan automatisoimaan kirjain-äänneyhteydet leikin varjolla, ilman että muista hitaampi oppimistahti tuottaisi kielteisiä kokemuksia lapsen omasta oppimiskyvystä. Lisäksi tietokoneen antama negatiivinen palaute tuntuu lapsesta neutraalimmalta kuin aikuisen antama palaute. Pelin avulla voidaan motivoida lasta ja moninkertaistaa aika, jonka tämä muuten käyttäisi vaikealta tuntuvan asian harjoitteluun. Välittömästi saatu visuaalinen ja auditiivinen palaute omasta osaamisesta lisää halua suoriutua aiempaa paremmin. Virheellisen suorituksen jälkeen peli osoittaa oikean vastauksen.

Tutkimuksessa käytetyn Ekapeli 1.1:n soveltuvuus lukemisvalmiuksien harjoittamiseen on todettu aiemmissa pro gradu –tutkielmissa. Ekapelin pelaamisen on huomattu vaikuttavan pääasiallisesti kirjain-äännevastaavuuksien oppimiseen (Alanko & Nevalainen, 2004; Björn, 2005; Klaavuniemi, 2005; Lehtonen, 2003, Liuha, 2004; Taanila, 2004). Pelaaminen kehittää myös kirjainten nimeämisen taitoa (Alanko & Nevalainen; Björn; Liuha; Taanila), kirjainten tunnistamista äänneiden perusteella (Liuha), tavujen tunnistamista (Lehtonen, Taanila) ja fonologisia taitoja (Alanko & Nevalainen; Lehtonen; Liuha). Ekapelin avulla on mahdollista oppia myös lukutaidon alkeet (Alanko & Nevalainen; Lehtonen).

Alkutaidoiltaan heikoimmat lapset kehittyvät pelatessaan erityisesti kirjain-äännevastaavuuksien tuntemuksessa, kun taas alun perin lukutaidottomat, parempitasoiset lapset kehittyvät kirjain-äännevastaavuuksien lisäksi lukemisessa ja fonologisessa tietoisuudessa (Alanko & Nevalainen; Taanila). Yksilötasolla pelaajien kehityksessä on havaittavissa suurta vaihtelua (Taanila). Kirjaintietoisuudeltaan hyvätasoiset lapset etenevät Ekapeli 1.1:ssä kirjaintietoisuudeltaan heikompi-tasoisia lapsia paremmin (Klaavuniemi). Ekapeli 1.1 pelaamiseen käytetty aika on yhteydessä taitojen kehittymiseen; peliajan pidentyessä myös pelaajan lukutaidot kehittyvät enemmän (Björn).

1.7. Tutkimuksen tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksessa käytettyyn tietokonepeliin, Ekapeli 1.1:n, liittyvissä aiemmissa pro gradu – tutkielmissa on perehdytty pelin vaikuttavuuteen lukutaitojen kehittymisessä (ks. aiemmin). Tutkimus eroaa aiemmista Ekapeli 1.1:llä tehdyistä tutkimuksesta siten, että tutkimuksessa tarkasteltiin ensimmäistä kertaa assosiaatioiden oppimiskyvyn yhteyttä lukemistaitojen oppimiseen. Fonologisen tietoisuuden ongelmien on esitty olevan lukemisvaikeuksien taustalla (Guttorm ym., 2001; Lyytinen ym., 2003, 2004, Scarborough, 1990). Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, onko lukemaan oppimisen ongelmien taustalla sittenkin laajempi assosiaatioiden oppimisen vaikeus; vaikeus oppia muistamaan kielellisten ärsykkeiden yhteyksiä visuaalisiin merkkeihin. Lapsen kykyä omaksua tavutettujen sanojen ja lapselle merkityksettömien japanilaisten kirjoitusmerkkien yhteyksiä selvitettiin tietokonepohjaisen Oppimistestin välityksellä. Oppimistestin tilanne oli kaikille lapsille uusi, joten siinä menestymisen oletettiin olevan riippumatonta aiemmasta ehdollistumisesta. Kirjaintietoisuuden tason on todettu ennustavan lukemisvaikeuksien kohtaamista luotettavasti (Lyytinen ym., painossa). Tutkimuksessa perehdyttiin siihen, eroavatko lukemisvaikeuksia kirjaintietoisuuden alhaisen tason perusteella todennäköisesti kohtaavien lasten kyvyt omaksua Oppimistestin assosiaatiopareja muiden lasten vastaavista taidoista vai onko heidän oppimisensa muita hitaampaa ainoastaan lukemistaitoja opeteltaessa. Tutkimuksessa selvitettiin edistääkö vastaavanlaisen oppimisympäristöön tottuminen Ekapeli 1.1. välityksellä tapahtuvaa lukemisvalmiuksien oppimista ja mitkä tekijät selittävät pelaamisen aikana tapahtuvaa oppimista. Tämän lisäksi tarkoituksena oli perehtyä adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana tapahtuvaan oppimiseen mahdollisimman monipuolisesti pelialjalta kertyneitä tietoja hyväksikäytäten.

Tutkimusta varten selvitettiin, miten lasten etenemistä voidaan vertailla heidän pelatessaan yksilöllisesti mukautuvaa peliä. Oletimme, että erilaisten kognitiivisten taitojen kuten Oppimistestin ärsykeparien ja Ekapeli 1.1:n kielellisten taitojen oppimisessa ilmenee samankaltaisuutta ja että assosiaatioiden oppimisen ja lapsen lähtötason avulla voidaan selittää lukemistaitojen oppimista. Oletimme myös, että lukemisvaikeuksia todennäköisesti

kohtaavien lasten oppiminen eroaa muiden lasten oppimisesta sekä Oppimistestissä että Ekapeli 1.1:ä pelattaessa. Samankaltaiseen oppimisympäristöön tottumisen oletettiin nopeuttavan Ekapeli 1.1:ssä esiintyvien ärsykkeiden oppimista hieman.

Oppimisen etenemisen ja oppimiskyvyn monipuolisesta tarkastelusta toivotaan olevan hyötyä tunnistettaessa oppimisessa ilmeneviä eroja ja yhtäläisyyksiä, oppimiseen vaikuttavia seikkoja sekä oppimisen ongelmakohtia. Tietoa oppimisen etenemisestä ja tietokonepelin pelaamisen aikana oppimiseen vaikuttavista seikoista voidaan hyödyntää ainakin kehitettäessä monipuolisempia ja parempia oppimisympäristöjä.

2. MENETELMÄT

2.1. Tutkittavat

Tutkimukseen osallistui 138 lasta kahdeksasta päiväkodista, joista viisi sijaitsi Jyväskylässä, yksi Kuusankoskella ja kaksi Jyväskylän lähikunnissa. Päiväkodit valittiin halukkaiden joukosta lapsimäärän, sijainnin sekä atk-resurssien perusteella. Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkodeista tutkimukseen osallistui 124 lasta viisi- ja kuusivuotiaiden ryhmistä. Jyväskylän lähikuntien päiväkodeista tutkimukseen otettiin mukaan 14 esikouluikäistä lasta opettajien ja vanhempien arvioiman erityisen lukemisharjoittelun tarpeen perusteella.

Tutkimustulosten tarkastelussa käytettyjen lasten lukumäärä jäi huomattavasti vanhemmiltaan tutkimusluvan saaneiden määrää pienemmäksi. Yhden jyväskyläläisen päiväkodin lasten pelaamisesta kertyneet tiedot menetettiin tietoteknisten ongelmien vuoksi. Tarkasteltavien lasten joukosta poistettiin lapset, jotka osasivat jo lukea sekä lapset, joiden äidinkieli ei ollut suomi. Tutkimuksessa ei myöskään tarkasteltu lapsia, jotka eivät olleet pelanneet sekä Oppimistestiä että Ekapeli 1.1:ä tulosten luotettavuuden kannalta riittävästi, eikä lasta, joka oli muista poiketen pelannut vain pienillä kirjaimilla. Analyyseissä tarkasteltiin 76 lasta, joiden ikä oli keskimäärin 6,7 vuotta. Nuorin aineiston lapsista oli 5,2 vuotta ja vanhin 7,7 vuotta vanha. Kymmenen lasta kuului päiväkotien viisivuotiaiden ryhmiin ja 66 lasta esikoululaisiin. Tarkasteltujen lasten joukossa oli 40 tyttöä ja 36 poikaa. 14 lapsen vanhemmat ilmoittivat suvussa ilmenneestä lukivaikeudesta. 13 lapsella, joista kolmella oli myös raportoitu suvussa ilmenevä lukivaikeus, oli alkutestauksen kirjaintietoisuuden perusteella suurentunut riski kohdata lukivaikeuksia. Keskimäärin lapset olivat pelanneet Ekapeli 1.1:tä noin viisikymmentä minuuttia; lyhyin peliaika oli noin viisi

minuuttia ja pisin lähes 170 minuuttia. Pelaamisen aikana esiintyneiden valintatilanteiden pienin määrä oli 94 ja suurin 2559, valintatilanteiden keskiarvon ollessa 840.

2.2. Tutkimuksen toteutus ja tutkimusasetelma

Tutkimus aloitettiin huhtikuussa vuonna 2004, viikolla 15, jolloin Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkotien tutkimusluvan saaneille lukutaidottomille lapsille tehtiin lukemisvalmiuksia kartoittavat pienryhmättestaukset. Testatuista lapsista valittiin tarkempien mittausten kohteeksi ne lapset, joiden tulosten keskiarvot kuuluivat ikäryhmittäin alempaan 50 prosenttiin sekä testimenestyksestä riippumatta ne lukutaidottomat lapset, joiden vanhemmat olivat tutkimuslupien palauttamisen yhteydessä ilmoittaneet lähisuvussa esiintyvistä lukivaikeudesta. Yksityiskohtaisemman tarkastelun kohteeksi otettujen viisivuotiaiden ryhmättestien keskiarvo oli 6,15 tai pienempi ja esikoululaisten keskiarvo oli 8,38 tai pienempi (liite 1). Yksityiskohtaisen tarkastelun kohteena olleille lapsille laskettiin yksilö - ja ryhmättestien yhteiskeskiarvo, jonka perusteella heistä valittiin puolet ryhmään, jonka katsottiin olevan eniten lukemisharjoittelun tarpeessa. Tähän ryhmään kuuluivat ne viisivuotiaat, joiden testien yhteiskeskiarvo oli 5.83 tai pienempi sekä ne esikoululaiset, joiden keskiarvo oli 9.01 tai pienempi (liite 2). Kaikki päiväkotilapset saivat halutessaan pelata Ekapeli 1.1:ä, mutta päiväkotien henkilökunnan toivottiin rohkaisevan etenkin lähtötasoltaan heikoimpia lapsia pelaamaan mahdollisimman paljon.

Alkumittausten jälkeen Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkoteihin vietiin Ekapeli 1.1 ja Matematiikkapeli. Kolme päiväkodeista pelasi Matematiikkapeliä viikon ajan ennen välitestauksia ja Ekapeli 1.1:n pelaamista ja toiset kolme aloittivat pelaamisen suoraan Ekapeli 1.1:llä. Molemmat ryhmät pelasivat Ekapeli 1.1:tä noin kolme viikkoa.

Tutkimukseen tuli mukaan kaksi päiväkotia Jyväskylän lähikunnista noin viikon kuluttua siitä, kun pelaaminen oli aloitettu Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkodeissa. Uusista

päiväkodeista testattiin resurssipulan vuoksi vain ne esikouluikäiset lapset, joiden vanhemmat tai opettajat katsoivat olevan erityisen lukemisharjoittelun tarpeessa. Näiden lasten lähtötasot selvitettiin yksilömittauksina (liite 3). Lähtötason selvittämisen jälkeen lapset pelasivat Ekapeli 1.1:tä noin neljä viikkoa.

Tutkimusaineisto kerättiin yhteistyössä kahden muun pro gradu –tutkielman tekijän kanssa, joiden tutkimusongelmiin vastaamiseksi tarkemman tarkastelun kohteena oleville lapsille suoritettiin välitestaukset pelin vaihtamisen yhteydessä sekä kaikille lapsille loppumittaukset pelijakson lopussa (ks. Auravuo, painossa; Björn, 2005). Alkuperäinen tutkimusasetelma on selitetty tässä vain niiltä osin, jotka ovat tämän tutkimuksen kannalta olennaisia.

2.3. Tutkimuksessa käytetyt arviointivälineet

2.3.1. Lukemisvalmiuksia mittaavat tehtävät

Lukemisvalmiuksia arvioitiin tutkimuksen kuluessa viidellä eri tehtävällä, joissa tarkasteltiin pelkästään suuraakkosia. Testien valintaperusteena käytettiin aiemmissa Jyväskylän yliopiston Lapsitutkimuskeskuksen LKK -projektin tutkimuksissa todettua hyvää erottelukykyä ja soveltuvuutta lukemisvalmiuksien mittaamiseen (ks. Alanko & Nevalainen, 2004; Klaavuniemi 2005). Testien osia ja järjestyksiä muutettiin jokaista arviointikertaa varten, mutta niiden sisällöt säilytettiin testauskerrasta toiseen mahdollisimman samanlaisina vertailun mahdollistamiseksi.

Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkotien lasten lukemisvalmiuksia mitattiin tutkimuksen alussa pienryhmissä tehdyillä testikokonaisuuksilla. Ryhmämittauksiin osallistui tutkijan ohjauksessa kahdesta viiteen lasta, ja ne toteutettiin mahdollisimman häiriöttömissä olosuhteissa. Arviointikertojen alussa lapsille jaettiin lyijykynät ja heitä kehoitettiin

tekemään tehtävät mahdollisimman hyvin keskittyen, itsenäisesti ja hiljaa. Ennen jokaisen tehtävän aloittamista lapsille kerrottiin tarkat ohjeet, jonka jälkeen kustakin tehtävästä tehtiin yhdessä esimerkkiharjoitus, jota ei pisteytetty. Ryhmämittauksissa mitattiin kirjainten- ja tavujen tunnistamiskykyä Jeppe-jänis tehtävällä, kykyä tunnistaa ja erotella sanan osia Fono -tehtävillä ja varsinaista lukemista arvioitiin Panda-sananyhdistystehtävällä. Noin puoli tuntia kestävien ryhmämittausten päätteeksi lapset saivat valita itselleen tarrat.

Tarkemman tarkastelun kohteena olevien lasten lähtötasoa selvitettiin vielä yksilötehtävillä, jotka lapsi suoritti kahdestaan tutkijan kanssa. Yksilötestiosuus koostui kirjainten nimien tuottamiskykyä mittaavista kirjainkorteista sekä Common Unit –tehtävästä, jolla mitattiin lapsen kykyä tunnistaa ja erotella sanan osia. Jyväskylän lähikuntien päiväkotien lasten alkutasot selvitettiin yksilötehtäväkokonaisuudella, johon Fonon ja Common Unitin lisäksi kuuluivat Panda sekä kirjainten nimien ja äänien tuottamiskykyä mittaavat kirjainkortit. Yksilötestauskerrat kestivät viidestätoista minuutista puoleen tuntiin.

2.3.1.1. Kirjaintietoisuutta mittaavat tehtävät

Kirjainten ja tavujen tunnistamiskykyä mitattiin Jeppe-jänis ryhmätehtävällä, jossa lasten tuli ympyröidä eläinsymboleilla varustetuista laatikosta kirjaintasolla kuulemaansa äännettä vastaava iso kirjain ja tavutasolla tavu. Tehtävässä kysyttiin 19 kirjainta ja 4 tavua. Lapsi sai pisteen jokaisesta oikeasta vastauksesta. Vääristä vastauksista lapsi ei saanut pisteitä. Kirjainten nimeämisen ja äänneiden tuottamisen kykyä mitattiin myös yksilötestiosuuksissa näyttämällä lapselle vuorotellen 23 kirjainkorttia. Ensimmäiseksi lapselta kysyttiin hänen etunimensä ensimmäistä kirjainta. Lapsen tuli tuottaa kirjaimen nimi ja Jyväskylän lähikuntien päiväkotilasten tuli tuottaa myös kirjaimen äänne, joista molemmista annettiin yksi piste.

2.3.1.2 Fonologista tietoisuutta mittaavat tehtävät

Fono –ryhmätehtävällä mitattiin sanan osien tunnistamis- ja erottelukykyä. Lapsille jaettiin vihot, joiden jokaisella sivulla oli kolme kuvaa. Ryhmälle kerrottiin, mitä kukin kuva esittää, jonka jälkeen lapsia kehoitettiin ympyröimään se kuva, jossa kuului ääneen luettu sanan osa. Tehtäviä oli yhteensä 13, ja ne koostuivat sana-, tavu- ja äännetasoista. Lapsi sai pisteen jokaisesta oikeasta vastauksesta.

Fonologista tietoisuutta kartoitettiin myös Common Unit -yksilötehtävällä, jossa lapsen tuli tunnistaa kahdessa sanassa esiintyvä samanlainen osa. Tehtävät koostuivat yhteensä 18 sana-, tavu- ja äännetason osiosta. Seuraavalle tasolle siirryttiin, mikäli lapsi osasi vähintään yhden tason tehtävistä oikein; vastaavasti tehtävä lopetettiin, jos lapsi ei saanut tason osioista ainuttakaan oikein. Lapsi sai yhden pisteen täysin oikeasta vastauksesta ja puoli pistettä molemmissa sanoissa esiintyvistä yhteisestä tavusta tai kirjaimesta, vaikka vastaus ei olisikaan ollut täysin oikea.

2.3.1.3. Lukutaitoa mittaava tehtävä

Lasten lukutaitoa mitattiin ryhmätestausten yhteydessä Panda sananyhdistystehtävällä. Lasten tuli piirtää viiva sivun oikeassa laidassa olevista kuvista sivun vasemmassa laidassa sijaitseviin, kuvia vastaaviin sanoihin. Tehtävässä oli viisi kuvaa ja kymmenen sanaa. Tehtävässä oli kuvia vastaavien sanojen lisäksi niitä läheisesti muistuttavat rinnakkaissanat. Esimerkiksi junaa muistuttava sana oli juoma. Rinnakkaissanon käytön avulla eroteltiin lukutaitoiset ja lukutaidottomat lapset toisistaan. Oikeista sana-kuva pareista annettiin piste ja rinnakkaissanon yhdistämisestä kuvaan puoli pistettä.

2.3.2. Oppimistesti

Oppimistesti on LKK- projektissa kehitetty tietokonepohjainen testi, joka liitettiin tässä tutkimuksessa Ekapeli 1.1:n osaksi. Oppimistestin mittaaman assosiaatioiden oppimiskyvyn yhteyttä Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaan oppimiseen selvitettiin tutkimuksessa ensimmäistä kertaa. Oppimistestillä mitattiin lapsen kykyä yhdistää kielellisiä ärsykeitä uusiin merkkeihin, ja se pelattiin ennen Ekapeli 1.1:n kirjaintasolle siirtymistä. Testissä lapsi kuuli kuulokkeista suomenkielisen tavutetun sanan (i-so, kä-si, jo-ki), joka hänen tuli yhdistää japanilaiseen hiragana-tavumerkkiin (liite 4). Näitä ärsykepareja oli oppimistestissä kolme, ja testiosio päättyi lapsen opittua kaikki assosiaatiot suhteellisen pysyvästi, eli kun lapsi oli valinnut ärsykkeet kolme kertaa peräkkäin oikein ilman välissä olevia virhevalintoja.

Oppimistestiä kehitettiin vielä tutkimuksen kuluessa, minkä vuoksi siitä oli käytössä kaksi hieman erilaista versiota. Suurin osa lapsista pelasi oppimistestin versiolla, jossa heidän tuli oppia oikeat ärsykeparit seuraamalla minkä hiragana-merkin kilpapelaja ahmaisi virhevalinnan jälkeen. Myöhemmässä versiossa assosiaatioiden muistamista helpotettiin merkitsemällä oikea ärsyke vihreällä pallolla virhettä seuranneessa valintatilanteessa.

2.4. Tutkimuksessa käytetyt tietokonepelit

2.4.1. Ekapeli 1.1

Lapset pelasivat pelijakson aikana LKK -projektissa kehitettyä Ekapeli 1.1 tietokonepeliä, jota kokeiltiin ensimmäistä kertaa vuoden 2003 keväällä Jyväskylässä Mukava-hankkeeseen osallistuvassa esiopetusryhmässä ja jota paranneltiin vielä tämänkin tutkimuksen kuluessa. Ekapeli harjoittaa lukemaan oppimisen perustaitoja: kirjain-

äänneyhteyksiä, kirjainten ja äänneiden yhdistämistä tavuiksi sekä tavuista sanoiksi (ks. aiemmin lukemisvalmiuksien harjoittaminen Ekapeli 1.1:llä; Syrjälä & Lyytinen, 2004).

Ekapeli 1.1 toimii adaptiivisesti eli pelaajan taitojen mukaisesti edeten. Kysytyjen osioiden eli pelissä esiintyvien kirjaimien, tavujen ja sanojen määrä, vaihtoehtojen määrä valintatilanteissa ja se kuinka monta kertaa kutakin ärsykettä kysytään vaihtelevat pelaajasta ja pelitilanteesta toiseen. Ekapeli 1.1 vaikeutuu yksilöllisesti; pelissä eteen tulevat tilanteet riippuvat pelaajan aiemmista valinnoista. Pelissä on viisi eri vaikeustasoa, joita voi pelata joko suuraakkosilla tai pienillä kirjaimilla. Ensimmäisellä tasolla kysytään kirjaimia, toisella kirjaimia ja tavuja, kolmannella pelkkiä tavuja, neljännellä tavuja ja sanoja ja viidennellä ainoastaan sanoja. Ensimmäisellä tasolla kirjaimia kysytään samassa järjestyksessä, jossa niitä tavallisesti opetellaan päiväkotien esikoulutehtävissä ja koulussa. Näin ollen tason alkupäässä kysytyt kirjaimet ovat yleensä lapselle tutumpia kuin tason loppupuolelle kysytyt. Tason läpäistyään pelaaja kuulee kuulokkeista sanat ”Hyvä, taso läpi” ja näyttöön lehahtaa perhosparvi. Tämän jälkeen lapsi voi halutessaan lopettaa pelaamisen, pelata aiemman tason uudelleen tai siirtyä vaikeammalle tasolle. Tutkimuksessa vaikeusasteeltaan seuraava taso tuli valintamahdollisuuksien joukkoon vasta edeltävän tason läpäisemisen jälkeen. Lapsia neuvottiin pelaamaan vain suuraakkosilla, vaikka pelissä oli mahdollisuus pelata myös pienillä kirjaimilla.

Pelitietojen tallentamista varten lapsi valitsee eläinhahmon ja kirjoittaa nimensä ennen peliin siirtymistä. Pelatessaan lapsi kuulee kuulokkeista äänteen (tavun tai sanan) ja seuraa samanaikaisesti näyttöä, jonka yläreunasta putoaa kirjaimia (tavuja, sanoja) sisältäviä palloja. Lapsia neuvottiin harjoittelun monipuolistamiseksi toistamaan äänen kuulemansa äänet. Tason alussa putoavia palloja on vain kaksi, mutta oikeiden valintojen myötä niiden määrä voi nousta yhdeksään. Lapsen tehtävänä on ampua hiiren välityksellä sitä kirjainta, jonka äänen hän on kuullut. Oikeasta valinnasta lasta palkitaan poksahdusäänellä, kun taas väärän vastauksen jälkeen ruudun alareunassa oleva kilpapelaja syö oikean pallon ahmaisuäänellä saattamana. Jollei pelaaja ehdi tehdä valintaa tai jos hän valitsee väärin, seuraavassa valintatilanteessa samaa ärsykettä kysytään uudelleen ja oikean valinnan tekemistä vahvistetaan merkitsemällä vastaus vihreällä pallolla. Oikeiden valintojen seurauksena pallojen putoamisnopeus kasvaa, kunnes kolmannen peräkkäisen oikean valinnan jälkeen peliin tulee yksi pallo lisää, ja putoamisnopeus palautuu takaisin

perustasolle. Virheellisen valinnan jälkeen putoavien pallojen määrä vähenee yhdellä ja putoamisnopeus laskee perustasolle. Pelin sisäisen osaamisen kriteerin mukaan osio katsotaan osatuksi, kun se on valittu kolmella peräkkäisellä kysymiskerralla oikein. Tämän jälkeen osio ilmestyy osattujen ärsykkeiden hyllylle palkinnoksi, eikä sitä kysytä enää uudelleen samalla tason pelaamiskerralla. Vastaavasti kolmen peräkkäisen väärän valinnan jälkeen kilpelaaja saa osion hyllyynsä. Lapsi saa pelin aikana jatkuvaa palautetta edistymisestään äänimerkkien, kilpelaajan toiminnan, hyllylle kertyvien merkkien sekä tasojen lopussa tulevien perhosparvien muodossa.

2.4.2. Matematiikkapeli

Tutkimuksessa oli käytössä kokeiluasteella oleva, LKK- projektissa kehitetty Matematiikkapeli, jonka muistuttaa Ekapeliä sekä toimintaperiaatteeltaan että ulkonäöltään. Matematiikkapeli etenee numeroiden tunnistamisen opettelusta vaikeutuvien tasojen kautta kohti yksinkertaisten päässälaskujen hallintaa. Matematiikkapelin avulla selvitettiin, onko samantapaiseen peliin totutumisella vaikutusta Ekapeli 1:ssä etenemiseen, joten tarkempi perehtyminen Matematiikkapelin toimintaan ei ole tässä tarpeen.

2.5. Analysoinnissa käytetyt muuttujat

Ekapeli 1.1:n adaptiivisuus vaikeuttaa pelaamisen aikana tapahtuvan oppimisen vertailemista lapsesta toiseen. Pelissä kohdattujen uusien, opittavien ärsykkeiden määrä on riippuvainen lapsen lähtötasosta ja siitä, mille tasolle lapsi on pelatessaan edennyt. Tämän lisäksi lapset pelasivat Ekapeli 1.1:ä vaihtelevia määriä. Jotta lasten Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana tapahtuvaa oppimista voitaisiin vertailla tilastollisesti, tiivistettiin pelaamisesta kertynyt tieto Ekapelin oppimislukuun, jonka avulla voidaan vertailla lasten uusien ärsykkeiden oppimiseen tarvitsemaa toistojen määrää. Oppimistestin perusteella laskettiin oppimisvalmiusindeksi kuvaamaan lapsen kykyä oppia uusia ärsykepareja.

2.5.1 Ekapelin oppimisluku

Ekapelin oppimisluku kertoo, kuinka monta toistoa lapsi keskimäärin tarvitsi pelissä oppiakseen uuden assosiaation. Oppimisluvun avulla vakioitiin lasten lähtötasoerot ja heidän pelatessaan kohtaamiensa uusien ärsykkeiden määrät. Ekapelissä ja Oppimistestissä osio, eli esiintyvä kirjain, tavu, sana tai hiragana-merkki, katsotaan osatuksi, kun se saadaan kolmella peräkkäisellä kysymiskerralla oikein. Oppimisluku muodostettiin tarkastelemalla sellaisten osioiden oppimista, joita ei ole pelatessa osattu niiden ensimmäisillä kysymiskerroilla. Valmiiksi osattujen osioiden tarkasteleminen ei olisi tuonut lisätietoa lapsen kyvystä omaksua uutta. Jokaisesta ei-osatusta osiosta laskettiin osiokohtainen suhdeluku jakamalla osion kysymiskerrat sen osaamiskerroilla. Esimerkiksi jos lapselta kysyttiin kirjainta N 107 kertaa, joiden kuluessa hän osasi sen kaksi kertaa, muodostui N-kirjaimen oppimisluvuksi $107/2$ eli 53,50. Ekapelin oppimisluvussa lapsen osiokohtaiset oppimisluvut on laskettu yhteen ja jaettu niiden lukumäärällä. Mitä suuremman arvon Ekapelin oppimisluku saa, sitä enemmän toistoja lapsi tarvitsi pelissä uusien assosiaatioparien oppimiseen.

Aineistossa Ekapelin oppimisluku oli normaalisti jakautunut [Kolmogorov-Smirnov $Z = 1.150$, $p = 0.142$]. Oppimisluvun keskiarvo oli 10,28 ja sen arvot vaihtelivat aineistossa välillä 3,00 - 22,86 keskihajonnan ollessa 4,74.

2.5.2. Oppimistestin oppimisvalmiusindeksi

Jokaiselle lapselle laskettiin assosiaatioiden oppimiskykyä kuvaava oppimisvalmiusindeksi jakamalla Oppimistestissä opittujen assosiaatioparien määrä testin valintatilanteiden määrällä. Näin saatu luku kerrottiin sadalla sen havainnollisuuden lisäämiseksi. Oppimisvalmiusindeksin laskenta eroaa Ekapelin oppimisluvun laskentatavasta, koska osa lapsista ei ehtinyt oppia ainoatakaan ärsykeparia Oppimistestissä, eikä nollaa

matemaattisten sääntöjen mukaan voida käyttää jakajana. Oppimisvalmiusindeksin arvo kertoo kuinka paljon toistoja lapsi keskimäärin tarvitsi oppiakseen uuden ärsykeparin, jolle lapsi ei ollut kirjainten lailla altistunut aiemmin. Oppimisvalmiusindeksin ja Ekapelin oppimisluvun laskentalogiikat ovat käänteisiä. Oppimisvalmiusindeksin arvot ovat sitä suurempia, mitä nopeammin lapsi oppi uudet assosiaatioparit.

Oppimisvalmiusindeksin arvot olivat analysoidussa aineistossa normaalisti jakautuneet [Kolmogorov-Smirnov $Z = 1.069$, $p = 0.203$], sen keskiarvo oli 9,52 ja keskihajonta 7,42. Oppimisvalmiusindeksin arvot vaihtelevat aineistossa välillä 0 - 27,27.

2.6. Aineiston analysointi

2.6.1. Tilastolliset menetelmät

Aineiston tilastollista analysointia varten Ekapeli 1.1:n pelaamisesta kertyneet tiedot siirrettiin SPSS –tilastolaskenta -ohjelmaan (Statistical Package for the Social Sciences) pelitietojen siirtämistä varten kehitetyn ohjelman avulla. Ekapelin aikana tapahtuvan oppimisen ja lapsen oppimiskyvyn välistä yhteyttä tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikorrelaation avulla. T-testin avulla tutkittiin, eroaako kirjaintietoisuuden tason perustella lukemisvaikeuksia suurella todennäköisyydellä kohtaavien lasten oppiminen muiden lasten oppimisesta Oppimistestissä ja Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana sekä sitä, oliko Matematiikkapelin oppimisympäristöön tottumisesta hyötyä Ekapeli 1.1:ä pelatessa. Regressioanalyysillä selvitettiin voidaanko lapsen iän, kirjaintietoisuuden ja Oppimistestin mittaaman oppimiskyvyn avulla selittää Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana tapahtuvaa oppimista.

2.6.2. Oppimista havainnollistavat kuvaajat

Ekapelin aikaista oppimista havainnollistettiin lapsi- ja osiokohtaisia kuvaajia tuottavalla Game Analysis -tietokoneohjelmalla, joka on kehitetty LKK –projektissa pelitapahtumien tarkkaa analysointia ja havainnollistamista varten.

3. TULOKSET

Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana tapahtuvaa lukemisvalmiuksien oppimista tarkasteltiin sekä tilastollisesti että tarkemmin havainnollistavien esimerkkien avulla. Lapsen lukutaidon perusteiden pelinaikaisen oppimisen ja assosiaatioparien oppimiskyvyn välistä yhteyttä tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen avulla. T-testien avulla vertailtiin kirjaintietoisuuden alhaisen tason perusteella suurella todennäköisyydellä lukemisvaikeuksia kohtaavien lasten oppimista muiden lasten oppimiseen. T-testillä tarkasteltiin myös sitä, oliko Matematiikkapelillä pelaamisesta hyötyä Ekapeli 1.1:n pelaamisessa. Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaa oppimista selittäviä tekijöitä tutkittiin regressioanalyysin avulla. Lukemistaitojen oppimisen yksilöllistä etenemistä tarkasteltiin oppimista havainnollistavien kuvaajien sekä peliajalta tallentuneiden pelitietojen avulla. Esimerkkilasten etenemistä tarkastelemalla perehdyttiin siihen, kuinka oppiminen tavanomaisesti etenee ja miten oppimisen ongelmat voivat näkyä adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana.

Tilastollisten tarkastelujen perusteella Oppimistestin mittaama assosiaatioparien oppimis- ja muistamiskyky on yhteydessä Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaan lukemistaitojen oppimiseen. Lapset, joiden kirjaintietoisuus oli iän mukaan määriteltyjä riskirajoja alhaisempi, tarvitsivat muita lapsia enemmän toistoja sekä äänneiden ja kirjainten että tavutettujen sana-ärsykkeiden ja ennalta tuntemattomien visuaalisten ärsykkeiden välisten assosiaatioiden oppimiseen. Ekapeli 1.1:ä muistuttavalla Matematiikkapelillä pelaaminen ei vaikuttanut Ekapelissä etenemiseen. Kirjaintietoisuuden taso selitti Ekapelin välityksellä tapahtuvaa oppimista eniten, mutta myös Oppimistestin mittaaman assosiaatioparien oppimiskyvyn selitysaste oli tilastollisesti merkitsevä. Tulokset viittaavat siihen, että Ekapelissä tapahtuvan lukutaitojen oppimisen ja Oppimistestin sana-merkki -parien oppimisen taustalla vaikuttavat samat oppimisen peruseriaatteet. Ekapeli 1.1 pelaamisen aikana tapahtuvassa lukemistaitojen oppimisessa oli nähtävissä suurinta osaa pelaajista

koskevia yleisiä piirteitä sekä yksilöllistä variaatiota. Lasten oppimiseen tarvitsemien toistojen määrä oli yksilöllistä, opittuja asioita unohdettiin vaihtelevissa määrin ja joidenkin ärsykkeiden oppiminen oli kaikille vaikeampaa kuin toisten. Eteneminen Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana riippui lähtötason lisäksi mm. lapsen pelatessaan tekemistä tasovalinnoista.

3. 1. Oppimisen tilastollinen tarkastelu

Tutkimuksessa tarkasteltiin erilaisten oppimisen mittaustapojen yhteyksiä, joten kaikissa tilastollisissa analysoinneissa käytettiin samaa lapsiryhmää, joka on esitelty aiemmin. Tilastollisten tarkastelujen ulkopuolelle suljettiin lisäksi lapsi, jonka Ekapelin oppimisluku oli erittäin poikkeava (37,67).

3.1.1. Oppimistestin ja Ekapelin oppimisen yhteys

Ensimmäisenä selvitettiin, oliko Oppimistestin mittaama assosiaatioparien oppimis- ja muistamiskyky yhteydessä Ekapelin pelaamisen aikana tapahtuvaan oppimiseen. Ekapelin oppimisluvun ja Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin välistä yhteyttä tarkasteltiin Pearsonin tulomomenttikorrelaation avulla. Lapsen oppimiskyvyn ja Ekapelin oppimisen välinen yhteys oli merkitsevä [$R=-.256$, $p=.006$]. Korrelaatio on negatiivinen, sillä nopeasti oppivilla lapsilla Ekapelin oppimisluku on pieni ja oppimisvalmiusindeksin arvo suuri. Toisin sanottuna lapset, jotka oppivat muistamaan hiragana -merkit pienellä toistomäärällä oppivat myös Ekapelin lukutaitoihin liittyvät ärsykkeet nopeammin kuin Oppimistestissä hitaammin edenneet.

3.1.2 Lukivaikeuksia suurella todennäköisyydellä kohtaavien lasten oppimisen erot muihin lapsiin verrattuna Oppimistestissä ja Ekapeli 1.1:ä pelattaessa

Seuraavaksi selvitettiin riippumattomien otosten t-testillä, eroavatko kirjaintietoisuuden tason perusteella lukivaikeuksia suurella todennäköisyydellä kohtaavien lasten ja ikätasoisien kirjaintietoisuuden saavuttaneiden lasten assosiaatioparien oppimiskyvyt toisistaan. T-testillä tutkittiin myös tarvitsevatko lukivaikeuksia todennäköisesti kohtaavat lapset muita enemmän toistoja uusien ärsykkeiden oppimiseen Ekapelissä.

Oppimiskyvyltään ryhmät erosivat toisistaan siten, että kirjaintietoisuuden tasoltaan matalampi ryhmä tarvitsi enemmän toistoja assosiaatioparien oppimiseen kuin muut lapset [$T(23,54)=-3.42, p=.002$]. Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin keskiarvo oli riskiryhmän lapsilla 5,64 pistettä matalampi kuin muilla lapsilla. Myös Ekapeli 1.1. pelaamisen aikana riskiryhmän lapset tarvitsivat huomattavasti enemmän toistoja oppiakseen lukutaitoihin liittyviä ärsykeitä kuin lapset, joilla lukivaikeusriskiä ei ollut [$T(73)=4.19, p<.001$].

Ekapelin oppimisluvun keskiarvo oli lukivaikeusriskiryhmällä 5,65 pistettä korkeampi kuin muilla lapsilla. Tosin sanottuna pelailun alkaessa vähemmän kirjaimia osanneet lapset tarvitsivat pelatessaan enemmän toistoja uusien ärsykkeiden oppimiseen kuin alussa enemmän kirjaimia tunteneet lapset. Näin ollen pelijakson alkaessa kirjaintietoisuudeltaan hyvätasoinen lapsi oppi myös tavuja suhteellisen pienellä toistomäärällä. Vastaavasti kirjaintietoisuudeltaan heikkotasoinen lapsi tarvitsi runsaasti toistoja sellaisten kirjainten oppimiseen, joita ei alussa osannut. Lapset, joiden kirjaintietoisuus oli iän mukaan määriteltyä riskirajaa alhaisempi, tarvitsivat muita enemmän toistoja sekä oppiakseen yhdistämään tavutettuja sanoja ennestään tuntemattomiin hiragana-merkkeihin että oppiakseen yhdistämään kielellisiä ärsykeitä niiden suomalaisiin kirjoitusasuihin.

3.1.3. Matematiikkapelillä pelaamisen aloittaneiden lasten oppiminen Ekapeli 1.1:ssä.

Riippumattomien otosten T-testillä selvitettiin myös sitä, oliko Ekapeliä toimintaperiaatteiltaan muistuttavaan Matematiikkapeliin totumisesta hyötyä Ekapelin pelaamisessa. Tarkastelussa eivät olleet mukana myöhemmin tutkimukseen mukaan tulleiden päiväkotien lapset, sillä he eivät olleet pelanneet Matematiikkapelillä. Matematiikkapelillä aloittaneiden lasten oppiminen Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana ei eronnut merkitsevästi Ekapelillä pelaamisen aloittaneiden lasten oppimisesta [$T(61)=-0.77$, $p=.22$]. Ekapeli 1.1:ä muistuttavaan Matematiikkapeliin totuminen ei siis vaikuttanut Ekapelin pelaamisen aikana tapahtuvaan oppimiseen.

3.1.4. Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvaa oppimista selittäviä seikkoja

Lopuksi selvitettiin, kuinka paljon kirjaintietoisuus, ikä ja Oppimistestin mittaama oppimis- ja muistamiskyky selittävät Ekapeli 1.1 pelaamisen aikana tapahtuvasta oppimisesta. Kysymykseen etsittiin vastausta regressioanalyysin avulla, johon syötettiin selittäviksi muuttujiksi askeltavalla menettelyllä kirjaintietoisuus, Oppimistestin oppimisvalmiusindeksi sekä ikä.

Kirjaintietoisuus selitti Ekapelissä tapahtuvaa oppimista eniten (taulukko 1). Oppimistestin mittaama assosiaatioparien omaksumiskyky selitti Ekapelin aikana tapahtuvaa oppimista vain vähän, mutta tilastollisesti merkitsevästi. Kirjaintietoisuuden taso ja oppimiskyky selittivät yhdessä 27,9 prosenttia Ekapelin aikana tapahtuneesta oppimisesta. Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokertoimen avulla tarkasteltiin lapsen iän ja kirjaintietoisuuden välistä yhteyttä, joka oli korkea [$R=.646$, $p<.01$]. Iän ja kirjaintietoisuuden positiivinen yhteys voidaan tulkita siten, että iän lisääntyessä myös osattujen kirjainten määrä kasvaa. Tämän vuoksi iän lisääminen malliin ei nostanut mallin selitystasetta.

TAULUKKO 1. Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvaa oppimista selittävät muuttujat sekä niiden kertoimet ja merkitsevyydet

Muuttuja	B ^a	Beta ^b	p-arvo ^c	R ²
Kirjaintietoisuus	-,516	-,445	<.001	,219
Oppimisvalmiusindeksi	-,156	-,245	.017	,059
Vakio		20,451	<.001	

(N 75)

^a Muuttujan kerroin B lopullisessa mallissa

^b Muuttajan standardoitu kerroin Beta lopullisessa mallissa

^c Muuttujan merkitsevyys lopullisessa mallissa

3.2. Oppimisen havainnollistaminen

Erilaisia oppimistyyliä ja oppimiseen liittyviä ilmiöitä havainnollistettiin Ekapelin pelaamisen aikana kertyneiden tietojen avulla sekä näiden tietojen pohjalta piirrettyjen oppimisen kuvaajien avulla. Tietojen avulla pyrittiin kuvailemaan miten oppiminen etenee, kun se on suhteellisen ongelmaton ja kuinka oppimisen ongelmat vaikuttavat Ekapelissä etenemiseen. Oppimisen havainnollistamiseen valittiin riittävästi pelanneiden joukosta lapsia, jotka vaikuttivat Ekapelin oppimisluvun ja Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin perusteella mielenkiintoisilta. Oppimista havainnollistavien lasten nimet on muutettu.

3.2.1 Oppimisen kuvaajat

Ekapelin aikaista oppimista havainnollistettiin LKK- projektissa kehitetyllä Game Analysis – tietokoneohjelmalla, jonka avulla voidaan tarkastella yksittäisen lapsen osiokohtaista

etenemistä. Ohjelma piirtää valituista ärsykkeistä oppimisen kuvaajat, joiden avulla voidaan tarkastella yksittäisten osioiden oppimista lapsikohtaisesti tai muodostaa kokonaiskuva lapsen oppimisesta.

Kuvion pystyakseli ilmaisee niiden kertojen määrään, jolloin pelissä aiemmin esiintyneitä ärsykeitä on osattu eli saatu 3 kertaa peräkkäin oikein ennen kyseisen osion ensimmäistä esiintymiskertaa. Esimerkiksi S kirjaimen tullessa peliin on muita kirjaimia saatu kolme kertaa peräkkäin oikein 4 kertaa, jolloin S-kirjaimen kuvaaja alkaa pystyakselin kohdalta 4. Vaaka-akseli kuvastaa valintojen tekemiseen kulunutta kokonaisaikaa sekunteina ärsykekohtaisesti. Osiokohtaiset kuvaajat nousevat pelaajan tehdessä oikean valinnan ja jatkavat samalla tasolla pelaajan tehdessä virheen. Kuvaajat nousevat suhteessa siihen, kuinka monesta pallosta oikea valinta on tehty. Mitä useampi vaihtoehto valintatilanteessa oli, sitä jyrkemmin kuvaaja nousee. Oikeat valinnat on merkitty kuvaajassa pienellä pystyviivalla ylöspäin ja väärät valinnat pystyviivalla alaspäin. Valintatilanteiden kestoajojen summan kulkiessa vaaka-akselilla, riippuu kuvaajan nousukulman jyrkkyys myös lapsen pelaamistyylistä. Mikäli lapsi tekee kaikki valinnat hitaasti, ovat kuvaajat loivempia kuin nopeammin ratkaisuja tekevällä lapsella.

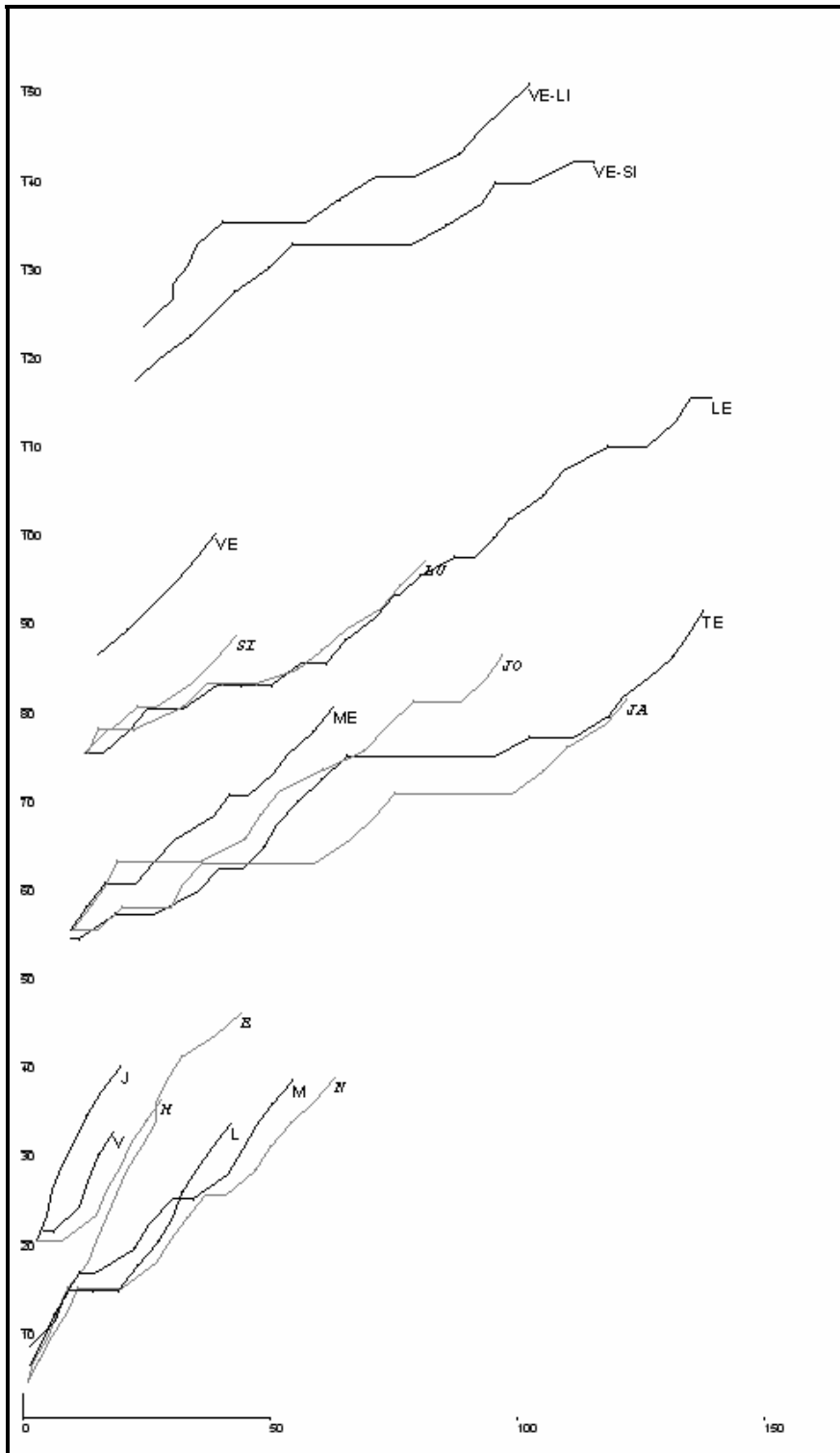
Lapsen oppimistyyliä havainnollistaviin kuviin on valittu kuvaajien selkeyden säilyttämiseksi kultakin lapselta vain osa niistä ärsykkeistä, jotka on pelin sisäisen kriteerin mukaan osattu vähintään kerran. Ekapelissä lapselle esitetään virheen jälkeen sama ärsyke toistamiseen ja oikea vastaus merkitään vihreällä pallolla. Nämä valintatilanteet, joissa oikea vastaus on näytetty lapselle, on jätetty pois kuvaajia piirrettäessä.

3.2.2 Esko – Tavanomainen oppija

Esko valittiin tavanomaisen oppimisen havainnollistajaksi, koska hänen Ekapelin oppimislukunsa ja kirjaintietoisuutensa olivat aineiston keskitasoa. Pelijakson alkaessa hän

oli 6,4 vuotta vanha esikoululainen. Esko pelasi Ekapeli 1.1:llä n. 84 minuuttia, jonka aikana hänelle kertyi 1410 valintatilannetta. Hänen Ekapelin oppimislukunsa oli 10,75 ja Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin arvo oli 20, mikä tarkoittaa sitä, että Esko oppi uudet ärsykkeet keskimääräistä nopeammin Oppimistestissä.

Alkumittausten perusteella Eskon kirjaintietoisuus oli 16,5. Varmasti osattuja kirjaimia, joissa hän ei ole tehnyt pelatessaan lainkaan virheitä ovat A, U, E, S, R, T, J, Y, Ö. Koska suurin osa pelissä kysyttävistä kirjaimista oli Eskolle ennestään tuttuja, hän oppi kirjaimet suhteellisen pienellä toistomäärällä, minkä vuoksi kirjaintason kuvaajat nousevat jyrkästi (kuvio 1). Kirjainten J, V ja E – kuvaajat ovat esimerkkejä kirjaimista, joissa ei ole tehty lainkaan virheitä peliaikana, ja jotka kohoavat sen vuoksi todella jyrkästi. Esko sekoitti kirjaintasolla L, M ja N kirjaimia muutamia kertoja toisiinsa (taulukko 2). M ja N muistuttavat sekä auditiivisesti että visuaalisesti toisiaan eli ne ovat hyvin samankaltaisia ärsykeitä. L kirjainta kysyttäessä lapsi vastasi kaksi kertaa N, joka on ääntämisasultaan suhteellisen lähellä L:ää. Myös vierasperäinen D-kirjain, jolle altistuminen on vähäistä suomalaisessa kulttuurissa, tuotti hänelle vaikeuksia. Esko ei saanut sitä kertaakaan kolmea kertaa peräkkäin oikein pelaamisensa aikana.



KUVIO 1. Esimerkki keskitasoisien oppijain osiokohtaisista oppimisen kuvaajista

TAULUKKO 2. Kirjaimet, joissa Esko teki useamman kuin yhden virheen.

Osio	Kysytty ^a	Virheet ^b	Virhevalinnat ^c
L	12	2	N(2)
P	6	2	O,M
M	14	3	N, Ohi, L
H	11	5	K, Ohi(4)
N	17	5	E, M, L, I, S
D	15	9	Y, V(2), F(2), T, P, G(2)

^a Osion kysymiskertojen määrä Ekapelin pelaamisen aikana. Lukumäärään ei ole laskettu mukaan kertoja, jolloin oikea vastaus näytettiin pelaajalle korostettuna.

^b Virheellisten vastausten määrä

^c Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.

Eskon pelaamiselle oli tyypillistä, että osion osattuaan hän ei tehnyt siinä useita peräkkäisiä virheitä (taulukko 3). Kirjaintasolla hän teki osaamisen jälkeen kaksi peräkkäistä virhettä vain N ja L –kirjaimissa (taulukko 2). Osion osaamisen jälkeen Esko teki kolme peräkkäistä virhettä vain kahdessa tavussa (TE, JA) ja kolmessa sanassa (ÄI-TI, VE-SI, MO-PO). Eskon tekemien peräkkäisten virheiden vähäinen määrä ja nopea eteneminen pelissä viittaavat siihen, että hän kykeni hyödyntämään pelin antamat vihjeet tehokkaasti.

TAULUKKO 3. Tavut ja sanat, joissa Esko on osaamisen jälkeen tehnyt ainakin kerran kaksi peräkkäistä virhettä.

Osio	Kysytty ^a	Virheet ^b	Virhevalinnat ^c
RO	12	3	RI, AI-RO, UU-SI
LU	13	3	LE, LE-LU, NE
SE	17	5	Ohi, N, E, SU(2)

(jatkuu)

TAULUKKO 3. (jatkuu).

AI	23	6	A, AU(3), Ohi, JO
JO	18	6	Ohi(3), RO, KI, TO
TI	15	6	AI, ME-HU, Ohi(3), ÄI
LE	28	14	AN(2), LU(4), Ohi(2), TU, AI, AU-TO, AU, TE(2)
JA	28	20	EI(3), JO(2), Ohi(8), NE, AI, TE(2), LE, SI, TU
TE	34	21	T(3), JA, A, Ohi(7), TO(2), LE-LU, AN-SA, LU(2), TI, NÄ(2)
JO-KI	12	6	AN-SA, JO, NE, AI-RO, SA-TU(2)
VE-LI	16	5	PI-PO(2), VE-SI, SA-NA, TA-LO

^a Osion kysymiskertojen määrä Ekapelin pelaamisen aikana. Lukumäärään ei ole laskettu mukaan kertoja, jolloin oikea vastaus näytettiin pelaajalle korostettuna.

^b Virheellisten vastausten määrä

^c Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.

Yhteenveto Eskon oppimisesta

Esko oli lähtötasoltaan keskitasoinen lapsi, joka oppi myös Oppimistestin perusteella uudet ärsykkeet suhteellisen pienellä toistomäärällä. Eskon oppimiskyky vaikuttaa tavanomaiselta. Hänen oppimiselleen oli tyypillistä se, että tietyn assosiaation opittuaan hän muisti sen jatkossa hyvin, mikä ilmeni osatuissa ärsykkeissä tehtyjen peräkkäisten virheiden vähytenä. Vaikka Esko oppi kirjaimet nopeasti, niin toisiaan muistuttavat ärsykkeet tuottivat hänelle hieman vaikeuksia. Tavuissa Esko teki alussa enemmän virheitä, minkä vuoksi niiden kuvaajat nousivat alussa loivemmin kuin tutumpien kirjainten kuvaajat (kuvio 1). Vaikuttaa siltä, että siirtyessään kirjaintasolta kirjain-tavutasolle, Esko ei ymmärtänyt heti kirjainten yhdistämisen ideaa, vaan arvaili tavuja niiden ensimmäisen kirjaimen perusteella (taulukko 3). Oivallettuaan kirjainten tavuiksi yhdistämisen idean, Eskon oppi tavuja ja sanoja nopeasti, mikä ilmenee tavujen ja sanojen oppimisen kuvaajien jyrkempänä nousuna. Kirjainten ja äänteiden välisten yhteyksien automatisoitumisen myötä Eskon oli mahdollista edetä nopeasti lukemisvalmiuksien oppimisessa. Viimeistä kertaa

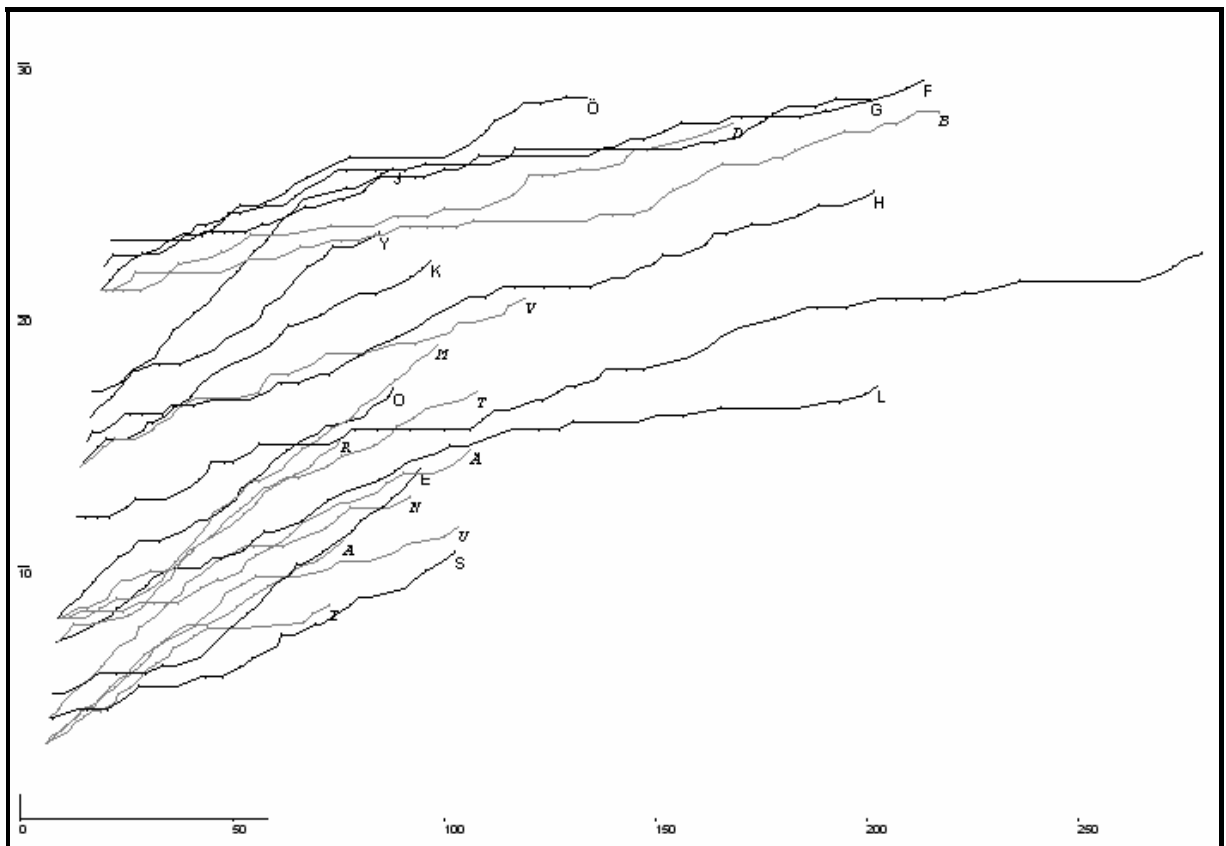
tavutasolla pelatessaan Esko osasi pelin sisäisen kriteerin perusteella yhdeksän tavua, joista osassa hän oli tehnyt aiemmin useita virheitä. Esko pelasi pelkkiä sanoja sisältävällä tasolla vain kerran, jolloin hän sai yhdeksän sanaa oikein niiden kolmella ensimmäisellä kysymiskerralla. Näitä sanoja olivat KO-TI, VE-SI, PI-PO, VE-LI, VE-NE, PU-RO ja KO-NE. Vaikuttaa siltä, että Esko oppi pelijakson aikana lukutaidon perusteet.

3.2.3. Mirka – Runsaasti virheitä tekevä oppija

Mirka oli pelaamisen alkaessa 6,81 vuotta vanha tyttö, jonka kirjaintietoisuus oli alkutestausten perusteella samaa tasoa kuin Eskon. Mirkan Ekapelin oppimisluku oli 18,91, eli hän on tarvinnut pelatessaan huomattavasti enemmän toistoja uusien ärsykkeiden oppimiseen kuin Esko. Mirkan Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin arvo oli 8,11, joka oli aineistossa keskitasoa heikompi tulos ja viittaa uusien ärsykkeiden oppimisen hitauteen. Mirka pelasi Ekapeli 1.1:ä noin tunnin, jonka aikana hän ehti pelata 1258 valintatilannetta. Mirka valittiin tarkemman tarkastelun kohteeksi sen vuoksi, että alkutestausten keskitasoisesta kirjaintietoisuudesta huolimatta hän on tehnyt virheitä kaikissa pelissä kysytyissä kirjaimissa.

Mirka osasi pelin sisäisen kriteerin perusteella pelijakson alkaessa kirjaimet I, U, A, N, K, V, Ö, ja O, mutta osaaminen ei ollut pysyvää pelikerrasta toiseen. Pelatessaan hän sekoitti kirjaimia toisiinsa täysin sattumanvaraisesti (taulukko 4). Suurin osa kirjainten kuvaajista nousi alussa jyrkemmin, jonka jälkeen eteneminen hidastui (kuvio 2). Oppimisen hidastuminen voi johtua motivaation puutteesta, tarkkaavaisuuden ongelmista tai olla adaptaation aiheuttamaa. Mirkan osiokohtaiset kuvaajat sekä virheiden sattumanvaraisuus viittaavat siihen, että kirjaintasolla hänelle tuli eteen liian monta outoa kirjainta kerralla. Suurin osa kirjaimista, joissa hän teki kolme tai useampia peräkkäisiä virheitä osattuaan ne aiemmin, sijoittuu tason loppupuolelle (P, H, Ö, B, G ja F). Ekapeli 1.1:n kysyessä kirjaimia samassa järjestyksessä kuin niitä esikoulutehtävissä opetellaan, voi lapsi tason loppupuolella saada toistuvasti eteensä tuntemattomia kirjaimia. Peräkkäin kysyttävien

kirjaimien ollessa lapselle tuntemattomia hän joutuu pitämään mielessään yhtä aikaa useita pelin antamia vihjeitä. Mirkan kirjainten oppimisen kuvaajien nousun hidastuminen voi johtua siitä, että hän ei pystynyt pitämään mielessään pelin antamia vihjeitä ärsykkeen seuraavaan esiintymiskertaan saakka, vaan teki valintoja arvaamalla. Pelin vaikeutuessa tasolla osatut ärsykkeet putoavat pois kysyttävien ärsykkeiden joukosta. Kuvaajien nousun hitaus voi johtua myös sammumisilmiöstä, kun vasteet opittuihin ärsykkeisiin ehtivät sammua ennen ärsykkeen seuraavaa esiintymiskertaa tason seuraavalla pelaamiskerralla. Virheet, joita Mirka teki pelin alussa osaamissaan kirjaimissa myöhemmin, voivat selittyä myös pelin vaikeutumisesta johtuvasta turhautumisesta ja sen aiheuttamista motivaation ja tarkkaavaisuuden ylläpidon ongelmista. Kirjaintason läpäisemisen jälkeen Mirka on pelannut kahdella pelikerralla tasolla, jossa on kirjaimia ja tavuja. Tämän jälkeen lapsi saattoi todeta tason liian vaikeaksi ja palasi pelaamaan takaisin kirjaintasolla.



KUVIO 2. Mirkan kirjainten oppimisen kuvaajat

TAULUKKO 4. Kirjaimet, joissa Mirka on osaamisen jälkeen tehnyt ainakin kerran vähintään kolme peräkkäistä virhettä.

Osio	Kysytty ^a	Virheet ^b	Virhevalinnat ^c
N	28	4	L, A, M, U
Ö	32	11	Ohi(2), B, H, K(2), L(2), Y(2), Ä
S	30	11	N(3), I(2), A(2), U(2), M, O
L	45	19	A, E, I(5), M(2), N(2), O(3), T(2), Y(3)
H	49	24	Ohi, A(5), B, E(2), F(3), K, L, M O, S , U(3), Y, Ö(3)
P	64	37	Ohi, A(4), B(3), D, E(2), F(2), H, J(2), K(2), L(2), M(2), N, O, R(4), S(3), T, U, V(2), Y, Ä
G	46	27	B(2), D(3), E, F(3), H(2), I, K(2), L, M(2), O(2), S, T, V, Ä(3), Ö(2)
B	55	34	F(2), G(3), H, I, L(2), M(4), N, O(2), P(6), S(3), T, U(3), Y, Ä(2), Ö(2)
F	55	37	Ohi, A, B(2), D(3), G(2), H(5), I, J, K, M(3), N, O, R, S(3), T(2), V(3), Y(3), Ö(3)

^a Osion kysymiskertojen määrä Ekapelin pelaamisen aikana. Lukumäärään ei ole laskettu mukaan kertoja, jolloin oikea vastaus näytettiin pelaajalle korostettuna.

^b Virheellisten vastausten määrä

^c Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.

Yhteenveto Mirkan oppimisesta

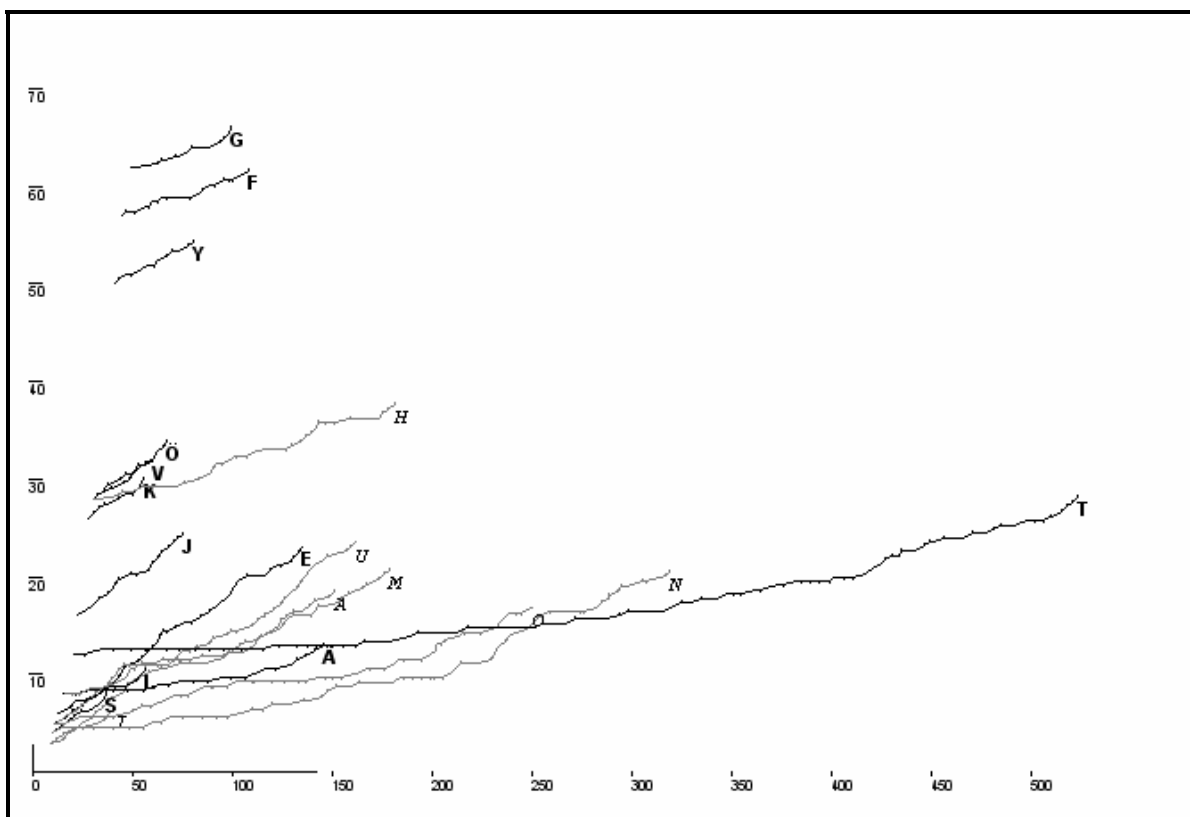
Mirkan eteneminen Ekapeli 1.1:ssä vaikuttaa hitaalta. Pelissä tehtyjen virheiden paljous ja sattumanvaraisuus viittaavat siihen, että hän ei kykene pitämään tarpeeksi kauaa mielessään pelin antamia vihjeitä. Mirka teki 17 pelissä aiemmin osaamassaan kirjaimessa vähintään kaksi peräkkäistä virhettä, kun esim. Eskolla tällaisia kirjaimia on vain kaksi. Vaikuttaa siltä, että vaikka Mirka osasi pelaamisen alussa nimetä kirjaimia, niin kirjainten ja äänteiden väliset yhteydet eivät ole vielä automatisoituneet. Mirka näyttäisi tarvitsevan paljon toistoja oppiakseen automatisoimaan kirjainten ja äänteiden väliset yhteydet. Mirkan

oppimisessa on nähtävissä asiat, jotka Lovettin (1987; Lovett ym., 1994) jaottelun mukaan kuvaavat tarkkuusongelmaisten lasten lukutaitojen oppimista. Hän tekee runsaasti virheitä ja oppii kirjain-äänne vastaavuudet hitaasti, mikä viittaa ongelmiin äänneiden analysoimisessa.

3.2.4. Raija – Hyvin hitaasti etenevä oppija

Raija oli pelaamisen alkaessa 6,81 vuotta vanha ja hänen kirjaintietoisuutensa oli ulkoisten mittareiden perusteella 8. Hänet suljettiin pois tilastollisista analyysistä ja otettiin mukaan tarkempaan tarkasteluun, koska hänen Ekapelin oppimisluvun arvonsa oli todella poikkeava, 37,67. Ekapelin oppimisluvun arvo viittaa siihen, että aineiston keskiarvoon verrattuna Raija tarvitsi yli kolminkertaisen määrän toistoja oppiakseen uusia ärsykeitä. Myös hänen Oppimistestin oppimisvalmiusindeksinsä arvo oli alhainen, 5,71. Raijan suvussa on esiintynyt lukivaikeutta ja hänen kirjaintietoisuutensa oli huomattavasti ikätason mukaisia riskirajoja matalammalla. Raija pelasi Ekapeli 1.1:ä n. 97 minuuttia ja pelattujen valintatilanteiden määrä oli 2197.

Raija eteni Ekapeli 1.1:ä pelatessaan hitaasti (kuvio 3, kuvio 4). Raijan pelaamiselle oli ominaista se, että hän teki pelin sisäisen kriteerin perusteella kerran osaamissaan kirjaimissa myöhemmin runsaasti peräkkäisiäkin virheitä. Raija on osannut pelatessaan pysyvästi vain R-kirjaimen, joka esiintyy hänen nimessään. Hän osasi pelin sisäisen kriteerin perusteella alussa kirjaimet A, I, E, J, V, K ja Ö. Hänen etenemisensä Ekapelissä oli häilyväistä ja pelikerran alussa muistetut kirjaimet vaihtelivat kerrasta toiseen.



KUVIO 3. Rajan kirjainten oppimisen kuvaajat

Osasy Raijan etenemisen hitauteen lienee se, että hän siirtyi liian nopeasti vaikeammalle pelitasolle. Pelattuaan kirjaintason kaksi kertaa, hän pelasi kerran pienillä kirjaimilla ja tämän jälkeen kuusi kertaa tasolla, joka sisälsi kirjaimia ja tavuja. Vaikeammalla tasolla pelaaminen luultavasti hidasti Raijan etenemistä, koska kysytyjen ärsykkeiden määrä kasvoi. Raijan tekemistä virheistä näkyy selvästi, ettei hän ymmärtänyt kirjainten ja tavujen välisiä eroja, vaan arvaili vastauksia (taulukko 5). Suomen kielen lukemaan oppiminen etenee hierarkkisesti ja tavujen dekodeaminen perustuu kirjain-äänne vastaavuuksien hallintaan. Tavujen oppiminen lienee hyvin vaivalloista näiden pohjataitojen hallinnan ollessa vajavaista. Pahimmillaan Raija teki 10 peräkkäistä virhettä OI ja NE tavuissa, mikä näkyy näiden tavujen kuvaajien etenemisenä lähes vaakasuoraan (kuvio 4). Liian vaikealla tasolla pelaaminen on voinut vaikuttaa Raijan pelimotivaatioon ja tarkkaavaisuuteen, joten hänen todellisesta oppimiskyvystään on vaikeaa tehdä päätelmiä. Vaikuttaa kuitenkin siltä,

että Raija tarvitsi todella suuren määrän toistoja joidenkin ärsykkeiden oppimiseen. Esimerkiksi T-kirjainta kysyttiin yli sata kertaa pelissä ja vasta loppua kohden kirjaimen oppimisen kuvaajassa on näkyvissä lievää nousua, mikä kertoo oppimista tapahtuneen.

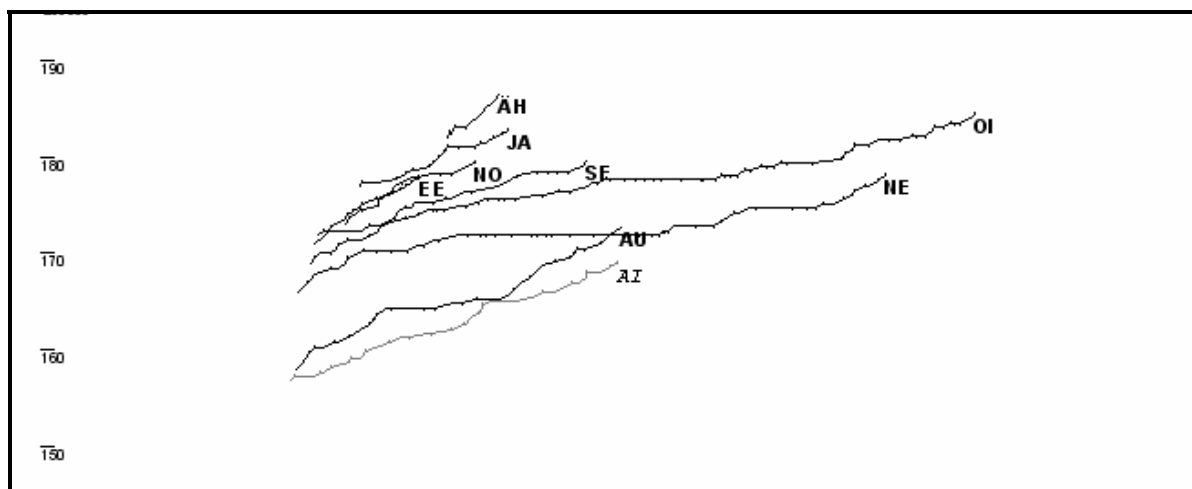
TAULUKKO 5. Kirjaimet, joissa Raija on osaamisen jälkeen tehnyt ainakin kerran vähintään kaksi peräkkäistä virhettä.

Osio	Kysytty ^a	Virheet ^b	Virhevalinnat ^c
L	12	4	Ohi, N(2), V
G	15	6	A, B, N, V, X, Ä
E	42	10	Ohi(2), II, N, NE, U(2), UI(3)
F	19	11	Ohi, E, J, L, O, R, S Ä(3), Ö
B	22	12	D(2), E, K, N(2), O, U, V Y Ö(2)
U	47	13	Ohi(2), A, AI(3), AU, II(3), UI(3)
H	38	17	Ohi, EI, J, M, N, NO(2), O, R, SE, TE, U(3), Ä(2), Ö
M	44	18	Ohi(2), A, AU, I(2), J(3), L(2), N(3), NO, T(2), Ä
O	54	36	Ohi(2), AI(3), AU(3), E(2), EE, II, M(2), NO(5), OI(2), SE, T, U(12), UI
N	71	40	Ohi(3), AI(3), AU(3), EI, I(2), II(2), L(3), M, NE(5), O(5), SE(2), T, U(4), UI(4), Ä
T	109	76	Ohi(4), A(5), AU(2), B(3), D(2), E(5), EE(2), H(4), I, J(6), K(3), L(4), M(7), ME, N(2), NE(2), O(5), R(2), S(5), U(2), UI(2), Y(2), Ö(3),

^a Osion kysymiskertojen määrä Ekapelin pelaamisen aikana. Lukumäärään ei ole laskettu mukaan kertoja, jolloin oikea vastaus näytettiin pelaajalle korostettuna.

^b Virheellisten vastausten määrä

^c Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.



KUVIO 4. Esimerkki Raijan tavujen oppimisen kuvaajista. (vaaka-akseli ei teknisistä syistä ole näkyvässä)

Yhteenveto Raijan oppimisesta

Raijan hidaskasvu pelissä näkyy kuvaajien erittäin loivana nousuna ja selittyy osittain liian vaikealla tasolla pelaamisella, mutta hänen oppimisensa oli hidasta ja runsasvirheistä jo pelamisen alussa, ennen tason vaihtamista. Oppimisen hitaus ja tarvittavien toistojen suuri määrä viittaavat siihen, että Raijalla on vaikeuksia sisäistä kirjainten ja äänteiden välisiä assosiaatioita. Raija ei ilmeisesti osannut arvioida omaa etenemistään hyvin, sillä hän jatkoi vaikeammalla tasolla pelaamista runsaasta virheiden määrästä huolimatta. Raijan hidaskasvu on hyvä esimerkki siitä, että opettavien asioiden tulee olla lapsen kykyä vastaavia ja että vaikeampien taitojen hallitseminen ei ole mahdollista ilman pohjataitojen osaamista. Vaikka Raija eteni Ekapeli 1.1:ä pelatessaan hitaasti, hän jaksoi pelata sitä sinnikkäästi ja alkoi loppua kohden muistaa T ja N –kirjaimet, mikä näkyy näiden kirjainten oppimisen kuvaajien noususta loppua kohti (kuvaio 3).

3.2.5. Aki – Oppii hitaasti mutta varmasti

6,7 vuotta vanha Aki pelasi Ekapeli 1.1:ä aineistossamme eniten, n. 2,5h, jonka aikana hän ehti pelata 2559 valintatilannetta. Hänen kirjaintietoisuutensa oli alkutesteissä 12, mikä on selvästi ikäryhmän keskitasoa alempana. Akin Ekapelin oppimisluku oli 22,86 ja Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin arvo oli 2,15. Ekapelin oppimisluvun korkea arvo ja Oppimistestin oppimisindeksin matala arvo viittaavat siihen, että hän tarvitsee suuren määrän toistoja uusien ärsykkeiden omaksumiseen.

Akin oppimisen tarkastelua vaikeuttaa se, että hän ei edennyt pelissä suoraviivaisesti kohti vaikeampia tasoja, vaan palasi vaikeampien tasojen läpäisemisen jälkeen helpommille tasoille (taulukko 6). Kuvaajista tason vaihtumista ei näe. Aki ilmeisesti tarkkaili omaa osaamistaan ja palasi helpommille tasoille ylemmän tason tuntuessa vielä liian vaikealta.

TAULUKKO 6. Akin tasojen pelaamisjärjestys

Tason pelaamiskerta	Tason sisältö
1	kirjaimet
2	kirjaimet
3	kirjaimet
4	kirjaimet ja tavut
5	kirjaimet
6	kirjaimet ja tavut
7	kirjaimet ja tavut
8	tavut
9	kirjaimet ja tavut
10	tavut
11	tavut
12	kirjaimet ja tavut
13	tavut ja sanat
14	tavut ja sanat
15	tavut
16	tavut ja sanat

Aki ei tehnyt pelissä lainkaan virheitä I ja R –kirjaimissa. Pelin sisäisen kriteerin perusteella hän osasi alussa I, S, U, E, Ä, J ja R –kirjaimet. Aki teki joissakin kirjaimissa vielä useita peräkkäisiä vihreitä osattuaan ne kerran (taulukko 7). Etenkin H -kirjaimen oppiminen tuotti hänelle vaikeuksia. Pelatessaan pelkkiä kirjaimia sisältävällä tasolla viimeistä kertaa, hän osasi alussa osaamiensa kirjainten lisäksi kirjaimet A, P, K, V, G, B, M. Myös muiden kirjaimien kuvaajat nousevat jyrkemmin loppua kohti(kuvio 5). Vaikuttaa siltä, että Aki oppi muistamaan kirjaimet pelijakson aikana.

TAULUKKO 7. Kirjaimet, joissa Aki on osaamisen jälkeen tehnyt ainakin kerran vähintään kolme peräkkäistä virhettä

Osio	Kysytty ^a	Virheet ^b	Virhevalinnat ^c
M	33	9	Ohi, AU, ME(3), N(2), S, T
V	21	10	Ohi, B(2), D(2), G, J(2), L, U
L	25	12	Ohi, B, J(2), M(2), N, O, P, U(2), Ä
D	29	15	Ohi, A, B(2), F, G(2), H, L(2), S, T(2), U, Ö
H	69	36	Ohi(3), A, AI(2), AU, B, D(2), F(4), G(2), J(3), JO(3), K, M(2), NE, OI, S, SE, T(3), U, UI, Y, ÄH,

^a Osion kysymiskertojen määrä Ekapelin pelaamisen aikana. Lukumäärään ei ole laskettu mukaan kertoja, jolloin oikea vastaus näytettiin pelaajalle korostettuna.

^b Virheellisten vastausten määrä

^c Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.

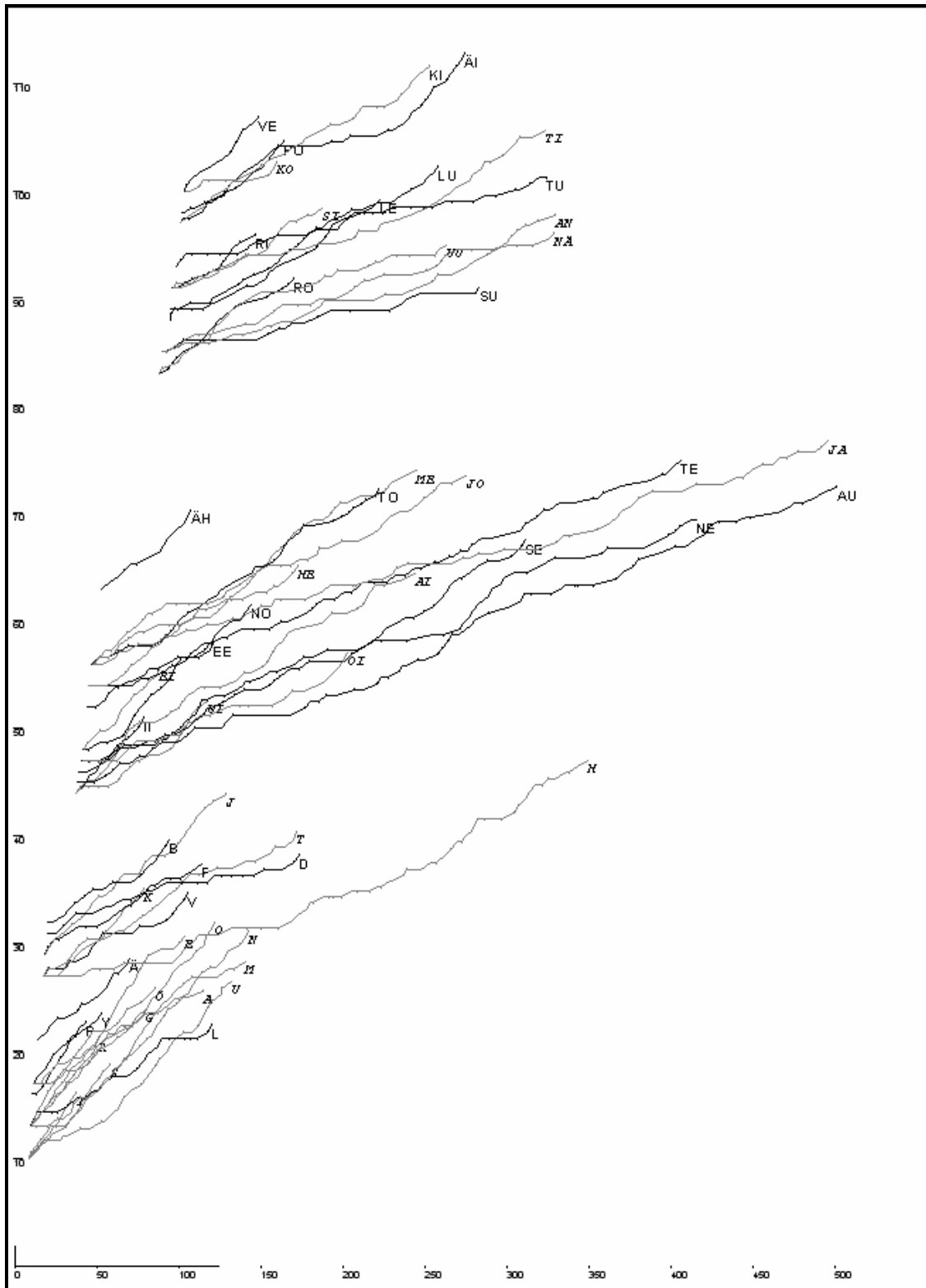
Akin teki tavuissa runsaasti virheitä ja vaikuttaa siltä, että hän oppi tavuja hitaammin kuin kirjaimia (kuvio 5). Ensimmäistä ja viimeistä pelkkien tavujen pelaamiskertaa vertaillen huomataan, että joissakin tavuissa on tapahtunut selkeää oppimista ja tavutasolla tehtyjen virheiden kokonaismäärä on laskenut (taulukko 8). Aki teki tavujen ensimmäisellä kerralla sattumanvaraisia virheitä tavuissa TU, TI ja SI kun taas tavujen viimeisellä pelaamiskerralla hän sekoitti niitä samalla kirjaimella alkaviin tavuihin.

TAULUKKO 8. Akin tekemän virheet tavujen ensimmäisellä ja viimeisellä pelaamiskerralla.

Osio	Virhevalinnat tavutason ensimmäisellä pelaamiskerralla ^a	Virhevalinnat tavutason viimeisellä pelaamiskerralla ^a
AN	AI(3), AU, SU	*
AU	AI(3)	Ohi, AI(2), UU(2)
AI	AU, SU	RO
RO	*	RI
UU	*	RO(2), TO
SU	AI(3), AN(2), AU(2)	AI(3), RO(2)
AN	AI(3), AU, SU	*
SE	Ohi, AU(2), LU, PO, SU	TO(3)
NE	SU, UU	AI(4), SE
NÄ	NE	*
LE	Ohi, NE	TU
LU	Ohi(2), NE, SE, SU	AI, LE
RI	RO	SU
SI	AN, NE	SE, SU
ME	RO	NÄ, SE
TI	RO, SU, TO	TU
TU	AI, LE, NÄ(2), SI	Ohi(2), TE, TO(2)
TE	SI, TI	Ohi(2)
ÄI	NÄ	*
PI	Ohi(2), TU, ÄI	*
PO	Ohi, LU, SU, ÄI	*
KO	Ohi	NE
JA	AU, JO, LU, NE, NÄ, TO	JO, KI, NE, PI, SI(2), TI, TU(2)
JO	SI	Ohi, KI
KI	Ohi, JO, PI(2)	
YHTEENSÄ	69	51

^a Osiot, joihin pelaaja on sekoittanut kysytyn osion. Pelaajan tehdessä saman virheen useampia kertoja, on virheiden lukumäärä merkitty sulkeisiin.

* Osiota kysyttäessä ei ole tehty virheitä pelikerran kuluessa.



KUVIO 5. Akin kirjainten ja tavujen oppimisen kuvaajat.

Yhteenveto Akin oppimisesta

Akin kirjaintietoisuus oli pelaamisen alkaessa ikäryhmän keskitasoa selvästi matalammalla. Hän pelasi Ekapeli 1.1:ä runsaasti ja näyttää oppineen kirjainten ja äänteiden väliset yhteydet sekä tavujen alkeet pelatessaan. Akin oppimisvalmiusindeksi kertoi hänen tarvitsevan runsaasti toistoja uusien ärsykkeiden oppimiseen ja sama asia ilmeni myös Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana. Aki seurasi etenemistään tehokkaasti ja palasi ylemmiltä tasoilta helpommille tasoille harjoittelemaan perustaitoja. Aki pelasi Ekapeli 1.1 paljon, mutta hän olisi tarvinnut vielä lisää pelailua lukutaidon saavuttaakseen.

3.2.6. Yhteenveto Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvasta lukemistaitojen oppimisesta

Lasten Ekapelin pelaamisen aikana tapahtuvaa lukemisvalmiuksien oppimista tarkasteltaessa on huomattavissa joitakin lähes kaikkia koskettavia seikkoja. Kaikki tarkastellut lapset, jotka eivät osanneet lukea, ovat edenneet tavutasolla hitaammin kuin kirjaintasolla. Tavutason alussa niidenkin lasten eteneminen hidastui, jotka olivat oppineet kirjaimet nopeasti. Monet lapset arvailivat tavutasolla tavuja niiden ensimmäisen kirjaimen perusteella. Tavujen oppiminen on pohjimmiltaan erilaista kuin kirjainten ja äänteiden välisten yhteyksien oppiminen, sillä tavujen dekoodaaminen perustuu aiempien taitojen yhdistelylle ja lapsen tulee oivaltaa, että tavut muodostuvat kirjainten yhdistelmästä. Oivalluksen tapahduttua tavujen ja sanojen oppimien voi tapahtua hyvinkin nopeasti, eli perustaitojen oppimisen jälkeen oppiminen nopeutuu.

Lapset sekoittivat helpommin samankaltaisia ärsykeitä toisiinsa. Hyvätasoisetkin lapset tekivät enemmän virheitä niissä ärsykkeissä, jota muistuttavat ääntämis- ja/tai ulkoasultaan toisiaan. H ja J kirjainten oppiminen vaikutti olevan monille lapsille muita kirjaimia vaikeampaa.

Oppimisen jälkeen tapahtuva sammumisilmiö näkyi jossain määrin kaikkien lasten pelaamisessa. Yhdellä pelikerralla opittua, eli kolme kertaa peräkkäin oikein saatua ärsykettä, ei välttämättä muistettu enää seuraavalla pelikerralla. Lasten välillä oli suuria eroja siinä, kuinka helposti sammumisreaktio tapahtui. Hyvätasoisilla oppijoilla opitut asiat pysyivät paremmin mielessä pelikerrasta toiseen. Rungas virheiden määrä kerran opitussa ärsykkeessä viittaa assosiaatioiden automatisoinnin ongelmiin. Pelatessa osion oppimiseen tarvittavien toistojen määrä vaihteli suuresti lapsesta toiseen. Hyvät oppijat oppivat pienellä toistomäärällä ja kykenivät pitämään virheen jälkeen mielessään pelin antamat vihjeet ärsykkeen seuraavaan esiintymiskertaan saakka, jolloin he eivät tehneet useita peräkkäisiä virheitä. Tilanteissa, joissa oli paljon uusia, outoja ärsykejä, hyväkin oppia saattoi tehdä useita peräkkäisiä virheitä, kun muistissa pidettävien asioiden määrä ylitti hänen muistikapasiteettinsa rajat. Vaikuttaa siltä, että oppimien etenee Ekapeli 1.1:ä pelatessa yksilöllisellä vauhdilla, mutta samojen kehitysvaiheiden kautta. Vaikeammilla tasoilla eteneminen perustuu kirjain-äänne vastaavuuksien hallintaan. Tarkastelluista lapsista vain Esko eteni sana-tasolle asti. Muut pelaajat olisivat tarvinneet vielä enemmän harjoitusta lukutaidon alkeiden oppimiseen.

4. POHDINTA

Tutkimuksen tavoitteena oli perehtyä oppimiskyvyn ja lukemisvalmiuksien oppimisen välillä mahdollisesti olevaan yhteyteen sekä tutkia tavanomaisen ja tavanomaisesta poikkeavan lukemistaitojen oppimisen etenemistä lukemisvalmiuksia harjoittavan adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana. Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että uusien assosiaatioparien oppimisen avulla määritelty oppimiskyky on yhteydessä Ekapeli 1.1 pelaamisen aikana tapahtuvaan lukemistaitojen oppimiseen siten, että nopeasti assosiaatiopareja oppivat lapset oppivat lukemisvalmiuksia pienemmällä toistomäärällä adaptiivista tietokonepeliä pelatessaan. Lapset, joiden kirjaintietoisuus on iän mukaan määriteltyjä riskirajoja alhaisempi, tarvitsivat muita lapsia enemmän toistoja sekä kirjaintietoisuuden vastaavuuksien että oppimistestin tavutettujen sanaärsykkeiden ja hiragana-merkkien välisten yhteyksien oppimiseen. Ekapeli 1.1:tä muistuttavaan Matematiikkapeliin tottuminen ei edistänyt lukemisvalmiuksien oppimista Ekapelin välityksellä. Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvaa lukemistaitojen oppimista selitti eniten lapsen kirjaintietoisuuden taso, mutta myös yleisen oppimiskyvyn merkitys lukemistaitojen oppimisessa oli merkitsevä. Ekapeli 1.1 pelaamisen aikana tapahtuvassa lukemistaitojen oppimisessa on huomattavissa suurinta osaa pelaajista koskevia yleisiä piirteitä sekä yksilöllistä variaatiota. Lasten oppimiseen tarvitsemien toistojen määrä ja opittujen asioiden pysyvyys vaihtelevat ja joidenkin osioiden oppiminen on muita osioita vaikeampaa. Oppimisen etenemiseen Ekapeli 1.1:n pelaamisen aikana vaikuttaa lapsen lähtötason kirjaintietoisuuden lisäksi mm. pelaamisen aikana tehdyt tasovalinnat. Vaikuttaa siltä, että lukemaan oppiminen etenee samojen kehitysvaiheiden kautta, vaikka vaiheiden saavuttamisessa esiintyy yksilöiden välillä eroja. Tietokonepelin pelaamisen aikana talletettujen tietojen avulla voidaan löytää viitteitä tietokonepelin toiminnan vaikutuksista oppimiseen, yksilöllisistä oppimistyyleistä sekä lukutaidon oppimisessa ilmenevistä oppijoiden välisistä eroista. Tietääksemme oppimisen etenemiseen tietokoneympäristössä ei ole aivan vastaavalla tavalla perehdytty aiemmin, joten osa tutkimuksen tuloksista on uusia.

Tutkimuksen mukaan oppimisvalmiusindeksin kuvaama oppimis- ja muistamiskyky on yhteydessä Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaan oppimiseen. Tämä viittaa siihen siihen, että Ekapeli 1.1:n välityksellä tapahtuvan lukemisvalmiuksien oppimisen ja Oppimistestin sano-kuva parien oppimisen taustalla vaikuttavat samat oppimisen peruseriaatteen. Tulos tukee Staatsin (1968) väittämää erilaisten kognitiivisten taitojen oppimisen etenemisen samankaltaisuudesta. Oppimisen yhteys erityisesti muistiin on todettu monessa yhteydessä (mm. Brady, 1986, 1991; Gathercole & Baddeley, 1993; Kramer ym., 2000; Ponsila, 1998; Porpodas, 1999; Tijms, 2004b). Tutkimuksen tulos viittaa siihen, että hieman erilaisia kognitiivisia taitoja vaativissa tehtävissä oppimisen taustalla vaikuttavat samankaltaiset periaatteet, joista kyky oppia muistamaan ärsykejä ja niiden välisiä yhteyksiä on yksi. Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin ja Ekapelin oppimisluvun keskinäinen vertailtavuus ei ole aivan selkeää: Oppimistestissä esiintyneet kuulonvaraiset ärsykkeet ovat tavutettuja sanoja, joten niillä on oppijalle merkitys, jota Ekapeli 1.1:n äänneillä ei ole. Merkitykselliset asiat on helpompi oppia kuin täysin merkityksettömät asiat (Staats, 1968; Poskiparta ym., 2003).

Tutkimuksessa haluttiin selvittää tavanomaisesti lukemaan oppivien lasten ja lukemisvaikeuksia suurella todennäköisyydellä kohtaavien lasten oppimisessa ilmeneviä eroja. Lukemisvaikeuksille alttiimmat lapset, joiden kirjaintietoisuus oli selkeästi ikätason keskiarvoa alhaisempi, erosivat muista lapsista sekä Oppimistestin mittaamassa oppimiskyvyssä että Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvassa oppimisessa oletusten mukaisesti. Tuloksista voidaan päätellä että lukemisvaikeuksia todennäköisesti kohtaavat lapset tarvitsevat enemmän toistoja uusien ärsykkeiden ja lukemisvalmiuksien oppimiseen kuin muut lapset. Tämä viittaa siihen, että lukemisvaikeuksien taustalla voi olla laajempi assosiaatioiden oppimisen vaikeus. Lukivaikeusriskilasten oppimiskyky eroaa muista lapsista jo ennen varsinaista lukemaan oppimista, ja he oppivat uudet ärsykkeet normaalisti lukemaan oppivia lapsia hitaammin. Tulokset tukevat tietoja lukivaikeuslapsilla ilmenevästä prosessoinnin hitaudesta (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Lyytinen ym., 2005, painossa), kirjain-äänne vastaavuuksien ymmärtämisen ja muistamisen vaikeudesta (Lyytinen ym., 2005, painossa) sekä oletuksista heillä ilmenevistä automatisoitumisen (Bakker, 1992) ja kielellisen muistin alueella ilmenevistä vaikeuksista (Brady, 1986, 1991;

Kramer ym., 2000; Porpodas, 1999; Tijms, 2004b). Lukivaikeuslapsilla ilmenevien lukuisien ongelmien vuoksi vaikuttaa luonnolliselta, että he oppivat Oppimistestin ja Ekapeli 1.1:n aikana esiintyviä ärsykejä muita hitaammin. Tulos voidaan toisaalta tulkita siten, että lähtötaso vaikuttaa oppimisen nopeuteen, mikä puolestaan tukee teoriaa oppimisen nopeutumisesta (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Scardomalia ym., 1994; Staats, 1968).

Tutkimuksessa havaittiin, ettei Matematiikkapelillä pelaaminen ennen Ekapeli 1.1:llä pelaamista edesauttanut oppimista Ekapeli 1.1:ssä. Tuloksen voidaan katsoa eroavan hieman aiemmista oletuksista, joiden mukaan kognitiivisten taitojen harjoittaminen helpottaa vastaavien taitojen oppimista tulevaisuudessa (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Scardomalia ym., 1994; Staats, 1968). Matematiikkapeli toimii samalla logiikalla kuin Ekapeli 1.1:kin, mutta sisällöltään pelit eroavat toisistaan suuresti. Lisäksi Matematiikkapelillä pelaamiseen käytetty aika oli erittäin lyhyt. Matematiikkapelillä aloittaneet lapset jaettiin päiväkodeittain, jolloin otos ei välttämättä ollut täysin normaalisti jakautunut ja alueiden sosioekonomisista seikoista aiheutuvat lähtötasoerot ovat voineet vaikuttaa tuloksiin. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi pitkälle meneviä johtopäätöksiä Matematiikkapelin vaikutuksesta Ekapeli 1.1:llä pelaamiseen ei voida tehdä.

Tutkimuksessa selvitettiin, miten paljon kirjaintietoisuudella, iällä ja Oppimistestin mittaamalla oppimiskyvyllä voidaan selittää Ekapeli 1.1:n aikaisesta lukutaitojen oppimisesta. Ikä ja kirjaintietoisuus olivat odotetusti keskenään voimakkaassa yhteydessä, minkä vuoksi ikä poistettiin lopullisesta mallista. Iän ja kirjaintietoisuuden välinen yhteys on luonnollista, sillä suomalaisessa kulttuurissa iän lisääntyessä lapset altistuvat enemmän kirjaimille ja opettelevat niitä enemmän (Lyytinen ym., 2005, 2004; Lyytinen, P., 1999). Kirjaintietoisuus selitti oppimista enemmän kuin Oppimistestin aikainen oppimismenestys. Lähtötason kirjaintietoisuuden on aiemminkin todettu olevan merkittävä oppimista selittävä tekijä (Scarborough, 1990; Lyytinen ym., painossa). Oppimistestin oppimiskyvyn määrittelyssä ilmenneet vaikeudet esitellään myöhemmin ja ne ovat voineet osaltaan vaikuttaa siihen, ettei oppimiskyky selittänyt Ekapeli 1.1:n aikaisesta oppimisestä enempää. Vaikka oppimiskyky selitti Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaa oppimista tilastollisesti

merkittävästi voidaan selityksasteen pienuuden perusteella myös olettaa, ettei oppimiskyky, ainakaan tutkimuksen mukaisesti määriteltynä, ole yksinään riittävä ennustamaan lukemisvalmiuksiin liittyvien ärsykkeiden oppimista. Kirjaintietoisuus ja oppimiskyky selittivät yhdessä noin kolmasosan Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvasta oppimisesta. Selitysosuutta ei voida pitää suurena, mutta oppimiseen vaikuttavien lukuisten seikkojen vuoksi (mm. Barber ym., 1996; Boekarts & Leiden, 2001; Barber ym., 1996; McLnerney & Kerns, 2003; Poskiparta ym., 2003; Staats, 1968) tulos vaikuttaa mielekkäältä.

Lasten etenemisen yksilöllisten tarkastelujen perusteella voidaan sanoa, että lukutaitojen oppimisen etenemisessä on sekä yleisiä lainalaisuuksia että yksilöllistä vaihtelua. Yksilöllisistä tarkasteluista tehtävät johtopäätökset tukevat teorioita, joiden mukaan oppiminen etenee hierarkkisten kehitysvaiheiden kautta (Bakker, 1989, 1990, 1992, 1994; Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Staats, 1968). Perustaidot hallitsevalle oppijalle voidaan antaa harjoitusta vaativammissa taidoissa; vastaavasti perustaitojen hallinnan ollessa puutteellista ei hierarkkisesti seuraavalle tasolle ole mahdollista siirtyä. Hierarkkisen etenemisen voidaan tulkita selittävän osaltaan myös lukemaan oppimisessa ilmeneviä vaikeuksia, jolloin lukutaidon heikkoudessa on kyse hierarkkisesti alempien tasojen puutteellisesta hallinnasta (Bakker, 1989, 1990, 1992, 1994; Lovett, 1987; Lovett ym., 1994). Lasten oppimisen etenemisen tarkastelujen perusteella voidaan myös sanoa oppimisen nopeutuvan riittävän taitotason saavuttamisen jälkeen (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Staats, 1968). Oppimisen nopeutuminen näyttää riippuvan sekä lapsen yksilöllisestä oppimistyylistä, ärsykkeen ominaisuuksista ja opeteltavan taidon tasosta. Lasten pelaamisen aikana kertyneet tiedot tukevat käsitystä, jonka mukaan ärsykkeiden (kirjainten, tavujen ja sanojen) ominaisuuksilla, kuten ääntämisasujen tai ulkonäön samankaltaisuudella, on suuri merkitys oppimisessa (Gottfried & Dolan, 2004; Staats, 1968). Mitä samankaltaisemmista ärsykkeistä on kyse, sitä vaikeampaa ne on oppia erottamaan toisistaan (Staats, 1968). Lasten oppimiseen tarvittavien toistojen määrä oli pelaamisen aikana hyvin yksilöllistä, mikä tukee oletusta oppimisen taustalla olevasta oppimis- ja muistamiskyvystä. Oppimiseen tarvittavien toistojen määrä vaihteli lapsikohtaisesti, ärsykkeestä toiseen ja luultavasti myös pelin adaptiivisuuden vuoksi. Oppimiseen runsaasti toistoja tarvinneilta lapsilta löytyi viitteitä sekä lukemisvaikeudesta että tarkkaavaisuuden

vaikeuksista, joita luonnehtivat mm. oppimisen hitaus ja vaikeus, kirjain-äänne - vastaavuuksien automatisoitumisen vaikeus ja lukuisat virheet (Almqvist, 2001; Barkley, 1997; Kramer ym., 2000; Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Tijms, 2004b). Kaikkien lasten lukutaidoissa oli havaittavissa jossain määrin kehittymistä pelaamisen aikana, mikä tukee aiempien Ekapeli 1.1:n vaikuttavuuteen perehtyneiden pro gradu – tutkielmien tuloksia sekä muiden viimeaikaisten tietokoneavusteisten kuntoutustutkimusten tuloksia lukemisvalmiuksien tietokoneavusteisen harjoittamisen tuloksellisuudesta (Alanko & Nevalainen, 2004; Klaavuniemi, 2005; Lehtonen, 2003; Liuha, 2004; Taanila, 2004; Tijms, 2004a; Tijms ym., 2003; van Daal & Reitsma, 2000). Lukutaidon oppimisen etenemisen voidaan tutkimuksen perusteella väittää olevan jossain määrin häilyvää ja siinä tapahtuu taantumista; oppijat unohtavat aiemmin osaamia taitoja tarkkaavaisuuden ja keskittymiskyvyn vaihdellessa. Unohtelu voidaan selittää myös sammumisilmiöllä (Staats, 1968). Toisin sanoen opittu taito, kuten kirjain-äännevastaavuus, unohtetaan, jolleivät kirjain ja äänne esiinny pitkään aikaan yhdessä tai niiden yhteyttä ei vahvisteta.

Pelin aikana kertyneiden tietojen avulla ei voida tunnistaa luotettavasti oppimisessa ilmenevien ongelmien syytä, vaikka viitteitä niistä löytyykin. Lukemaan oppimisessa ilmenevien vaikeuksien tunnistamista vaikeuttaa myös se, että lähes kaikki lapset tekevät samankaltaisia virheitä; jotkut vain enemmän kuin toiset. Tarkemman tarkastelun kohteena olleista lapsista hitaimmin edenneet ja heikoimmin oppineet lapset tekivät runsaasti peräkkäisiä virhevalintoja, joita oppimisvalmiusindeksinkin perusteella nopeammin oppivat lapset eivät tehneet. Pelin aikaista oppimista havainnollistavien kuvaajien avulla voidaan kuitenkin perehtyä siihen, miten erilaiset lukemaan oppimisen vaikeudet saattavat näkyä adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana. Tietokonepelin aikaisen oppimisen etenemisen tarkasteleminen antaa viitteitä siitä, että tietokonepelin adaptiiviseen toimintaan mahdollisesti liittyviin motivaation ja tarkkavaisuuden häiriöihin voitaisiin luultavasti vaikuttaa suunnittelemalla oppimisympäristö paremmin lasten yksilöllisiä tarpeita vastaavaksi (ks. myöhemmin).

Käytettyjen kuvaajien tulkintaan liittyy joitakin Game Analysis – ohjelmasta aiheutuvia ongelmia. Kuvien pystyakselin vertailukelpoisuuden säilyttämiseksi niihin voitiin piirtää

ainoastaan ne osiot, jotka pelaaja oli saanut pelatessaan vähintään kerran kolme kertaa peräkkäin oikein. Näin ollen kuvaajista jäi puuttumaan tieto niistä ärsykkeistä, joita lapsi ei oppinut lainkaan. Kaikki osion kysymiskerrat piirtyvät samaan kuvaajaan, josta ei näy tasojen vaihtumista. Joillakin tasoilla arvauksen mahdollisuus saattoi olla suurempi, kun esim. kysyttiin kirjainta ja kaksi kolmesta pallosta sisältää tavun. Staatsin (1968) mukaan ärsykkeiden erilaisuus helpottaa niiden oppimista. Kuvaajien vertailua vaikeuttaa myös se, että vaaka-akseli kuvaa osion valintojen tekemiseen kulunutta aikaa, eikä valintatilanteiden määrää. Hienomotoristen ongelmien tai vaikkapa hiiren käytön outouden vuoksi hitaasti valintoja tekevällä lapsella oppiminen näyttää siis kuvaajien mukaan etenevän hitaammin kuin nopeammin valintoja tekevällä lapsella. Game Analysis - ohjelman piirtämien kuvaajien avulla ei ollut myöskään mahdollista vertailla Oppimistestissä ja Ekapeli 1.1:ssä etenemistä toisiinsa, sillä kuvaajien nousukulman jyrkkyys on riippuvainen siitä, monenko ärsykkeen joukosta valinta on tehty. Ekapelissä vaihtoehtojen määrä vaihteli valintatilanteesta toiseen, kun taas Oppimistestissä vaihtoehtojen määrä oli vakioitu.

Tutkimusasetelma suunniteltiin yhdessä kahden muun pro gradu -tutkielman tekijän kanssa (ks. Auravuo, painossa; Björn, 2005), minkä vuoksi kaikki tutkimusasetelmaan liittyvät seikat eivät kaikilta osin vastanneet tämän tutkimuksen päämääriä. Tutkimusjakson aikana Matematiikkapelin tai Ekapeli 1.1:n pelaamiseen käytetty aika ei myöskään ollut niin pitkä kuin tulosten yleistettävyyden ja lasten taitojen kehittymisen kannalta olisi ollut suotavaa. Myös aiemmissa Ekapeli 1.1:llä tehdyissä tutkimuksissa on toivottu peliajan olevan pitempi (Alanko & Nevalainen, 2004; Klaavuniemi, 2005; Lehtonen, 2003; Liuha, 2004). Peliajasta puhuttaessa tulee huomioida se, että tutkimuksessa raportoidut peliajat on muodostettu laskemalla yhteen lapsen peliaikaisten valintatilanteiden valintojen tekemiseen kuluneet reaktioajat. Lapsen tekemän valinnan jälkeen pallot jatkavat vielä putoamistaan hetkisen, joten aika, jonka lapsi todellisuudessa altistuu ärsykeille, on reaktioaikaa pidempi. Peliaikaan ei ole myöskään laskettu niitä valintatilanteita, joissa lapsi ei tehnyt valintaa, eikä aikoja, jolloin peli on ollut keskeytettynä. Lapsen todellinen, koneen ääressä viettämä peliaika onkin hieman raportoitua suurempi. Pelaamiseen käytetyn ajan lyhyteen vaikuttivat useat seikat: muutenkin suhteellisen lyhyen tutkimusjakson aikana aikaa kului mm. väli- ja loppumittausten tekemiseen. Lisäksi tutkimus toteutettiin loppukevääällä,

jolloin päiväkodeissa oli paljon muutakin ohjelmaa kuin Ekapeli 1.1:n pelaaminen. Alkuperäisen koeasetelman (ks. Auravuo, painossa; Björn, 2005) avulla oli tarkoitus verrata tutkimuksen aikana saatuja tietoja tilastollisesti koe- ja kontrolliryhmittäin. Koe- ja kontrolliryhmiä oli kuitenkin mahdotonta erottaa toisistaan, sillä lapset ovat pelanneet tutkimusjakson aikana Ekapeli 1.1:llä sattumanvaraisia määriä, huolimatta alkumittausten perusteella tehdystä koe- ja kontrolliryhmäjaottelusta. Pelijakson alkaessa toivottiin, että alkumittausten perusteella varsinaiseen koeryhmään kuuluvat lapset pelaisivat Ekapeli 1.1:llä mahdollisimman paljon, mutta päiväkotien arjessa toiveen toteuttaminen oli vaikeaa. Tutkimusjakso oli lisäksi hyvin intensiivinen, minkä vuoksi osalla lapsista oli havaittavissa kyllästymistä jakson loppuvaiheessa sekä Ekapeli 1.1:n pelaamiseen että testauksiin osallistumiseen. Tutkimuskysymysten kannalta olisi ollut mielekästä seurata muutamien esimerkkilasten pelaamista ja selvittää heidän taustansa paremmin. Pelaamisen seurannan avulla olisi voitu kertoa tarkemmin pelaamisen aikaisesta motivaatiosta ja sen vaikutuksesta tarkkaavaisuuteen sekä oppimisen etenemiseen. Taustatietojen ja tarkempien tutkimusten perusteella olisi ollut mahdollista ottaa oppimisen havainnollistamisen esimerkeiksi sellaisia lapsia, joiden oppimisen taustalla olevasta vaikeudesta olisi ollut tarkempaa tietoa.

Tutkimusaineiston analysointiin liittyy joitakin seikkoja, jotka voivat osaltaan vaikuttaa tulosten luotettavaan yleistämiseen aineiston ulkopuolelle. Kirjaintietoisuuden, iän ja oppimisvalmiusindeksin oppimis- ja muistamiskyvyn selitysosuutta Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvasta oppimisesta tutkittiin käyttämällä regressioanalyysiä. Tarkastelussa oli mukana yhteensä 76 lasta, vaikka regressioanalyysissä suositusten mukaan tulisi olla hieman suurempi otos. Suuremman otoksen käyttäminen olisi luultavasti parantanut regressioanalyysin tuloksista tehtyjen johtopäätösten luotettavuutta. Tuloksia voidaan pitää kuitenkin luotettavina, sillä niiden merkitsevyyden tilastollisessa tarkastelussa vakioitiin otoksen koon vaikutus.

Tulosten yleistettävyyttä aineiston ulkopuolelle vaikeuttaa se, että tutkimuksen kohderyhmä on tasoltaan voinut valikoitua toisenlaiseksi kuin suomalaislasten yleinen taso. Analysoinneissa käytetyt lapset saattavat olla yleistä ikätasoa heikompia

lukemisvalmiuksiensa tason suhteen. Lukemisvalmiuksien harjoittelu kohdennettiin lukutaidottomiin lapsiin ja lukemisvalmiuksiltaan heikkotasoiisiin lapsiin. Moni suomalainen esikouluikäinen lapsi osaa jo lukea tai hallitsee ainakin lukutaidon alkeet. Esimerkiksi havainnollistavissa esimerkeissä tutkitun Eskon kirjaintietoisuus oli aineiston keskitasoa, mikä saattaa olla yleiseen ikätasoon verrattuna hieman keskitasoa alhaisempi. Toisaalta aineiston tarkastelussa eivät välttämättä ole mukana ne oppijat, joilla on ollut eniten vaikeuksia, joita peli ei ole motivoinut tarpeeksi tai joilla on ollut ennestään kielteinen suhtautuminen kirjainten opettelemiseen. Oppimisen havainnollistamiseen valittiin esimerkiksi lapsia, jotka olivat pelanneet Ekapeli 1.1:ä suhteellisen paljon, joten heidän voidaan olettaa kokeneen Ekapeli 1.1:n pelaamisen mielekkäänä, mitä ei voida varmuudella sanoa kaikista tutkimukseen osallistuneista lapsista.

Alkuperäisen suunnitelman mukaan lukemisvaikeusriskin määrittelyssä oli tarkoitus hyödyntää tietoa lähisuvussa esiintyvistä lukivaikeudesta, sillä lukivaikeuden on todettu olevan suurella todennäköisyydellä perinnöllistä (Scarborough, 1990; Van der Leij ym., 2001). Aineiston tarkasteluvaiheessa huomattiin kuitenkin, ettei suvussa esiintyvä lukivaikeus ollut tutkimuksen kannalta luotettava jakoperuste, sillä osa niin sanotuista riskilapsista osasi jo lukea ja monen kirjaintietoisuus oli ikätason mukaan määriteltynä erittäin hyvä. Toinen vaihtoehto lukemisvaikeusriskin määrittämiseen oli kirjaintietoisuuden taso (Lyytinen ym., painossa), joka olisi vertailtavuuden vuoksi ollut toivottavaa selvittää samalla menetelmällä kuin oppimisen eteneminen: pelaamisen aikana kertyneitä tietoja hyödyntäen. Adaptiivisuudesta johtuen kirjaintietoisuuden luotettava määrittäminen pelitietoja hyödyntäen oli kuitenkin kyseenalaista. Ulkoisilla mittareilla määritelty kirjaintietoisuus oli järjestelmällisesti suurempi kuin pelin sisäisesti katsottu kirjaintietoisuus, sillä pelin osaamisen kriteeri (ks. aiemmin) on erittäin tiukka. Pelin sisäisten tietojen perusteella ja ulkoisten mittarien avulla määritelty kirjaintietoisuus olivat tilastollisesti yhteydessä [$R=.652$, $p=.001$]. Lopulliset lukemisvaikeusriskin määrittelyt on edellä mainituista syistä johtuen tehty ulkoisten testitulosten kirjaintietoisuuden perusteella.

Ekapeli 1.1:n adaptiivisuus ja pelijakson aikana peliin tehdyt muutokset vaikuttivat aineiston analysointiin. Meidän, kuten aiempienkin tutkijoiden mielestä Ekapeli 1.1:n

adaptiivisuus vaikeuttaa aineiston analysointia (ks. Alanko & Nevalainen, 2004; Björn, 2005; Klaavuniemi, 2005; Lehtonen, 2003, Liuha, 2004; Taanila, 2004). Liuhan (2004) mielestä pelin adaptiivisuudesta seuraavat erot yksilöiden etenemisessä vaikeuttavat aineistosta tehtävien johtopäätösten yleistettävyyttä. Pelin aikaisen oppimisen kriteerin määrittely on vaikeaa, sillä jopa yhden pelaajan eteneminen vaihtelee suuresti pelikerrasta toiseen. Pelaajat kohtaavat mm. vaihtelevia määriä ärsykeitä pelaamisen aikana, valintatilanteiden määrät vaihtelevat pelaajasta toiseen ja reaktioajat muuttuvat pallojen putoamisnopeuden muutosten myötä. Alanko ja Nevalainen (2004) toteavat ettei peli tarjoa yksiselitteisiä tuloksia lapsen osaamistasosta, sillä adaptiivisuuden vuoksi lasten pelisuorituksen vaikuttavat mm. pelatut vaikeustasot, lapsen taidot, keskittymiskyky ja mahdolliset vahinkovirheet. Sisäisenä mittarina peli ei myöskään kerro taitojen yleistymisestä pelitilanteen ulkopuolelle (Alanko & Nevalainen, 2004). Ekapeli 1.1:een tehtiin myös pieniä muutoksia tutkimusjakson aikana, joten pelaamisen aiemmin ja myöhemmin aloittaneiden lasten pelaamat pelit eivät olleet täysin yhteneviä. Pelijakson alkaessa peli siirtyi kysymään jotain toista osiosta, jollei lapsi ehtinyt tehdä valintaa. Noin viikko tutkimuksen alkamisen jälkeen peliä muutettiin oppimisen kannalta tehokkaammaksi kysymällä lapselta ohi mennyt osio uudelleen ja merkitsemällä oikea vastaus vihreällä pallolla. Valintatilanteita, joissa lapsi ei ole tehnyt valintaa, ei ollut useita lasta kohden, joten muutoksella ei luultavasti ollut suurta vaikutusta lasten pelitulosten vertailtavuuteen.

Lasten oppimista Ekapelissä haluttiin vertailla tilastollisesti, minkä vuoksi jokaiselle lapselle laskettiin Ekapeli 1.1:n aikana tapahtuvaa oppimista kuvaava luku. Adaptiivisessa tietokonekontekstissa tapahtuvaan oppimiseen vaikuttavien lukuisien seikkojen (Broberg, 1997; Magoulas ym., 2003) vuoksi lapsen oppimisen tiivistäminen kattavalla tavalla yhdeksi luvuksi ei ole yksiselitteistä. Oppimisluvussa huomioidaan mahdollisimman monta pelinaikaiseen oppimiseen vaikuttavaa seikkaa, vaikka pohdintoja oppimisen tiivistämisen mielekkyydestä voidaan esittää. Oppimislukuun on laskettu niiden kirjaimien (tavujen ja sanojen) oppimiseen kuluneet toistojen määrät, joita lapsi ei osannut niiden ensimmäisillä esiintymiskerroilla. Kirjain-ääne-yhteyksien oppiminen ei kuitenkaan ole aivan samanlaista oppimista kuin kirjainten yhdistäminen tavuiksi ja tavuista sanoiksi. Kirjain-

ääne yhteyksien oppiminen vaatii runsaasti toistoja mutta tavujen oppiminen voi tapahtua nopeasti, kun lapsi on oivaltanut miten tavuja rakennetaan aiemmin opituista ärsykkeistä. Suomen kielen säännöllisyyden vuoksi kirjain-ääne-yhteyksien oppimisen ja kirjainten yhdistämisen idean oivaltamisen jälkeen lapsen on mahdollista lukea mikä tahansa suomenkielinen sana (Lyytinen ym., 2005).

Oppimisluku muuttuu sen mukaisesti, kuinka monta uutta ärsykettä oppija on kohdannut pelaamisen aikana. Muuttujan arvot laskevat pääasiallisesti sitä mukaa, kun pelissä kysytyjen ärsykkeiden määrä kasvaa, sillä osiokohtaisten oppimislukujen summa jaetaan tarkastelussa mukana olleiden, ei-osattujen, ärsykkeiden määrällä. Osa lapsista pelasi ohjeistuksesta huolimatta myös pienillä kirjaimilla. Laskennallisista syistä ja koska aiemmin esiintyneet ja samankaltaiset ärsykkeet opitaan nopeammin kuin täysin tuntemattomat ärsykkeet (Staats, 1968), saattaa pienillä kirjaimilla pelanneiden lasten oppimisluku antaa liian hyvän kuvan heidän oppimisestaan.

Ekapeli 1.1:n oppimisluvun avulla pyrittiin kuvaamaan pelin aikana opittujen ärsykkeiden oppimista, joten laskennassa ei ole huomioitu lapsen valmiiksi osaamia osioita, jotka osattiin järjestelmällisesti ärsykkeen kolmella ensimmäisellä esiintymiskerralla. On olemassa mahdollisuus, että lapsi oli oppinut osan tarkasteluista poistetuista osioista pelissä. Lapsi on esimerkiksi voinut oppia kaksi kirjainta pelin aikana ja kyennyt myöhemmin tavutason alussa yhdistämään ne ilman virhevalintoja pelin aikana oppimisensa tietojen avulla. Oppimisluvun pätevyys tarkistamiseksi laskettiin muutosoppimisluku, joka korreloi lähes täydellisesti käyttämämme oppimisluvun kanssa [$R=.986$, $p<.001$]. Hieman erilaisesta määrittelystä huolimatta oppimisluvut mittaavat samaa ilmiötä eli uusien taitojen oppimiseen kulunutta toistomäärää, minkä vuoksi käyttöön valittiin yksinkertaisuuden vuoksi oppimisluvun alkuperäinen versio. Asiaa tarkastellessa huomattiin myös, että suurin osa heti alussa osatuista tavuista ja sanoista kasaantui muutamalle lapselle, joiden kirjaintietoisuus oli pelaamisen alkaessa hyvin korkea. Todennäköisesti nämä lapset ovat osanneet tavuja ja sanoja jo ennen pelaamisen aloittamista. Lähtötason kirjaintietoisuudeltaan heikommat lapset ovat pääsääntöisesti tehneet runsaasti virheitä siirtyessään tavuja sisältäville tasoille, vaikkakin tasojen alussa putoavien ärsykkeiden

määrän ollessa pieni, hekin olivat ”osanneet” arvaamalla joitakin tavuja. Oppimisluvun muuttaminen muotoon, jossa vaikeammilla tasoilla heti osatut osiot olisi huomioitu luvun laskennassa, olisi laskenut aiemmin mainituista laskennallisista syistä oppimisluvun arvoja kaikilla pelaajilla, jotka pelasivat Ekapeli 1.1:tä kirjaintasoa pidemmällä. Tutkimuksessa kehitetyn oppimisluvun voidaan edellä mainituista seikoista huolimatta sanoa olevan tilastollisiin tarkasteluihin riittävän pätevä oppimisen kuvaaja.

Oppimiskyvyllä tarkoitetaan yksilön valmiuksia oppia uusia tietoja ja taitoja (Ahonen ym., 1997). Tutkimuksessa oppimistestin oppimisvalmiusindeksillä kuvattiin lapsen kykyä oppia uusia ärsykepareja. Oppimisvalmiusindeksi kertoo toisin sanoen, kuinka paljon toistoja lapsi tarvitsee uusien ärsykkeiden oppimiseen. Assosiaatioparien oppiminen ja tarvittavien toistojen määrä riippuu osaltaan ärsykkeiden ominaisuuksista (Staats, 1968). Testissä käytetyt tavutetut sana-ärsykkeet olivat suomenkielisiä ja täten ärsykkeinä lapsille suhteellisen tuttuja, kun taas hiragana -merkit olivat heille täysin uusia. Sana-ärsykkeiden tuttuuden ja merkityksellisyyden vuoksi on mahdollista, että Oppimisvalmiusindeksi mittaa vain rajatusti ärsykkeiden oppimisen kykyä. Tutkimuksessa ensimmäistä kertaa käytössä olleen Oppimistestin toimintaa häiritsivät lukuiset seikat, joiden vuoksi oppimistestin oppimisluvun arvo todellisen oppimiskyvyn kuvaajana ei välttämättä ole niin pätevä kuin olisi mahdollista. Oppimistesti pelattiin tutkimuksessa ennen Ekapeliin siirtymistä, joten tottumattomuus tietokoneen käyttöön ja esimerkiksi hiiren käytön opetteleminen on voinut häiritä sen suorittamista. Yhdessä päiväkodissa pelaamisen ensimmäisenä aloittaneet lapset eivät tietoteknisten ongelmien vuoksi saaneet testiä pelattavaksi lainkaan. Joillakin lapsilla peli kaatui kesken testin suorittamista, jolloin testi alkoi uudelleen alusta lapsen seuraavalla pelaamiskerralla. Oppimistestiä on lisäksi pelattu jakson aikana kahtena erilaisena versiona. Toisessa versiossa lapselle näytetään virhevalinnan jälkeen toivottu vastaus vihreässä pallossa; toisessa versiossa ärsykkeiden valintaa ei helpoteta. Osa lapsista on siis pelannut oppimistestin huomattavasti vaikeammalla versiolla. Oppimistestin eri versioiden vaikutusta oppimiseen ei voitu vertailla, koska testin kaatuminen oli kasaantunut helpommalla versiolla pelanneille lapsille. Oppimistesti jatkui, kunnes lapsi oli saanut kaikki kolme ärsykeparia kolme kertaa peräkkäin oikein. Osalle lapsista Oppimistesti osoittautui tämän ja ärsykkeiden uutuuden vuoksi liian vaativaksi, jolloin lapsi on

lopettanut pelaamisen tai päiväkodin henkilökunta on joutunut keskeyttämään oppimistestin pelaamisen. Tämän vuoksi kaikki lapset eivät olleet ehtineet oppia kaikkia kolmea Oppimistestissä esiintyvää ärsykeparia pelin kriteerin mukaisesti, joten Oppimistestin valintatilanteiden määrää ei voitu suoraan käyttää lapsen oppimiskyvyn kuvaamiseen. Oppimistestin aikana ilmenneet ongelmat vaikuttivat myös Ekapeli 1.1:n pelaamista kohtaan koettuun asenteeseen. Päiväkotien henkilökunnan mielestä Oppimistesti oli liian pitkä ja vaikea, ja sen pelaamisen jälkeen jotkut lapset eivät halunneet pelata myöskään Ekapeli 1.1:llä.

Oppimistestin oppimisvalmiusindeksin laskennassa pyrittiin huomioimaan Oppimistestin pelaamiseen liittyneet ongelmat mahdollisimman hyvin. Oppimisvalmiusindeksin avulla suhteutettiin lapsen oppimien assosiaatioparien määrä hänen testissä pelaamiensa valintatilanteiden määrän. Tapauksissa, joissa Oppimistesti oli kaatunut tai pelaaminen oli keskeytetty, huomioitiin vain ensimmäinen pelikerta, koska assosiaatioparien ei voida olettaa olevan lapselle täysin tuntemattomia testin myöhemmillä pelaamiskerroilla. Oppimistestissä ilmenneiden ongelmien vuoksi Oppimisvalmiusindeksin voidaan sanoa kuvaavan vain karkeasti yksilön kykyä oppia muistamaan uusia assosiaatiopareja.

Regressioanalyysin tulokset antavat viitteitä siitä, että Oppimistestin kaltainen testi voisi toimia Ekapelin pelaamisen aikaisen etenemisen ja lukemistaitojen oppimisen ennustajana, mikäli se toimisi kunnolla. Vastaavanlaista testiä käytettäessä jatkossa kannattaa testiin asettaa järkevä katkaisuraja, jonka avulla voidaan välttää turhauttavan pitkät testin pelaamisajat sekä vertailla montako ärsykeparia eri lapset oppivat tietyllä kiinteällä valintatilanteiden määrällä. Toimivan, yksinkertaisen ja kustannustehokkaan Oppimistestin avulla voitaisiin kenties löytää varhaisessa vaiheessa ne lapset, joiden lukemaan oppiminen tulee olemaan tavallista vaikeampaa. On mahdollista, että Oppimistestin avulla voitaisiin tunnistaa varhaisessa vaiheessa assosiaatioparien omaksumisessa ongelmia kohtaavat lapset ja ne lapset, joiden vaikeus ilmenee erityisesti kielellisen muistin alueella (vrt. Kramer ym., 2000; Tijms, 2004b). Tämä mahdollistaisi ennaltaehkäisevän lukemisharjoittelu ajoittamisen mahdollisimman suotuisaan ajankohtaan, yhdestä kolmeen vuotta ennen kouluikää (Lyytinen ym., painossa).

Tutkimuksessa oli kokeiluluontoisesti mukana lyhyt kirjaimia kysyvä testiosio, jonka avulla oli tarkoitus selvittää lasten lähtötasot kymmenen minuutin pelaamisen jälkeen. Testiosio ei kuitenkaan toiminut odotetulla tavalla, osalle lapsista se tuli eteen heti oppimistestin pelaamisen jälkeen ja toisille vasta lähes tunnin pelaamisen jälkeen. Testiosion lapsilta kysymien kirjaimien määrässä oli myös eroja, eikä testiosio osoittautunut erottelukykyiseksi kysytyjen kirjaimien liian pienen määrän vuoksi. Tulevaisuudessa pelaajien lähtötason määrittelyä voitaisiin helpottaa huomattavasti lisäämällä pelin alkuun toimiva testiosio, joka peliin totuttelemisen jälkeen kysyisi kaikilta lapsilta kaikki kirjaimet samanlaisella adaptaatiolla. Testiosiossa voitaisiin esim. kysyä kaikki kirjaimet kaksi kertaa viiden vaihtoehdon joukosta. Yksinkertaisen testiosion suorittamiseen kuluisi muutama minuutti peliaikaa, ja tätä tietoa voitaisiin käyttää monilla tavoin hyödyksi. Alkutason määrittelyminen samassa ympäristössä, jossa oppiminen tapahtuu, antaisi luotettavan vertailukohdan pelissä tapahtuvaa oppimista tarkastellessa. Tutkimuskäytössä testi helpottaisi tutkijan työtä huomattavasti, jos se voitaisiin käynnistää myös pelijakson lopussa, jolloin pelaajien lopputaidot saataisiin helposti ja vähällä työllä selville. Pelin määrittelyä alkutasoa voitaisiin käyttää hyväksi myös valittaessa lapselle parhaiten soveltuvaa adaptaatityyppiä. Tällöin voitaisiin välttää tilanteet, joissa vähän osaava lapsi saa eteensä liian paljon tuntemattomia ärsykejä kerralla tai joissa kirjaimet hyvin osaava lapsi joutuu tylsistymään pelatessaan osaamiaan kirjaimia ennen mielenkiintoisemmalle tavutasolle siirtymistä.

Lasten Ekapeli 1.1:n pelaamisesta tehdyt naturalistiset huomiot sekä pelin aikana kertyneiden tietojen tarkempi tarkastelu antavat viitteitä siitä, ettei Ekapeli 1.1:n adaptiivisuus ja motivoivuus ollut kaikkia pelaajia ajatellen optimaalisella tasolla. Magoulas ym. (2003) ovat tutkineet tietokoneohjelmien erilaisia adaptaatiomalleja ja oppimisen tehokkuutta ja päätyneet siihen, että tietokoneavusteisten oppimisympäristöjen suunnittelussa tulisi suunnitella ohjelmiin useita erilaisia adaptaatiomalleja, joihin tulisi yhdistää erilaisia oppimisteorioita.

Ekapeli 1.1 ei helpottunut tarpeeksi niiden lasten kohdalla, joiden lähtötaso oli heikko tai jotka tarvitsivat suuren määrän toistoja oppiakseen uusia kirjaimia. Peli kysyy ensimmäisellä tasolla kaikki kirjaimet, ellei pelaaja keskeytä tason pelaamista. Opeteltävien ärsykkeiden määrän rajoittaminen ja harjoittelun jakaminen pienempiin kokonaisuuksiin voisi edistää oppimista tilanteissa, joissa lapsi osaa alussa vain vähän kirjaimia. Asteittainen harjoittelu sisältää Staatsin (1968) mukaan vähemmän epämiellyttäviä ominaisuuksia kuin intensiivisempi harjoittelu. Oppiminen on helpompaa, mikäli ärsykkeet tai niiden osat ovat entuudestaan tuttuja ja vaikeutuu sitä mukaa, mitä enemmän huomiota joudutaan suuntaamaan tuntemattomiin ärsykkeisiin (Staats, 1968). Lapsen opittua joitakin kirjaimia kysyttävien ärsykkeiden määrää voitaisiin lisätä, sillä jonkin ärsykkeen oppiminen helpottaa samankaltaisten ärsykkeiden oppimista, jolloin uudet ärsykkeet opitaan nopeammin kuin alkuperäiset (Lovett, 1987; Lovett ym., 1994; Ponsila, 1998, Staats, 1968).

Ekapelin antamassa palautteessa ilmeni myös ongelmia. Pelissä kilpapelaaajan ja lapsen omien oikeiden valintojen määrät näkyivät palkintohyllyn yläpuolella numeerisessa muodossa. Suurin osa tutkimukseen osallistuneista alle kouluikäisistä lapsista ei ymmärtänyt palautetta lukujen kasvaessa kymmentä suuremmiksi. Oppimisen edetessä hitaasti pelin antama palaute muodostui tarkoitettua kielteisemmäksi kilpapelaaajan saadessa kerran toiseensa hyllykköön ne kirjaimet, joita lapsi ei tahtonut oppia. Lapsen edetessä hitaasti, olisi erityisen tärkeää palkita häntä pienistäkin edistysaskeleista, jotta hänen motivaationsa ei kärsisi (Barber ym., 1996; Carlson ym., 2000; Carlson & Tamm, 2000; Staats, 1968). Ekapelissä vahvistajina toimivat oikean valinnan jälkeen kuuluva ääni, osattujen osioiden hyllylle palkinnoiksi kertyvät osiot, tason sisäiset kentän vaihtumiset sekä tason lopussa tuleva sanallinen palaute ”hyvä, taso läpi” ja ruudulle tuleva perhonen. Kun lapsella on vähän kokemusta kirjaimista tai niiden oppiminen on vaivalloista, nämä vahvistajat saattavat olla riittämättömiä. Oppimisen ollessa todella vaikeaa konkreettisten vahvistajien käyttö voisi tehostaa oppimista, sillä mitä vaikeampaa eteneminen on, sitä voimakkaampia vahvistajien tulee olla oppijan motivaation ja työskentelykäyttäytymisen ylläpitämiseksi (Barber ym., 1996; Broberg, 1997; Staats, 1968). Osalla lapsista kirjaintason pelaamisen kulunut aika kasvoi kohtuuttoman pitkäksi, kun lapsen tuli saada

kaikki 23 kirjainta kolme kertaa peräkkäin oikein tason läpäisemiseksi ja palkintoperhosen saadakseen. Tason pelaamisen päättyessä keskeyttämiseen, menetettiin yksi tilaisuus motivoida lasta positiivisen palautteen avulla. Pelin tasojen keston ongelmallisuus on havaittu aiemminkin, Alanko ja Nevalainen (2004) raportoivat käyttämänsä Ekapelin version sisältämän liian pitkän tason olleen osasy syy joidenkin lasten pelaamiseen väsymiseen. Vaikka taso on heidän käyttämästään versiosta lyhennetty, on se vieläkin liian vaativa joillekin lapsille.

Ekapeli 1.1 vaikuttaa soveltuvan lukemistaitojen opettelemiseen hyvin, silloin kun lapsen lukutaidottomuus johtuu lähinnä harjoituksen puutteesta. Jatkossa peliin voitaisiin kehittää erilaisia pelipolkuja oppijoille, joiden tarpeet ovat erilaiset. Seuraamalla lapsen pelinaikaista etenemistä entistä tarkemmin voitaisiin välttää tilanteet, joissa peli vaikeutuu liikaa. Staatsin (1968) mukaan tarkkaavuuden kohteena olevien ärsykkeiden tuntemisella ja esiintyvien ärsykkeiden määrällä on merkitystä ja ärsykejä on sitä vaikeampi erottaa toisistaan, mitä enemmän niitä on havaintokentässä. Esim. Mirkan virheiden kasaantuminen kirjaintason loppupuolelle antaa viitteitä siitä, että tason loppupuolella pelin siirtyessä kysymään lapselle oudompia kirjaimia tuntemattomien ärsykkeiden määrä kasvoi kerralla liian suureksi. Tällaisissa tapauksissa ärsykkeiden määrän rajoittaminen ja tutumpien ärsykkeiden kysyminen voisi ehkäistä turhautumista ja siitä seuraavia motivaation ja tarkkaavaisuuden ongelmia. Lapsen tehdessä paljon tarkkaavaisuuden ongelmiin viittaavia huolimattomuusvirheitä (Barkley, 1997), ärsykkeiden määrää valintilanteissa voitaisiin rajoittaa huomattavasti.

Lasten yksilöllisen etenemisen tarkasteluista kävi ilmi, että lapset tekivät Ekapeli 1.1:n tavutasolla enemmän virheitä kuin kirjaimissa. Jatkossa kirjainten yhdistämisen idean hahmottamista voitaisiin helpottaa näyttämällä virheen jälkeen hyvin havainnollisesti miten kirjaimet yhdistetään tavuksi. Esimerkiksi lapsen tehdessä virheen AI tavussa, seuraisi nopea opetusosuus, jossa kuulokkeista kuuluisi peräkkäin a- ja i- foneemit, joita vastaavat kirjaimet ilmestyisivät yhtäaikaaisesti ruudulle. Tämän jälkeen kirjaimet sisältävät pallot yhdistyisivät AI- tavuksi ja kuulokkeista kuuluisi vastaava tavu äännettynä.

Lapset pelasivat tutkimuksessa Ekapeli 1.1:ä itsenäisesti ja he valitsivat itse, millä tasolla pelasivat aiemmat tasot läpäistyään. Vaikuttaa siltä, että osa lapsista ei osaa arvioida omia kykyjään realistisesti, vaan he pelaavat tasoilla, jotka eivät vastaa heidän kykyjään. Lapsen tehdessä toistuvasti virheitä vaikeammalla tasolla, peli voisi palauttaa lapsen suhteellisen huomaamattomasti helpommalle tasolle. Ongelman voisi korjata pelin tulevissa versioissa myös muuntamalla koko pelin adaptiivisen logiikan sellaiseksi, että peli lisäisi kysyttävien ärsykkeiden määrää liukuvasti. Lapsen saavutettua tietyn osaamiskriteerin aiemmin kysytyissä osioissa, peli lisäisi pikkuhiljaa ärsykkeiden määrää ilman selkeitä tasonvaihtoja. Tämä mahdollistaisi myös lapsen totuttamisen tavuihin ja sanoihin pikkuhiljaa perustaitojen edettyä tarpeeksi pitkälle.

Tutkimuksessa Ekapeli 1.1:n pelaaminen perustui vapaaehtoisuuteen. Adaptaatioissa ilmenneistä ongelmista huolimatta monet lapset ovat kokeneet pelaamisen myönteisenä, sillä he jaksoivat pelata peliä päivästä toiseen. Osa päiväkotilapsista oli kuitenkin pelannut runsaasti muita tietokonepelejä ja heille Ekapeli 1.1:n graafinen ulkoasu ei ilmeisesti tarjonnut tarpeeksi virikkeitä.

Staatsin (1968) mukaan oppiminen on kontekstiriippuvaista; mikäli jokin ärsyke opitaan toistojen kautta tietyssä ympäristössä, sitä ei osata yhtä hyvin toisessa. Pelissä opittujen taitojen yleistymistä pelikontekstin ulkopuolelle (transfervaikutusta) ei ole tutkittu tässä tutkimuksessa. Aiemmissä tutkimuksissa on havaittu, että osa pelissä harjoitelluista taidoista yleistyi pelitilanteen ulkopuolelle (Lehtonen, 2003; Liuha, 2004).

Tietokoneavusteisessa lukemisvalmiuksien harjoittamisessa opittujen taitojen yleistymistä harjoittelun ulkopuolisiin tilanteisiin voidaan lisätä harjoittelemalla taitoja monipuolisesti useassa kontekstissa, antamalla lasten päättää itse etenemisjärjestyksestä ja mahdollistamalla lapsen oma aktiivisuus (Larsen, 1995; Waern, 1990, 1991; Scardomalia, 1994). Tietokoneen avulla suoritettava lukemisvalmiuksien harjoittaminen vaikuttaa paljon helpommalta ja taloudellisemmalla, kuin esimerkiksi Yhdysvalloissa laajasti käytetty Reading Recovery – ohjelma (ks. Shanahan & Barr, 1995). Vaikka Reading Recovery painottaa samoja asioita kuin tietokoneavusteinen lukemisvalmiuksien harjoittaminen, niin muulla tavoin kuin tietokoneella suoritettava päivittäinen, lukemisvalmiuksia yksilöllisesti

harjoittava ohjelma tulee liian kalliiksi ja työlääksi joka suhteessa, eikä se myöskään motivoi lapsia yhtä vahvasti kuin tietokoneen avulla suoritettu oppiminen.

Tutkimuksen aikana tuli esiin useita asioita sekä lukutaidon oppimisen etenemisestä että tietokoneavusteisesta lukemisvalmiuksien harjoittamisesta. Jatkossa olisi mielenkiintoista perehtyä tarkemmin muistin, oppimisen ja lukemisvaikeuksien väliseen yhteyteen sekä tutkimuksessa käytetyn Oppimistestin kaltaisen oppimis- ja muistamiskykyä mittaavan tietokonepohjaisen testin sovellusmahdollisuuksiin. Osa tutkimuksen aikana sovelletuista teorioista, kuten Staatsin (1968) teoria lukutaidon oppimisesta ja lukemisvaikeuden alaryhmämallit, vaikuttavat käytännöllisiltä, minkä vuoksi niiden oletuksia olisi myös mielekäästä tutkia ajankohtaisemmin. Tutkimuksen perusteella voidaan sanoa, että lukemisvalmiuksien oppimisen etenemiseen adaptiivisen tietokonepelin pelaamisen aikana vaikuttavat lukuisat seikat, joiden monipuolinen havainnoiminen auttaa tunnistamaan oppimisen etenemisen yleisiä lainalaisuuksia sekä yksilöllisesti ilmenevää vaihtelua. Tietoa lukutaitojen oppimisen etenemisestä voidaan hyödyntää kehitettäessä monipuolisempia tietokonepohjaisia oppimisympäristöjä, joiden puolestaan voidaan toivoa osaltaan helpottavan lasten lukutaidon saavuttamista.

LÄHTEET

- Ahonen, T., Korhonen, T., Riita, T. Korkman, M. & Lyytinen (toim.) (1997). *Aivot ja oppiminen*. Jyväskylä: Atena.
- Ahonen, T. & Aro, T. (1999). Neurokognitiivisen tiedon soveltaminen kehityksen tukemiseen. Teoksessa Ahonen, T. & Aro, T. (toim.), *Oppimisvaikeudet: Kuntoutus ja opetus yksilöllisen kehityksen tukena*. (s.14-24). Jyväskylä: Atena.
- Ahvenainen, O., & Holopainen, E. (2005). Lukemis- ja kirjoittamisvaikeudet. Teoreettista taustaa ja opetuksen perusteita. Jyväskylä: Kirjapaino Oma Oy.
- Ahvenainen, O & Siirilä, P. (1977). *Suomen kielen kirjoitettavuudesta ja virheellisestä oikeinkirjoituksesta*. Erityisopettajakoulutuksen tutkimusraportteja, 17. Jyväskylän yliopistopaino.
- Alanko, A., & Nevalainen, M. (2004). *Lukemispeli ensiluokkalaisten kouluopetuksen tukena*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Almqvist, F. (2001). Tarkkaavaisuushäiriöt. Teoksessa Räsänen, E., Moilanen, I., Tamminen, T. & Almqvist, F. (toim.), *Lasten- ja nuorisopsykiatria*. Helsinki: Duodecim.
- Aro, M., & Wimmer, H. (2003). Learning to read: English in comparison to six more regular orthographies. *Applied Psycholinguistics*, 24, 619-634.
- Auravuo, S. (painossa). *Ekapeli - tietokonepelin hyödyllisyys lukuvalmiuksien osaamisen automatisoitumisessa*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Baddeley, A.D. (1987). *Working memory*. Oxford: Clarendon.
- Baddeley, A.D. (1997). *Human memory: Theory and practice*, 2.painos. Hove: Psychology Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. Teoksessa Bower, B. (toim.), *The psychology of learning and motivation*, 8. painos. New York: Academic Press.
- Bakker, D.J. (1989). Boosting the dyslexic brain. Teoksessa Bakker D.J. & Van der Vlugt, H. (toim.), *Learning disabilities, Vol 1: Neuropsychological correlates and treatment*. Netherlands: Swets & Zeitlinger.

- Bakker, D.J. (1990). *Neuropsychological Treatment of Dyslexia*. London: Oxford University Press.
- Bakker, D.J. (1992). Neuropsychological classification and treatment of dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 25, 102-109.
- Bakker, D.J. (1994). Dyslexia and the ecological brain. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 16, 734-743.
- Barber, M.A., Milich, R. & Welsh, R. (1996). Effects of reinforcement schedule and task difficulty on the performance of attention deficit hyperactivity disorder and control boys. *Journal of Clinical Child Psychology*, 25, 66-76.
- Barkley, R.A. (1981). *Hyperactive children: A Handbook for diagnosis and treatment*. New York: Guilford Press.
- Barkley, R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- Björn, H. (2005). *Lukemaanoppimispeli kuntoutuksen välineenä – Oppimisen kannalta oleellisia pelaamiseen liittyviä tekijöitä*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Boekaerts, M. & Leiden, U. (2001). Context sensitivity: Activated motivational beliefs, current concerns and emotional arousal. Teoksessa Volet, S. & Järvelä, S. (toim.), *Motivation in learning contexts* (s.17-32) . Elmsford US: Pergamon Press.
- Bradley, V.A., Welch, J.L. & Skilbeck, C.E. (1993). *Cognitive retraining using microcomputers, brain damage, behaviour and cognitive series*. Hove UK: Erlbaum.
- Brady, S. (1986). Short-term memory, phonological processing and reading ability. *Annals of dyslexia*, 36, 138-153.
- Brady, S. (1991). The role of working memory in reading disability. Teoksessa Brady, S. & Shankweiler, D. (toim.). *Phonological Processes in Literacy: A Tribute to Isabelle Y. Liberman*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Broberg, A. (1997). *Cognitive Tools for Learning*. Umeå University, Department of Computing Science. Lisensiaatintyö.
- Bus, A.G. & van IJzendoorn, M. H. (1999). Phonological awareness and early reading: A meta-analysis of experimental training studies. *Journal of Educational Psychology*, 91, 403-414.

- Carlson, C.L., Mann, M. & Alexander (2000). Effects of reward and response cost on the performance and motivation of children with AD/HD. *Cognitive Therapy and Research*, 24, 87-98.
- Carlson, C.L. & Tamm, L.(2000). Responsiveness of children with attention deficit-hyperactivity disorder to reward and response cost: Differential impact on performance and motivation. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 68, 73-83.
- Chall, J.S. (1983). *Stages of Reading Development*. New York: McGraw Hill.
- Daum, I. & Schugens, M.M. (1995). Classical conditioning after brain lesions in humans: The contribution to neuropsychology. *Journal on Psychophysiology*, 9 (2), 109-118.
- Ehri, L. C., Nunes, S. R., Willows, D. M., Schuster, B. V., Yaghoub-Zadeh, Z. & Shanahan, T. (2001). Phonemic awareness instruction helps children learn to read: Evidence from the National Reading Panel's meta-analysis. *Reading Research Quarterly*, 36(3), 250-287.
- Ellis, A., Franklin, W.S. & Crerar, A. (1994). Cognitive neuropsychology and the remediation of disorders of spoken language. Teoksessa Riddoch, M.J. & Humphreys, G. W. (toim.), *Cognitive neuropsychology and cognitive rehabilitation* (s. 287-315). Hove: Erlbaum.
- Gabrieli, J.D.E. (1998). Cognitive neuroscience of human memory. *Annual Review of Psychology*, 49, 87-115.
- Gathercole, S. & Baddeley, A. (1993). *Working Memory and Language*. Hove: Erlbaum.
- Gottfried, J.A. & Dolan, R.J. (2004). Human orbitofrontal cortex mediates extinction learning while accessing conditioned responses of value. *Nature Neuroscience*, 7 (10), 1144-1152.
- Guttorm, T. K., Leppänen, P. H. T., Richardson, U. & Lyytinen, H. (2001). Event-related potentials and consonant differentiation in newborns with familial risk for dyslexia. *Journal of Learning Disabilities*, 34, 534-544.
- Haapasalo, S., Byring, R. & Metsänen, P. (1991). *Erytyisluokan oppilas. Mukautettuun ja vammautuneiden opetukseen osallistuneiden nuorten kuntoutustutkimus*. Tutkimuksia (28). Helsinki: Kuntoutussäätiö.

- Haenlein, M. & Caul, W.F. (1987). Attention deficit disorder with hyperactivity: A specific hypothesis of reward dysfunction. *Journal of the Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 26, 356-362.
- Hatcher, P. J., Hulme, C. & Snowling, M. J. (2004). Explicit phoneme training combined with phonic reading instruction helps young children at risk of reading failure. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 338-358.
- Johnson, R.S. (1993). The role of memory in learning to read, write and spell: A review of recent research. Teoksessa Davies, G.M. & Logie, R.H. (toim.) *Memory in everyday life* (s.59-77). Amsterdam: Elsevier Science.
- Karlsson, F. (1983). *Suomen peruskielioppi*. Helsinki: Suomalaisen kirjallisuuden seura.
- Karlsson, F. (1994). *Yleinen kielitiede*. Helsinki: Yliopistopaino.
- Klaavuniemi, J. (2005). *Lukemisvalmiuksien kehittymien 5–6 -vuotiailla lapsilla itsenäisen tietokonepohjaisen harjoittelun avulla*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Kramer, J.H., Knee, K. & Delis, D.C. (2000). Verbal memory impairments in dyslexia. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 15, 83-93.
- Larsen, S. (1995). What is “quality” in the use of technology for children with learning disabilities. *Learning disability Quarterly*, 18, 118-130.
- Lehtonen, I. (2003). *Kirjain-äännevastaavuuksien ja tavujen oppiminen tietokonepelin avulla. Tapaustutkimus kuudesta kuusivuotiaasta lapsesta*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Lepola, J., Salonen, P. & Vauras, M. (2000). The development of motivational orientations as a function of divergent reading careers from pre-school to the second grade. *Learning and Instruction*, 10 (2), 153-177.
- Liuha, S (2004) *Tietokoneavusteisen pelin vaikutus kirjain-äännevastaavuuksien sekä tavujen oppimiseen: tapaustutkimus viidestä esikouluikäisestä pojasta*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian Pro gradu –tutkielma.
- Lovett, M.W. (1987). A developmental approach to reading disability: Accuracy and speed criteria of normal and deficient reading skill. *Child Development*, 58 (1), 234-260.
- Lovett, M.W., Borden, S.L., Deluca, T., Lacerenza, L., Benson, N.J. & Brackstone, D. (1994). Treating the core deficits of developmental dyslexia: Evidence on transfer of

learning after phonologically- and strategy –based reading training programs.

Developmental Psychology, 30 (6), 805-822.

- Lyytinen, H. (2004). Tietokonepeli laadukkaana ja viihdyttävänä perustaitojen oppimisympäristönä. Teoksessa Kankaanranta, M., Neittaanmäki, P. & Häkkinen, P. (toim.), *Digitaalisten pelien maailmoja* (s. 165-172). Jyväskylän yliopisto: Koulutuksen tutkimuslaitos ja Agora Center.
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Eklund, K., Guttorm, T. K., Laakso, M-L., Leppänen, P. H. T., Lyytinen, P., Poikkeus, A-M., Puolakanaho, A., Richardson, U. & Viholainen, H. (2001). Developmental Pathways of Children With and Without Familial Risk for Dyslexia During the First Years of Life. *Developmental Neuropsychology*, 20 (2), 535-554.
- Lyytinen, H., Ahonen, T., Korhonen, T., Korkman, M. & Riita, T. (toim.) (2002). *Oppimisvaikeudet: Neuropsykologinen näkökulma* (2.painos) (s.43-95). Juva: WSOY.
- Lyytinen, H., Aro, M., Holopainen, L., Leiwo, M., Lyytinen, P., & Tolvanen, A. (2005). Children's language development and reading acquisition in a highly transparent orthography. Teoksessa R. M. Joshi & P. G. Aaron (toim.). *Handbook of orthography and literacy* (s. 47-62). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lyytinen, H., Eklund, K., Erskine, J., Guttorm, T., Laakso, M-L., Leppänen, P., Lyytinen, P., Poikkeus, A-M., Richardson, U., & Torppa, M. (2004). The development of children at familial risk for dyslexia: birth to school age. *Annals of dyslexia*, 54 (2), 184-220.
- Lyytinen, H., Leinonen, S., Nikula, M., Aro, M. & Leiwo, M. (1995). In search of the core features of dyslexia – Observations concerning dyslexia in the orthographically highly regular Finnish language. Teoksessa Berninger, V.W. (toim.), *The varieties of orthographic knowledge I I: Relationships to phonology, reading and writing*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Lyytinen, H., Leppänen, P.H.T. & Guttorm, T.K. (2003). Näkymiä suomalaislasten lukivaikeuksiin –lähtökohtana psykofysiologiset havainnot. *Psykologia*, 38 (4), 230-254.

- Lyytinen, H., Ronimus, M., Alanko, A., Taanila, M., & Poikkeus, A-M. (painossa). Early identification and prevention of problems in reading acquisition. Invited article for the Special issue edited by John Stein. *Reading and Writing: An interdisciplinary Journal*.
- Lyytinen, P. (1999). Kielellisten vaikeuksien varhaisia ennusmerkkejä. Teoksessa Ahonen, T. & Aro, T. (toim.), *Oppimisvaikeudet: Kuntoutus ja opetus yksilöllisen kehityksen tukena* (s.212-229). Jyväskylä: Atena.
- Magoulas, G.D., Papanikolaou, K. & Grogoriadou, M. (2003). Adaptive web-based learning: accommodating individual differences through system's adaptation. *British Journal of Educational Technology*, 34(4), 511-527.
- Matilainen, K. (1989). *Kirjoitustaidon kehittyminen neljän ensimmäisen kouluvuoden aikana*. Joensuun yliopisto, Kasvatustieteellisiä julkaisuja n:o 9.
- McDougall, S., Hulme, C., Ellis, A. & Monk, A. (1994). Learning to read: the role of short-term memory and phonological skills. *Journal of Experimental Child Psychology*, 58 (1), 112-133.
- McLnerney, R.J. & Kerns, K.A. (2003). Time reproduction in children with ADHD: Motivation matters. *Child Neuropsychology*, 9 (2), 91-108.
- Miettinen, R. (1984). *Kognitiivisen oppimisnäkömyksen tausta*. Helsinki: Valtion painatuskeskus: Julkaisusarja B nro 24.
- Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes. An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. London: Oxford University Press.
- Ponsila, M-L. (1998). Fonologisten taitojen yhteys lukemaan ja kirjoittamaan oppimiseen. Teoksessa K. Launonen & A-M. Korpijaakko-Huuhka (toim.), *Kommunikoinnin häiriöt: syitä, ilmenemismuotoja ja kuntoutuksen perusteita* (2. painos) (s. 77-94). Helsingin yliopisto, Lahden tutkimus- ja koulutuskeskus.
- Porpodas, C.D. (1999). Patterns of phonological and memory processing in beginning readers and spellers of Greek. *Journal of Learning Disabilities*, 32 (5), 406-418.
- Poskiparta, E., Niemi, P., Lepola, J., Ahtola, A., Laine, P. (2003). Motivational-emotional vulnerability and difficulties in learning to read and spell. *British Journal of Educational Psychology*, 73 (2), 187-206.
- Posner, M.I. & Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. Teoksessa Bouma, H. & Bouwhuis, D. (toim.), *Attention and Performance*, 10.painos. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Scarborough, H. S. (1990). Very early language deficits in dyslexic children. *Child Development*, 61, 1728-1743.
- Scardomalia, M., Bereiter, C. & Lamon, M. (1994). The CSILE project: Trying to bring the classroom into World 3. Teoksessa McGilly, K. (toim.), *Classroom lessons; integrating cognitive theory & classroom* (s.201-228). Cambridge: Mit Press.
- Seymour, P. H. K., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in European orthographies. *British Journal of Psychology*, 94, 143-174.
- Shanahan, T. & Barr, R. (1995). Reading Recovery: An independent evaluation of the effects of an early instructional intervention for at-risk learners. *Reading Research Quarterly*, 30 (4), 958-996.
- Skinner, B. F. (1938). *The Behavior of organisms*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Shanahan, T. & Barr, R. (1995). Reading Recovery: An independent evaluation of the effects of an early intervention for at-risk learners. *Reading Research Quarterly*, 30 (4), 958-996.
- Skinner, B.F. (1938). *The behavior of organisms: an experimental analysis*. Oxford: Appleton-Century.
- Skinner, B. F. (1953). *Science and human behavior*. New York: MacMillan.
- Smith, E., Nolen-Hoeksema, S., Fredrickson, B., Loftus, G., Bem, D., & Maren, S. (toim.) (2003). *Atkinson & Hilgard's Introduction to Psychology* (14. painos). Belmont, CA : Wadsworth/Thomson
- Staats, A.W. (1968). *Learning, Language and Cognition: Theory, research and method for the study of human behaviour and its development*. New York: Holt, Rinehart & Winston
- Syrjälä, P., & Lyytinen, H. (2004). Tietokonepelin käyttö lukemaan oppimisen tukena esi- ja alkuopetuksessa. Teoksessa L. Launonen & L. Pulkkinen (toim.), *Koulu kasvuyhteisönä – kohti uutta toimintakulttuuria* (s.122-130). Jyväskylä: PS-kustannus.
- Taanila, M. (2004). *Tietokonepeli lukutaidon perusteiden oppimisympäristönä esikouluiässä*. Jyväskylän yliopisto. Psykologian pro gradu -tutkielma.
- Tijms, J. (2004a). A process-oriented evaluation of a computerised treatment for dysleksia. *Educational Psychology*, 24(6), 767-789.

- Tijms, J. (2004b). Verbal memory and phonological processing in dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 27 (3), 300-310.
- Tijms, J., Hoeks, J. J. W. M., Paulussen-Hoogeboom, M. C. & Smolenaars, A. J. (2003). Long-term effects of a psycholinguistic treatment for dyslexia. *Journal of Research in Reading*, 26(2), 121-140.
- Van den Bosch, K. (1991). *Poor readers's decoding skills: Effects of training, task, and word characteristics*. Doctoral dissertation, University of Nijmegen, The Netherlands.
- Van Daal, V. H. P. & Reitsma, P. (2000). Computer assisted learning to read and spell: Results from two pilot studies. *Journal of Research in Reading*, 23, 181-193.
- Van Daal, V. H. P. & Van der Leij, A. (1992). Computer-based reading and spelling practise for children with learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 25(3), 186-195.
- Van der Leij, A., Lyytinen, H. & Zwarts, F. (2001). The study of infant cognitive processes in dyslexia. Teoksessa A. Fawcett & R.I. Nicolson (toim.), *Dyslexia: Theory and good practice* (s.160-181). London: Whurr.
- Waern, Y. (1990): *Cognitive Aspects of Computer Supported Tasks*. Chichester: Wiley and Sons.
- Waern, Y. (1991). Cognitive Science and its Applications for Human-Computer Interaction. *International Journal of Man-Machine Studies*, 35 (6), 927-933.
- Wentink, H. W. M. J., van Bon, W. H. J. & Schreuder, R. (1997). Training of poor readers' phonological decoding skills: Evidence for syllable-bound processing. *Reading and Writing*, 9, 163-192.

LIITE 1.

TAULUKKO 1. Jyväskylän ja Kuusankosken päiväkotien lapsille tehdyt ryhmätestit tunnuslukuineen.

Testi	Ryhmä	KA	SD	Vaihteluväli
Jeppe-jänis äänteet (max 19*)	kaikki (N=122)	16,54	3,43	3 – 19
	5-vuotiaat (n=24)	14,13	4,40	3 – 19
	6-vuotiaat (n=98)	17,10	2,90	5 – 19
Jeppe-jänis tavut (max 4*)	kaikki (N=122)	1,76	1,32	0 – 4
	5-vuotiaat (n=24)	0,92	1,10	0 – 4
	6-vuotiaat (n=98)	1,96	1,29	0 – 4
Fono (max 13*)	kaikki (N=122)	9,66	2,40	2 – 13
	5-vuotiaat (n=24)	8,33	2,60	2 - 12
	6-vuotiaat (n=98)	9,96	2,24	2 - 13
Panda (max 5*)	kaikki (N=122)	2,44	1,78	0 – 5
	5-vuotiaat (n=24)	1,29	1,53	0 – 5
	6-vuotiaat (n=98)	2,70	1,72	0 – 5
Ryhmätestien yhteiskeskisarvot				
	5-vuotiaat (n=24)	6,17	1,80	3,50 – 9,88
	6-vuotiaat (n=98)	7,98	1,67	2,25 – 10,25

* Testikohtainen maksimipistemäärä

LIITE 2.

TAULUKKO 2. Ikäryhmittäin alimmalle 50 % sekä niille lapsille, joilla on raportoitu suvussa esiintyvän lukivaikeutta tehdyt yksilötestit tunnuslukuineen.

Testi	Ryhmä	KA	SD	Vaihteluväli
Kirjainkortit (max 23)	kaikki	16,67	5,96	2 – 23
	5-vuotiaat	11,07	6,62	2 – 20
	6-vuotiaat	18,12	4,87	5 – 23
Common Unit (max 18)	kaikki	3,97	3,42	0 – 12,50
	5-vuotiaat	1,96	2,34	0 – 6,50
	6-vuotiaat	4,49	3,48	0 – 12,50
Yksilötestien KA (max 20,50)	kaikki	10,32	4,01	1 – 16,75
	5-vuotiaat	6,52	3,50	1 – 11,25
	6-vuotiaat	11,31	3,64	3 – 16,75
Kaikki N 68 5-vuotiaat n=14 6-vuotiaat n=54				

TAULUKKO 3. Tarkemman tarkastelun kohteena olleiden lasten ryhmä- ja yksilötestausten yhteiskeskisarvot ikäryhmittäin.

Ryhmä	KA	SD	Vaihteluväli
5-vuotiaat	5,83	2,24	2,88 – 9,44
6-Vuotiaat	9,01	2,43	3,13 – 12,44

LIITE 3.

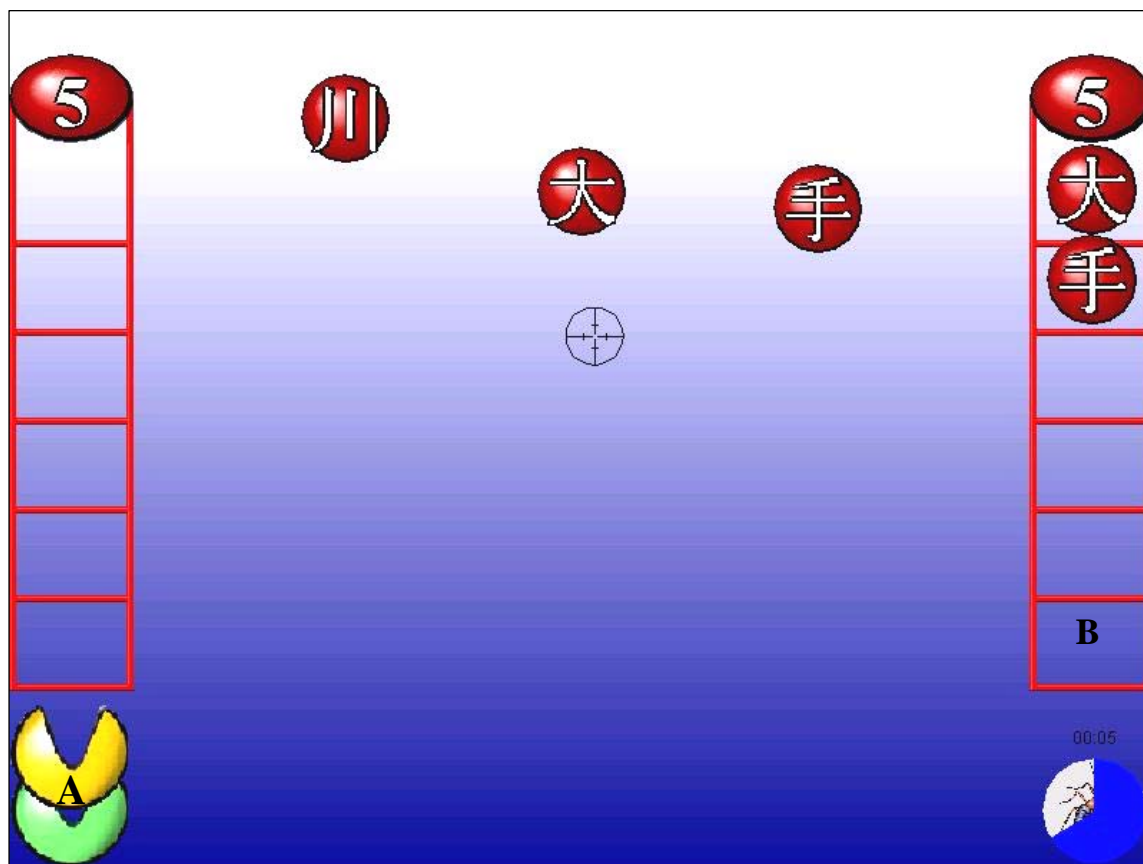
TAULUKKO 4. Jyväskylän lähikuntien tutkimukseen osallistuneiden päiväkotien erityisen lukemisharjoittelun tarpeessa oleville esikoululaisille tehtyjen testien tunnusluvut.

Testi	KA	SD	Vaihteluväli
Fono (max 13*)	9,17	1,34	7 – 11
Common Unit (max 18*)	5,71	3,53	0 - 11
Panda (max 5*)	1,79	1,08	0,50 – 3,50
Kirjainkorttien kirjaimet (max 23*)	17,13	4,39	12 - 22
Kirjainkorttien äänteet (max 23*)	9,83	6,24	0 - 21

N=12

* Testikohtainen maksimipistemäärä.

LIITE 4.



KUVIO 1. Oppimistestin hiragana-merkit
 A Kilpapelaja
 B Palkintohyllykö