



Interaktiiviset valkotaulut opetuskäytössä

Tero Pääkkönen

Opinnäytetyö
Joulukuu 2010
Tietotekniikan koulutusohjelma
Tietoliikennetekniikka
Tampereen ammattikorkeakoulu

Tekijä: Tero Pääkkönen
Työn nimi: Interaktiiviset valkotaulut opetuskäytössä
Valmistumisaika: Joulukuu 2010
Sivumäärä: 27 sivua
Työn ohjaaja: Yliopettaja Jorma Punju
Työn tilaaja: Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tämän työn tarkoituksena oli kuvata interaktiivisten valkotaulujen käyttöä ja ominaisuuksia opetuskäytössä. Interaktiiviseksi valkotauluksi kutsutaan järjestelmää, jossa on tyypillisesti yhdistettynä tietokone, dataprojektori ja valkotaulu liikkeentunnistustekniikalla. Tällöin laitteisto asennetaan paikalleen kiinteästi. Interaktiivisen valkotaulun toimintaperiaatteena on heijastaa tietokoneen näyttö valkotaululle, joka toimii suurena kosketusnäyttönä. Valkotaulun käytetyimmät liikkeentunnistustekniikat ovat resistiivinen tekniikka ja sähkömagneettinen tekniikka. Interaktiivinen valkotaulujärjestelmä voi olla myös liikuteltava, jolloin interaktiivinen valkotaulu voi olla mikä tahansa tasainen pinta. Liikuteltavan valkotaulun liikkeentunnistustekniikka sijaitsee pienessä vastaanottimessa, joka sijoitetaan tasaisen pinnan reunalle. Liikuteltavissa interaktiivisissa valkotauluissa liikkeentunnistustekniikkana käytetään ultraäänitekniikkaa, optisia tekniikoita tai useaa tekniikkaa yhdistäviä tekniikoita. Laser- ja infrapunatekniikka ovat optisia tekniikoita. Dataprojektorina voidaan käyttää etu- tai takaprojektorita. Etuprojektori sijaitsee 3 - 5 metriä valkotaulun etupuolella. Etuprojektorin kanssa taululle muodostuu opettaessa varjo ja tämän ongelman takia on kehitetty Short-Throw- ja Ultra-Short-Throw-projektorit, jotka sijoitetaan lähemmäksi valkotaulua, jolloin varjo-ongelmaa ei synny. Takaprojektori sijaitsee nimestäkin päätellen valkotaulun takana.

Interaktiivinen valkotaulu kehitettiin alun perin toimistokäyttöön 90-luvun alussa. Opetuskäytössä laitteet yleistyivät maailmalla vuosien 2005–2006 aikana, mutta Suomeen laitteet tulivat muutaman vuoden viiveellä ja ovat jo paikoin syrjäyttämässä liitu- ja tussitaulut. Interaktiivisista valkotauluista koulujen opetuksessa hyötyvät niin opettajat kuin oppilaatkin. Suurimpana hyötynä opetuksessa pidetään interaktiivisen valkotaulun oppilaita aktivoivaa vaikutusta. Interaktiivisten valkotaulujen yksi ongelma on opettajille annettavan koulutuksen vähäisyys, jolloin taulujen kaikkia mahdollisuuksia ei saada hyödynnettyä. Tämän potentiaalin esiin kaivamiseksi tarvitaan myös sähköisiä opetusmateriaaleja, joita on tarjolla vapaasti internetissä. Valmiita opetusmateriaaleja tekevät laitevalmistajat ja kustantajat. Tärkein materiaalin lähde on edelleen opettaja itse.

Avainsanat

Interaktiivinen valkotaulu, IVT, kosketusnäyttö, opetusteknologia

Writer: Tero Pääkkönen
Theses: Interactive whiteboards in teaching
Graduation time: December 2010
Pages: 27 pages
Theses supervisor: Senior Lecturer Jorma Punju
Co-operating company: Tampere University of Applied Sciences

ABSTRACT

The aim of this work was to describe the use and qualities of interactive whiteboards in the field of education. An interactive whiteboard system typically consists of a personal computer, data projector and a whiteboard equipped with a motion detection technology. The typical interactive whiteboard system is fitted in the classroom. The interactive whiteboard projects the image of the computer screen on the whiteboard, which serves as a large touch screen. The most prevalent motion detection techniques are the resistive technology and the electromagnetic technology. The interactive whiteboard system might as well be mobile, in which case any flat surface can serve as a whiteboard. Mobile interactive whiteboards use the ultrasonic technologies, optic technologies or combination of different technologies for motion detecting. Optic technologies include laser technologies and infrared technologies. The data projector of the interactive whiteboard system may be front or rear projector. The front projector is situated 3 to 5 meters in front of the whiteboard. The front projector creates a shadow on the whiteboard whilst teaching. To overcome this drawback Short-Throw and Ultra-Short-Throw projectors were created. These projectors are installed closer to the whiteboard which removes the shadow. The rear projector is situated behind of the projector.

The interactive whiteboard system was originally created for office use in the mid 90s, but the use spread into classrooms during 2005-2006. In Finland the interactive whiteboards became common a few years later and they are now replacing traditional whiteboards and chalkboards. The interactive whiteboard is advantageous in education for both student and the teacher. The greatest benefit of the whiteboard is said to be the activating effect that the board has relative to the student. One difficulty regarding the interactive whiteboards is the lack of the training available for the teachers using the system which hinders the opportunity to use the whiteboard to its full potential. In order to efficiently use the device, one must look into electronic educational material provided freely in the internet. The manufacturers and publishers are also offering educational material. However, the most salient material provider still is the teacher him or herself.

Keywords Interactive whiteboard, IWB, touch screen, educational technology

ESIPUHE

Interaktiiviset valkotaulut ovat yleistymässä opetuskäytössä Suomessa ja niiden puolesta ja vastaan on keskusteltu kiivaasti eri medioissa. Interaktiiviset valkotaulut ovat monelle opettajalle ja oppilaalle vielä vieras opetusväline, mutta seuraaville sukupolville niiden käyttö saattaa olla itsestäänselvyys.

Kiitokset tämän työn valmistumisesta kuuluvat työn ohjaajalle Yliopettaja Jorma Punjulle.

Tampereella 7.12.2010

Tero Pääkkönen

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	6
1.1 Interaktiivinen valkotaulu.....	6
1.2 Tauluista käytettävät nimitykset.....	6
1.3 Interaktiivisten valkotaulujen historia	7
2 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN LIIKKEENTUNNISTUSTEKNIIKAT	8
2.1 Resistiivinen tekniikka	8
2.2 Sähkömagneettinen tekniikka.....	9
2.3 Kapasitiivinen tekniikka.....	10
2.4 Infrapuna-optinen tekniikka	10
2.5 Laser-optinen tekniikka.....	10
2.6 Ultraäänitekniikka	11
2.7 Infrapuna- ja ultraäänitekniikka	11
3 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN PROJEKTORIT	12
3.1 Etuprojektori.....	12
3.2 ST- ja UST-projektori	12
3.3 Takaprojektori	13
4 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN VALMISTAJAT	13
4.1 Smart Technologies - SMART Board	14
4.2 Promethean - ActivBoard	15
4.3 Luidia – eBeam	16
4.4 Dymo – MimioTeach	17
5 INTERAKTIIVISET VALKOTAULUT OPETUSKÄYTÖSSÄ	17
5.1 Interaktiivisten valkotaulujen opetusmateriaalit	18
5.2 Interaktiivisten valkotaulujen hyödyt kouluissa.....	19
5.3 Interaktiivisten valkotaulujen ongelmat	21
6 YHTEENVETO	22
LÄHDELUETTELO	23

1 JOHDANTO

1.1 Interaktiivinen valkotaulu

Interaktiivinen valkotaulu on järjestelmä, jossa on yhdistettynä tietokone, dataprojektori ja valkotaulu. Tietokone kytketään dataprojektoriin, jolla heijastetaan tietokoneen näyttö valkotaululle, joka toimii suurena kosketusnäyttönä. Interaktiivista valkotaulua ei käytetä hiiren avulla kuten tietokonetta, vaan hiiren sijasta käytetään valkotaulun valmistajasta riippuen joko käyttäjän sormea tai tarkoitukseen suunniteltua kynää.

Interaktiivisia valkotauluja voidaan hyödyntää monella eri tavalla eri tilanteissa. Kun ennen on käytetty tussitaulua, liitutaulua, lehtiötaulua tai muuta esitysalustaa, voidaan nyt käyttää interaktiivista valkotaulua. Interaktiivisia valkotauluja käytetään jo ryhmämuotoisissa tapaamisissa, kuten kokouksissa ja opetuksessa, kun taululla olevaa tietoa tulee pystyä joustavasti muokkaamaan. Varsinkin koulujen opetusvälineenä interaktiiviset valkotaulut ovat syrjäyttämässä muita tauluja. /3/

Koulujen opetuksessa interaktiivisen valkotaulun avulla opettaja ja oppilaat voivat yhdistää tietokoneen tarjoamat mahdollisuudet ja perinteisen taululla työskentelyn. Valkotaululla voidaan käyttää kaikkia ohjelmia, joita tietokoneellakin voidaan käyttää. Laite soveltuu kaikkiin koulussa opetettaviin aineisiin ja sen avulla voidaan ottaa käyttöön sähköisessä muodossa olevia opetusmateriaaleja nopeasti ja tehokkaasti.

1.2 Tauluista käytettävät nimitykset

Interaktiivisista valkotauluista käytetään useita eri nimityksiä. Englannin kielessä on vakiintunut termi *Interactive Whiteboard* ja sen lyhennettä IWB käytetään yleisesti. Suomessa laitteet ovat vasta yleistymässä ja vakiintunutta suomenkielistä nimitystä ei vielä ole.

Interaktiivinen valkotaulu on Suomessa yleisimmin käytetty termi ja myös lyhennettä IVT on käytetty. Eri valmistajien tuotteet eroavat toiminnoiltaan paljon ja myös valmistajien laitteista käyttämät nimet eroavat toisistaan. Smart Technologiesin käyttämä nimi SMART Board -laitteistolleen on interaktiivinen taulu. Aktiivitaulu-nimitystä käyttää ActivBoardin valmistaja Promethean. Dymon valmistamaa Mimio -

laitetta esitellään sitä maahantuovan Suomen koulupalvelu Oy:n kotisivuilla kahdella nimellä, sekä aktiivitaulu että interaktiivinen valkotaulu.

Lehtikirjoituksissa ja arkisessa kielenkäytössä käytetään edellä mainittujen termien lisäksi myös muita laitetta kuvaavia sanoja kuten, älytaulu, esitystaulu, interaktiivinen tussitaulu ja interaktiivinen taulujärjestelmä.

Selkeyden vuoksi tässä työssä käytetään kaikkien valmistajien kaikista laitteista yhtenäistä nimitystä interaktiivinen valkotaulu.

1.3 Interaktiivisten valkotaulujen historia

Interaktiivisten valkotaulujen kehityksen voidaan ajatella alkaneen 1990-luvun alussa. Ensimmäinen interaktiivinen valkotaulu kehitettiin Xerox Palo Alto Research Centerissä (Xerox PARC) toimistokäyttöön vuonna 1990. Liveboard-niminen laite oli toteutettu optisella liikkeentunnistustekniikalla ja kuva heijastettiin näytölle laitteen takaa takaprojektorilla peilejä hyväksi käyttäen. Nykyisiä laitteita voidaan pitää Liveboardin seuraajina. /4/

Smart Technologiesin SMART Board julkaistiin vuonna 1991. Ensimmäinen SMART Board oli käytännössä tietokone liitettynä kosketusnäyttöön. SMART Boardin idea herätti kiinnostusta ja mikroprosessorien valmistuksesta tunnettu Intel ryhtyi rahoittamaan tuotteen kehittelyä 1992. /5/

SMART Boardille syntyi runsaasti kilpailijoita 1990-luvun lopussa, jolloin julkaistiin muun muassa Virtual Ink-yhtiön interaktiivinen valkotaulu Mimio, jota valmistaa ja kehittää tänä päivänä Dymo /6/. Myöhemmin markkinoille tulleista interaktiivisista valkotauluista on menestynyt Prometheanin ActivBoard /7/ sekä Luidian nykyisin omistama eBeam, jonka kehittivät EFI:n (Electronics for Imaging Inc.) insinöörit /8/.

Interaktiiviset valkotaulut yleistyivät kouluissa 2000-luvun ensimmäisen vuosikymmenen puolessa välissä. Isossa-Britanniassa valtio tuki peruskouluja interaktiivisten valkotaulujen hankinnoissa vuosina 2003 ja 2004 merkittävällä summalla, mikä vauhditti niiden yleistymistä maassa. /9/

Future Source -konsultointiyrityksen mukaan vuonna 2008 maailmassa myytiin melkein 600 000 interaktiivista valkotaulua. Myynti on kasvanut tasaisesti: vuonna 2009 interaktiivisia valkotauluja myytiin yli miljardilla dollarilla (USD) ja kappalemäärälläänkin mitattuna myynti kasvoi 150 000 edelliseen vuoteen verrattuna. Laitteiden vuosimyyntiin oletetaan saavuttavan miljoonan kappaleen rajan vuonna 2010, mistä kasvun ennustetaan edelleenkin jatkuvan. Future Sourcen konsultti Colin Messengerin mukaan vuonna 2013 kuudesosassa koululuokista tulee olemaan interaktiivinen valkotaulu ja myynti tulee ylittämään kahden miljardin dollarin rajan. Future Sourcen tutkimuksessa oli mukana 66 maata ja 31 miljoonaa koululuokkaa. /10/

2 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN LIIKKEENTUNNISTUSTEKNIIKAT

Interaktiivinen valkotaulu muodostuu tietokoneen, dataprojektorin ja itse taulun yhdistelmästä. Tietokoneen ja dataprojektorin ei tarvitse olla sen erikoisempia kuin jo useissa kouluissa käytettävät laitteet. Myös valkotaulu voi joidenkin valmistajien laitteiden kanssa olla tavallinen tussitaulu, mutta toisilla valmistajilla valkotaulu sisältää itsessään tekniikkaa ja kosketusnäyttöominaisuuden, joten tällöin ei perinteinen tussitaulu riitä. Interaktiivisen valkotaulun liikkeentunnistustekniikka voidaan toteuttaa usealla eri tavalla. Kaupallisesti menestyneimmät tekniikat ovat sähkömagneettinen ja resistiivinen tekniikka. Näiden lisäksi muita tekniikoita ovat kapasitiivinen ja ultraäänitekniikka sekä optiikkaa hyväksi käyttävät laser- ja infrapunatekniikat. /11/

2.1 Resistiivinen tekniikka

Resistiivinen tekniikka on toinen paljon käytetyistä interaktiivisten valkotaulujen toteutustavoista. Siinä valkotaulun pinta ei ole kova kuten perinteisissä valkotauluissa, vaan joustava (Kuvio 1), koska se on valmistettu johtavasta polyesteristä. Resistiivisiä valkotauluja kutsutaankin joskus pehmeiksi tauluiksi (*Soft board*). /12,13/

Valkotaulun muovipinnan alla on kaksi resistiivistä ja joustavaa pintaa, joiden välissä on hyvin ohut ilmarako. Resistiivisessä tekniikassa liikkeen paikannus tapahtuu, kun

taulun pintaa koskettaa ja nämä kaksi kerrosta koskettavat toisiaan. Pintojen välille syntyvän paineen avulla tietokone osaa paikantaa painalluskohdan. /14,12/

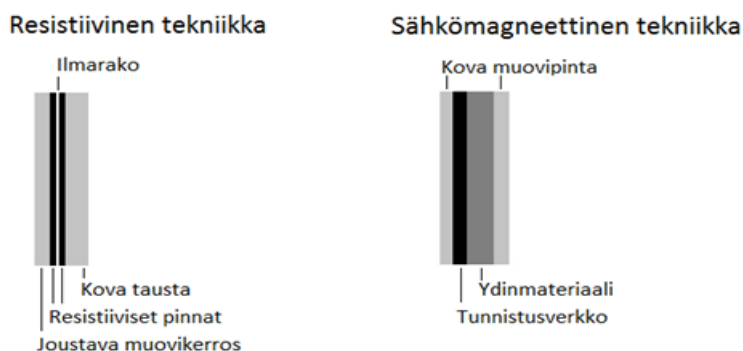
Resistiivisessä tekniikassa osoittimena voi käyttää lähes mitä tahansa mikä ei riko taulun pintaa. Tästä syystä resistiivisen tekniikan taulut ovat paljon käytettyjä alakouluissa, koska lapset voivat käyttää omia sormiaan osoittimina työskennellessään taululla. Resistiivisiä tauluja varten on myös kehitetty kyniä, joilla tauluun voidaan kirjoittaa ja piirtää eri väreillä. /11,15,16/

2.2 Sähkömagneettinen tekniikka

Toinen kaupallisesti menestyneistä tekniikoista on sähkömagneettinen tekniikka. Toisin kuin resistiivisessä tekniikassa, tässä tekniikassa taulun pinta on kovaa muovia kuten perinteisissä valkotauluissakin (Kuvio 1). /12/

Normaaleja tusseja ei voida kuitenkaan käyttää interaktiivisiin toimintoihin, vaan näitä toimintoja varten tarvitaan pattereilla toimivaa kynää, joka lähettää heikkoa sähkömagneettista kenttää. Taulun kovan muovipinnan alla on tunnistusverkko eli johdotettu kerros. Liikkeen paikannus tapahtuu kun sähkömagneettinen kynä aktivoi tunnistusverkosta painalluskohdan ja tämä paikannustieto lähetetään tietokoneelle. /14/

Kovan kirjoituspintansa ansiosta sähkömagneettiselle taululle kirjoittaminen on helppoa eikä eroa merkittävästi perinteiselle valkotaululle kirjoittamisesta. Kovan pinnan ansiosta sähkömagneettisen taulun käyttöikä on myös pitkä. /17/



Kuvio 1: Kahden eniten käytetyn interaktiivisen valkotaulun tunnistustekniikan poikkileikkaus. /18/

2.3 Kapasitiivinen tekniikka

Kapasitiivinen liikkeentunnistustekniikka on hyvin samakaltainen kuin sähkömagneettinen tekniikka. Tässä tekniikassakin paikannus tapahtuu johdotuksen ja kosketuksen vuorovaikutuksesta. Kun johdotettuun kerrokseen ei kosketeta, on kerroksen jännite tasainen koko valkotaulun alueelta. Kosketus taulun pintaan aiheuttaa jännitteen muutoksen johdotettuun kerrokseen ja paikannus tehdään sen mukaan.

/13,14/

Kapasitiivisen tekniikan ero sähkömagnettiseen tekniikkaan on johdotuksen sijainnissa. Sähkömagneettisessa tekniikassa johdotus on heti kirjoituspinnan alla, mutta kapasitiivisessä tekniikassa se on taulun takana. /14/

2.4 Infrapuna-optinen tekniikka

Infrapuna-optiset interaktiiviset valkotaulut käyttävät liikkeen paikantamiseen infrapunavaloa ja triangulaatio-algoritmia. Paikannustekniikassa triangulaatio tarkoittaa sitä että kahden eri mittauksen avulla voidaan määrittää valkotaululla tapahtuneen kosketuksen sijainti. /14,19/

Infrapuna-optista tekniikkaa käyttävissä valkotauluissa infrapunon havaitessa valkotaulun pinnalla liikkeen, ohjelma alkaa käsitellä tullutta tietoa ja triangulaatio-algoritmin avulla liikkeen paikka saadaan tietoon. Infrapuna-optisessa tekniikassa valkotaululla voidaan käyttää kirjoittamiseen mitä tahansa välinettä kuten sormea tai kynää. Myöskään valkotaulun materiaalilla ei ole merkitystä. Tauluna voi toimia esimerkiksi seinä. /14,20/

2.5 Laser-optinen tekniikka

Laseriin perustuva tekniikka on toimintaperiaatteiltaan samankaltainen infrapuna-optisen järjestelmän kanssa. Laser-optinen tekniikka hyödyntää infrapunalaser-skannereita ja triangulaatio-algoritmiä paikantaakseen kynän liikkeen taulun pinnalla. Infrapunalaser-skannerit on sijoitettu valkotaulun yläkulmiin, ja ne skannaavat

valkotaulun pintaa ja voivat näin paikantaa kynän liikkeit xy-koordinaatistolla triangulaatio-algoritmin avulla. /14,20/

Laser-optisessa tekniikassa valkotaulu on kovapintainen, joten se kestää hyvin kulutusta ja se on helppo puhdistaa. Taululle kirjoittaessa tulee käyttää laser-optisille tauluille sopivaa erityistä heijastavaa kynää. Näillä tarkoitukseen valmistetuilla kynillä laser-skannerin ja kynän vuorovaikutus on tehokas. /14/

2.6 Ultraäänitekniikka

Ultraäänitekniikkaa käyttävien valkotaulujen paikannuksen toiminta perustuu ultraääneen ja triangulaatio-algoritmiin. Ultraäänitekniikkaa käytettäessä valkotaulun kanssa käytetään kynää, joka painettaessa taulun pintaa vasten lähettää ultraäänisignaalin taulun pintaa pitkin. Taulun kaikilla kulmilla sijaitsevat mikrofonit vastaanottavat kynästä tulevan ultraäänen ja laskevat kynän sijainnin triangulaatio-algoritmin avulla. /14,20/

2.7 Infrapuna- ja ultraäänitekniikka

Infrapuna- ja ultraäänitekniikassa on yhdistetty kaksi tekniikkaa. Tekniikassa käytetään infrapuna- ja ultraäänivastaanottimia. Nämä vastaanottimet määrittävät taulun painalluskohdan kynän lähettämän infrapuna- ja ultraäänisignaalin perusteella. Ultraäänen ja infrapunasignaalin vastaanottavat kaksi lähetintä, jotka vertailevat vastaanottamiensa ultraäänen ja infrapunasignaalin saapumisaikoja, minkä jälkeen paikannus lasketaan triangulaatio-algoritmeilla.

Infrapuna- ja ultraäänitekniikassa voidaan käyttää joko tarkoitukseen suunniteltua kynää, jossa on lähetin, tai normaalia huopakynää, jonka päälle voidaan laittaa lähetin. Tekniikassa käytettävän infrapuna ja ultraäänivastaanottimen voi asentaa mille tahansa tasaiselle ja riittävän suurelle pinnalle, joten interaktiivinen taulu ei tarvitse välttämättä olla valkotaulu. /21/

3 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN PROJEKTORIT

Interaktiiviset valkotaulut voidaan jakaa kahteen ryhmään dataprojektorin sijainnin perusteella. Dataprojektorin paikka (Kuvio 2) voi olla joko valkotaulun takana (*takaprojektori*) tai etupuolella (*etuprojektori*). /14/

3.1 Etuprojektori

Etuprojektori tarkoittaa dataprojektorin sijoittamista valkotaulun etupuolelle. Suurin ongelma etuprojektorien käytössä ovat taululle muodostuvat varjot. Kun opettaja tai oppilas työskentelee taulun edessä, hän on dataprojektorin ja taulun välissä ja luo taululle varjon, joka voi häiritä opetusta.

Toinen etuprojektorin käyttöön liittyvä haaste on dataprojektorista tuleva kirkas valo. Oppituntia tai esitelmää pidettäessä katsotaan usein yleisöön ja samalla kohti dataprojektorin valoa, mikä voi olla haitaksi valkotaulun edessä työskenneltäessä. /22/

3.2 ST- ja UST-projektori

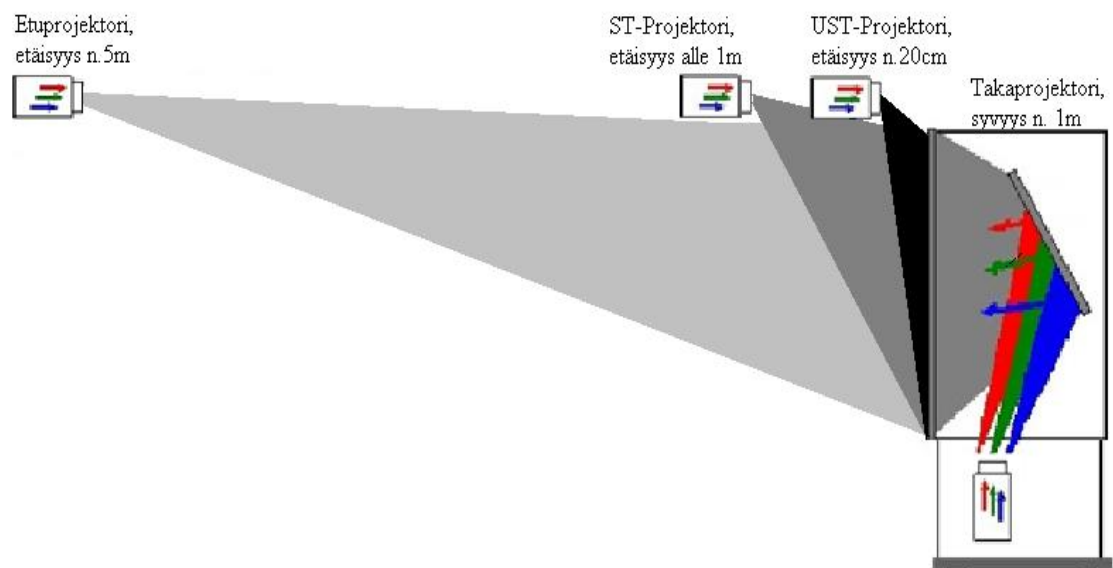
Short-Throw (ST) -projektorit ja Ultra-Short-Throw (UST) -projektorit ovat dataprojektoreita, joita käytettäessä valkotaululle puhujasta muodostuva varjo on pienempi kuin etuprojektorilla käytettäessä yleensä. Perinteinen etuprojektori täytyy sijoittaa luokassa 3 - 5 metrin päähän valkotaulusta, jotta se kykenee tuottamaan riittävän suuren kuvan. Tarkan ja suuren kuvan aikaansaamiseksi ST-projektori voidaan sijoittaa alle metrin päähän ja UST-projektori vain muutaman kymmenen sentin päähän valkotaulusta. ST- ja UST-projektoreita voidaan siis käyttää myös pienissä opetustiloissa. Lisäksi ST- ja UST-projektoreita käytettäessä projektorin valo ei häikäise puhujaa. /14,22/

3.3 Takaprojektori

Takaprojektoriä käytettäessä vältetään normaalin etuprojektorin ongelmilta.

Takaprojektori sijaitsee valkotalun takana, jolloin varjoja ei synny eikä projektorin valo häikäise puhujaa. Pieniin tiloihin takaprojektori ei sovellu koska se vaatii paljon tilaa syvyys suunnassa, eikä sitä saa tällöin asennettua siististi seinälle. Laite voidaan upottaa opetustilan seinään, mutta käytännössä tämä on usein hankalaa toteuttaa.

Lisäksi takaprojektorin korkea hinta rajoittaa sen käyttöä opetuksessa. /14/



Kuvio 2: Projektorien etäisyydet taulusta

4 INTERAKTIIVISTEN VALKOTAULUJEN VALMISTAJAT

Interaktiivisten valkotalujen valmistajia on maailmassa useita kymmeniä, mutta yleisemmin opetuskäytössä olevien taulujen valmistajia on vain muutamia.

Interaktiivisten valkotalujen menestyneimpiä ja käytetyimpiä tuotteita ovat muun muassa SMART Board, ActivBoard, eBeam ja Mimio.

4.1 Smart Technologies - SMART Board

Smart Technologiesin SMART Board-mallisto on niin Suomessa kuin muuallakin maailmassa markkinajohtajan asemassa. Smart Technologiesilla on mallistossaan kaksi paljon käytettyä tuotesarjaa, 600- ja 600i-sarjat. Smart Technologies valmistaa myös muita interaktiivisia tauluja, mutta tässä keskitytään vain edellä mainittuihin, Suomessa yleisimpiin tuotesarjoihin. /23,24/

SMART Board 600-sarja sisältää pelkän interaktiivisen taulun. 600-sarjan mallit ovat 640, 660, 680, 685 ja 690. Sarjan taulut ovat kooltaan 48-, 64-, 77-, 87- ja 94-tuumaisia. Malleista 640, 660 ja 680 ovat kuvasuhteeltaan 4:3. Uudemmat mallit 685 ja 690 ovat laajakuvamalleja. Mallin 690 kuvasuhde on perinteinen laajakuvasuhde eli 16:9, joka on käytössä esimerkiksi nykyaikaisissa televisioissa. Mallin 685 kuvasuhde on 16:10. Se on laajakuvaversio, joka tuo 20 % lisää opetuspinta-alaa verrattuna 4:3 kuvasuhteeseen. 16:10 -kuvasuhdetta käytetään paljon tietokoneiden näyttöjen kuvasuhteena, joten se sopii todella hyvin myös interaktiivisen taulun kuvasuhteeksi. /25,26/

600i-sarja on Short-Throw-dataprojektorilla varustettu interaktiivinen taulusarja. Sarjan mallit ovat 660i, 680i ja 685i (Kuvio 3). Näihin tauluihin on integroituna ST- tai UST-projektorit, joissa on sisäinen äänijärjestelmä. Taulut on mahdollista jakaa kahden käyttäjän kesken niin, että kummallakin on oma puolensa taulusta käytettävissä. /25/

SMART Board 600- ja 600i-sarjojen malleissa käytetään liikkeentunnistustekniikkana resistiivistä tekniikkaa ja ne toimivat etuprojektorien kanssa. SMART Boardien edullisin malli 640 (48") maksaa noin 2000 euroa. Kun taulun koko kasvaa, niin hintakin nousee. Siispä malli 690 (94") maksaakin jo 4 100 euroa. 600i-sarjan mallit, jotka sisältävät dataprojektorin, maksavat yli puolet enemmän kuin 600-sarjan mallit. /27,28/

Kaikkia yllä mainittuja SMART Board -tauluja voidaan käyttää tavallisen valkotaulun tapaan. Niihin voi siis kirjoittaa taulutusseilla ja ne voidaan puhdistaa valkotauluille tarkoitettulla puhdistusaineella. Kosketusnäyttönä käytettäessä taululle voidaan kirjoittaa, sitä voidaan pyyhkiä ja taulun osoittimena voidaan käyttää esimerkiksi sormenpäätä tai kynää. /29/



Kuvio 3: SMART Board 685i, joka on kuvasuhteeltaan 16:10 ja jossa on UST-projektori. /60/

4.2 Promethean - ActivBoard

Prometheanin mallistoon kuuluvat ActivBoard 100, 300 ja 300pro-taulusarjat. Tuotteet ja hinnat ovat hyvin samankaltaisia kuin Smart Technologiesin SMART Boardit.

Teknisesti laitteet eroavat SMART Boardeista, sillä ActivBoard käyttää liikkeentunnistustekniikkanaan passiivista sähkömagneettista tekniikkaa. /30/

ActivBoard-mallit ovat kooltaan 64 tuumasta 95 tuumaan, ja niiden kuvasuhteet ovat 4:3, 16:10 ja 16:9. Suurimman eron SMART Boardeihin tekee ActivBoardin 300pro-sarjaan saatava multitouch-ominaisuus, joka mahdollistaa kaksi yhtäaikaista käyttäjää koko taulun pinta-alalla. Kahden käyttäjän yhtäaikaisen taulun käytön mahdollisuus on saatavana myös muihin malleihin lisäominaisuutena. /30/

ActivBoardien taulujen pinta on melamiinia, jolle on mahdollista kirjoittaa normaaleilla taulutusseilla. Interaktiivisiin toimintoihin tarvitaan ActivBoardille kehitetty ActivPen, joten taululle ei voi kirjoittaa sormenpäällä. /30/

4.3 Luidia – eBeam

Luidian valmistamia interaktiivisia valkotaluratkaisuja ovat eBeam Edge, eBeam Projection ja eBeam Whiteboard. Ebeam-laitteet eivät sisällä ollenkaan itse taulua, koska ne tunnistavat liikkeen infrapuna- ja ultraäänitekniikalla, jossa tunnistusta varten on pieni vastaanotin, joka kiinnitetään halutulle tasaiselle pinnalle. /31/

EBeam Edge-vastaanotin (Kuvio 4) on kooltaan 24 x 5 cm ja se sijoitetaan yleisöstä katsottuna taulun vasemmalle reunalle. Edgellä voidaan dataprojektorin ja tietokoneen kanssa tehdä tasaisista pinnoista niin pieniä kuin suuriakin interaktiivisia tauluja, 20 tuumasta aina 123 tuumaan asti. Vastaanottimen pienen koon vuoksi laite on helppo ottaa mukaan ja laitteen helpon asentamisen ansiosta sitä voidaan käyttää useassa luokkatilassa. /31/

EBeam Projection-vastaanotin (Kuvio 5) on myös kooltaan pieni, mutta se sijoitetaan johonkin taulun kulmista. Projection-vastaanottimella voidaan toteuttaa interaktiivinen taulu 100 tuumaan asti. Projection voidaan kytkeä tietokoneeseen joko USB-kaapelilla tai langattomasti Bluetooth-yhteydellä. /31/

EBeam Whiteboardia voidaan käyttää interaktiivisten valkotalujen kanssa taululta kopioimiseen ja tietokoneelle siirtoon. EBeam Edgen, Projection ja Whiteboardin kanssa käytetään kynää, joka itsessään sisältää lähettimen tai kynää, jonka päälle lähetin asetetaan. /31/

EBeam Edgen ja Projectionin hinnat ovat merkittävästi halvempia kuin perinteisten interaktiivisten valkotalujen, jotka sisältävät itse taulun. /31/



Kuvio 4: eBeam Edge-vastaanotin sekä siihen kuuluva lähetin-kynä. /61/



Kuvio 5: eBeam Projection-vastaanotin ja sen käytössä tarvittava kynä, joka sisältää lähettimen. /62/

4.4 Dymo – MimioTeach

Dymon MimioTeach toimii samalla periaatteella kuin Luidian eBeam. MimioTeachin liikkeentunnistustekniikka on infrapuna- ja ultraäänitekniikka. MimioTeach - vastaanotin on verrattavissa Luidian Edge -mallin vastaanottimeen niin fyysiseltä kooltaan kuin tekniikaltaankin. MimioTeach on myös hinnaltaan verrattavissa Edgeen, mikä tekee molemmista varteenotettavan vaihtoehdon perinteisille interaktiivisille valkotauluille. MimioTeachin etu suhteessa Edgeen on langattomuus. MimioTeachin langaton yhteys on 2,4 GHz:n kaksisuuntainen point to point -yhteys. Se toimii MimioTeachin ja tietokoneen USB-porttiin liitettävän MimioHubin kanssa. Langattomuus helpottaa entisestään laitteen siirtelyä ja asentamista, eivätkä johdot ole opetuksen tiellä. /32/

MimioTeachilla on mahdollista tehdä mistä tahansa tasaisesta pinnasta interaktiivinen valkotaulu. Interaktiivisen taulun maksimikoko on 118 tuumaa, kun kuvasuhde on 4:3. Laajakuvasuhteella interaktiivisen pinnan maksimikoko on 113 tuumaa. /32/

5 INTERAKTIIVISET VALKOTAULUT OPETUSKÄYTÖSSÄ

Tekniikka on ollut jo vuosikymmeniä suuri osa oppimisympäristöä. Oikein käytettynä teknisillä laitteilla voidaan helpottaa niin opettajan kuin oppilaidenkin työskentelyä. Interaktiivinen valkotaulu on yksi uusimmista teknisistä laitteista koululuokissa. Laitteiden hyödyistä opetuksessa ollaan erimielisiä, toisten mukaan ne mullistavat opetuksen ja toiset ajattelevat niiden olevan vain yksi uusi opettajien leikkikalua, joka vie keskittymisen pois itse opetuksesta.

Iso-Britanian koulutusjärjestelmä on toiminut edellekävijänä interaktiivisten valkotaulujen käyttöönotossa. Vuonna 2003 - 2004 Isossa-Britanniassa käynnistettiin PSWE-projekti (*Primary Schools Whiteboard Expansion Project*), joka tuki 10 miljoonalla punnalla interaktiivisten valkotaulujen hankintaa ja käyttöä alakouluissa. Projekti osoittautui onnistuneeksi ja vuonna 2007 Ison-Britannian jokaisesta alakoulussa oli käytössä jo ainakin yksi interaktiivinen valkotaulu. Bectan (*British Educational Communications and Technology Agency*) mukaan vuonna 2011 seitsemässä kymmenestä Ison-Britannian alakoulujen luokista on interaktiivinen valkotaulu. /21,33/

Interaktiivisia valkotauluja on myös kritisoitu Isossa-Britanniassa. London Evening Standard -lehden haastattelemien tutkijoiden mukaan valtion tuki interaktiivisten valkotaulujen hyväksi meni hukkaan. Lehden mukaan oppilaat ovat oppitunneilla vain katsojan roolissa, kun opettajat tekevät oppitunneista nopeita ja monimutkaisia esityksiä. Opettajien sanotaan keskittyvän enemmän uuteen teknologiaan kuin itse opettamiseen. /34/

Länsiväylä-lehti kertoo, että myös Suomessa interaktiiviset valkotaulut ovat syrjäyttämässä liitu- ja tussitaulut. Suomessa interaktiivisten valkotaulujen edelläkävijöitä ovat Espoon kaupungin koulut. Espoossa on tällä hetkellä käytössä interaktiivinen valkotaulu 1300 luokkatilassa. Yli puolet Espoon kouluista on valinnut interaktiiviseksi taulukseen SMART Boardin. Lehden mukaan Espoossa ollaan jopa luopumassa kirjojen käytöstä ja siirtymässä USB-rannekkeisiin, joihin oppitunnit ja läksyt voidaan tallentaa. /3/

5.1 Interaktiivisten valkotaulujen opetusmateriaalit

Monen valmistajan interaktiivisilla valkotauluilla voidaan opettaa perinteiseen tapaan taulutusseja käyttäen, mutta interaktiivisille valkotauluille on olemassa myös erityisesti suunniteltuja sähköisiä opetusmateriaaleja. Opetusmateriaaleja tuottavat interaktiivisten valkotaulujen valmistajat ja kustantamot. Opettajat voivat myös itse valmistaa opetusmateriaalia interaktiivisten valkotaulujen ohjelmilla tai esimerkiksi PowerPoint -ohjelmalla.

Internet on yhä tärkeämpi ilmaisen opetusmateriaalin hankintakanava. Suomenkielisiä oppimateriaaleja voi löytää esimerkiksi Yleisradion Oppiminen /35/ ja Opetushallituksen Edu.fi -sivustoilta /36/. Internetin oppimateriaaleja käytettäessä on syytä olla kriittinen ja mielellään käyttää tunnettujen julkaisijoiden sivustoja.

Internetiä voidaan hyödyntää esimerkiksi ajankohtaisten aiheiden havainnollistamisesta verkon kuva- ja äänimateriaalin avulla kuten luokanopettaja Helena Hovila /1/ kertoo tehneensä käsitellessään Islannin tulivuorenpurkausta oppitunnillaan. Luonnonilmiöiden käsittelyssä tukena voi käyttää esimerkiksi National Geographicin sivuja /37/.

Opettaja voi myös itse rakentaa oppitunnin käyttöjärjestelmänsä työkaluilla, kuten Windowsin Office-ohjelmilla tai hän voi käyttää laitevalmistajien omia työkaluja opetusmateriaalin luontiin. Suurimmilla laitevalmistajilla on kaikilla omat ohjelmistonsa opetusmateriaalien luontia varten: SMART Boardilla SMART Notebook /38/, Prometheanilla ActivInspire /39/, EBeamilla Scrapbook /40/ ja Mimiolla MimioStudio /41/.

Internetissä on myös useita sivustoja ja foorumeja, joilla opettajat voivat jakaa toisilleen tekemiään opetusmateriaaleja. KouluOn sivusto on tarkoitettu SMART Boardin käyttäjien tukipalveluksi ja sinne kirjautumalla voi myös jakaa ja ladata oppimateriaalia /42/. ActivBoardien käyttäjille on oma materiaalipankkinsa Prometheanin sivuilla /43/. EBeamille on mahdollista etsiä englanninkielistä materiaalia Luidian kotisivuilta /44/. MimioConnect on Mimion käyttäjien palvelu, jonne kirjautuneet käyttäjät voivat lisätä tekemiään opetusmateriaaleja /45/.

Suomalaisista kirjakustantamoista WSOY /46/, Tammi /47/ ja Otava /48/ tekevät sähköisiä oppimateriaaleja, joko kirjojen tueksi tai itsenäiseksi opetusmateriaaliksi. Kustannusalan arvion mukaan noin 10 % oppimateriaalista on tällä hetkellä sähköisessä muodossa, mutta Opetushallituksen opetusneuvoksen Kaisa Vähähyypän mukaan sähköisten materiaalien osuus tulee nousemaan jopa 50 % vuoteen 2015 mennessä /49/.

5.2 Interaktiivisten valkotaulujen hyödyt kouluissa

Interaktiivinen valkotaulu on nimensä mukaisesti aidosti vuorovaikutteinen: sisältöä voi lisätä sekä tietokoneelta että suoraan taululle. Erityisesti nuoret oppilaat käyttävät taulua innokkaasti ja opettajatkin viehättyvät usein uudesta laitteesta, varsinkin kun he ovat nähneet kouluttajan käyttävän sitä tehokkaasti. /50/

Interaktiivisten valkotaulujen suurimpana etuna pidetään oppilaiden aktivointia. Taulun on todettu useassa tutkimuksessa lisäävän oppilaiden halukkuutta taulutyöskentelyyn ja opetukseen osallistumiseen /50,51/. On myös epäilty, että taulun aktivoiva vaikutus on ohimenevää ja innostus loppuu vähitellen /51/. Oppilaiden aktiivinen osallistuminen luokan edessä työskentelyyn kasvattaa myös esiintymisvalmiuksia /52/.

Kaikki mitä interaktiivisille valkotaululla tehdään, voidaan tallentaa ja jakaa oppilaille esimerkiksi Moodlen tai muun virtuaalisen oppimisympäristön välityksellä. Opettajille tämä mahdollistaa tunnin uudelleen käyttämisen ja oppilaat voivat kerrata oppitunteja kotonaan koulun jälkeen tai kokeisiin valmistautuessa /51/. Etäopetuksen yleistyessä interaktiivinen valkotaulu on hyödyllinen myös etäkäyttömahdollisuutensa ansiosta: oppilaat joiden koulunkäynti on hankalaa esimerkiksi sairauden tai vamman vuoksi voivat etäyhteyden ansiosta osallistua opetukseen aktiivisesti /50/. Interaktiivisella valkotaululla opettamisen on todettu tehostaneen kuurojen ja huonosti kuulevien oppilaiden oppimista /53/. Interaktiivinen valkotaulu sopii opetusvälineenä tietokonetta paremmin oppilaille, joilla on motorisia hankaluuksia: tietokoneen hiiren kanssa työskentely vaatii paljon kehittyneempää hienomotoriikkaa kuin suuren valkotaulun painallus. Lisäksi mahdollisuus tallentaa oppituntien muistiinpanot ja jakaa ne sähköisesti tai paperilla oppilaille on suuri etu sellaisille henkilöille, jotka eivät pysty tekemään omia muistiinpanoja tai kirjoittaminen on vaivalloista /50/.

Interaktiivinen valkotaulu sopii kaiken ikäisten opiskelijoiden käyttöön ja sopeutuu erilaisiin oppimistyyliin. Niin sanotut taktiiliset (kosketuksen ja tekemisen kautta) oppijat voivat piirtää ja muokata taulua, auditiiiviset (kuulonvaraisesti) oppijat voivat kuunnella opettajaa, muita oppilaita sekä interaktiivisen valkotaulun kautta kuultavia ääniesityksiä ja toisaalta visuaaliset (näönvaraisesti) oppijat näkevät opetettavan aineksen muodostuvan taululle. /50/

Interaktiivisen valkotaulun avulla yhdellä koneella voidaan työskennellä yhteisesti ja koko ryhmä voi keskustella koneella olevasta tehtävästä. Valkotaulu sopii käytettäväksi myös yhdessä dokumenttikameran ja videokameran kanssa: taulun käyttö mahdollistaa värien ja muun tekstin korostuksen käytön oppimisen tehostamiseksi, esimerkiksi kuvan tai videon tärkeitä kohtia voidaan korostaa nuolin ja ympyröin. /50/

Interaktiivinen valkotaulu antaa opettajalle mahdollisuuden käyttää tietotekniikkaa ja samalla opettaa luokan edessä, jolloin opettajan ei tarvitse olla tietokoneen takana käyttäessään tietotekniikkaa opetuksessaan. Interaktiivisen valkotaulun käyttö sopii myös opettajille, jotka muuten vierastavat tietotekniikan käyttöä opetuksessaan, sillä se muistuttaa perinteistä taulutyöskentelyä. /16/ Opettajan näkökulmasta interaktiivinen valkotaulu on siisti ja puhdas työväline. Liitupölystä ei ole vaivaa opettajille, eikä allergisille oppilaille /54/.

5.3 Interaktiivisten valkotalujen ongelmat

Ensimmäisissä tutkimuksissa, jotka interaktiivisista valkotauluista tehtiin, käsiteltiin laitetta yksipuolisesti positiiviseen sävyyn. Taulujen tuomia mahdollisuuksia kehitettiin ja niiden oletettiin parantavan myös oppituloksia. Nyt laitteita on ollut kouluissa ja yli kymmenen vuotta, eikä edelleenkään ole yhtään tutkimusta, jolla todistettaisiin interaktiivisen valkotaulun oppimista parantava vaikutus. /55/

Interaktiivisen valkotaulun käyttäminen on koettu vaikeaksi. Laitteen peruskäytön oppii vielä melko helposti, mutta jos siitä haluaa saada kaiken irti, sitä tulee osata käyttää monipuolisesti. Laite saattaa jäädä käyttämättä, jollei niiden käyttöä opeteta riittävän perusteellisesti. Näin on käynyt esimerkiksi Tampereen lyseon lukiassa. /2/

Kuntien taloudellinen tilanne voi olla esteenä interaktiivisen valkotaulun hankinnassa kouluihin. Espoon kaupunki teetti vuonna 2007 selvityksen SMART Board-laitteiden pedagogisesta vaikutuksesta ja kustannuksista. Selvityksessä on verrattu kahta luokkaa, joissa on erilaiset esitystekniikkalaitteistot. Perinteinen luokka jossa on työasema, dataprojektori, dokumenttikamera, valkokangas tai -taulu ja äänentoistolaitteet maksaa noin 4010–4535 euroa/opetustila sisältäen pientarvikkeet ja asennuksen. Toinen vaihtoehto on SMART Board-luokka, joka on kokoonpanoltaan muuten sama, mutta valkokangas tai -taulu on korvattu SMART Boardin interaktiivisella valkotaululla. Luokka, jossa on SMART Board tulee kustantamaan kokonaisuudessaan 5260–5585 euroa/opetustila. Ero perinteisen luokan ja SMART Board-luokan on yllättävän pieni, mutta useamman luokan varustaminen interaktiivisella valkotaululla saattaa muodostua liian kalliiksi. /56/

Interaktiivisten valkotaulujen suunnittelussa on otettu huomioon käytettävyys, mutta koska kyseessä on kolme teknologista laitetta, on aina mahdollista että jokin menee vikaan. Tilanne on erityisen hankala jos kaikki oppitunnin materiaalit ovat koneella eikä sitä saada toimimaan. Laitteen uudelleenkäynnistys ja vianetsintä voi viedä arvokkaita minutteja lyhyestä oppitunnista ja vähentää opettajan motivaatiota laitteen käyttöön. /57/

Oppilaiden etäkäyttömahdollisuus tauluun on toisaalta etu, mutta mahdollistaa myös häiritsevien viestien ja aiheeseen kuulumattomien kommenttien lähettämisen näytölle. Myös luokan halki risteilevät projektorin ja tietokoneen johdot voivat häiritä ja jopa olla

vaaraksi luokkatilassa, varsinkin jos kyseessä ovat nuoret oppilaat. Joidenkin oppilaiden voi olla vaikeampi lukea kirkkaalta näytöltä ja he voivat kokea valkotaulun häikäiseväksi. Toisaalta taulun tekstit voivat jäädä varjoon opettajan ollessa taulun edessä, jos kyseessä on etuprojektorilla varustettu interaktiivinen valkotaulu. /58/ Takaprojektorin ongelmana on sen koko syvyysuunnassa /14/.

Seinään kiinnitettävän valkotaulun haasteena on ideaalin ripustuskorkeuden löytäminen. Korkeuden voi määrittää opettajan, oppilaan tai edellisten keskiarvon mukaan. Kaikissa tapauksissa jotkut henkilöt joutuvat kirjoittamaan taululle huonolta korkeudelta. Omalla jalallaan seisovia valkotauluja voi säätää, mutta ne ovat muuten epäkäytännöllisempiä luokassa. /57/

6 YHTEENVETO

Interaktiivisille valkotauluille on ennustettu hyvää tulevaisuutta /10/. Suomessa opetus- ja kulttuuriministeriö haluaa Suomesta tieto- ja viestintätekniikan edelläkävijän maailmassa /59/. Tämän linjauksen perusteella interaktiivisten valkotaulujen voidaan olettaa tulevan laajasti myös Suomen kouluihin uudeksi opetusvälineeksi, huolimatta siitä että niiden tarpeellisuutta on myös kyseenalaistettu.

Vaikka SMART Board onkin interaktiivisten valkotaulujen selvä markkinajohtaja, löytyy sille monia vartenotettavia vaihtoehtoja. Koulujen olisikin järkevää miettiä omia tarpeitaan ja vertailla eri valmistajien laitteiden ominaisuuksia niitä ostaessaan. Interaktiivisen valkotaulun valinnassa tulisi ottaa huomioon mihin ja kenellä laite on tulossa käyttöön. Paikalleen asennettavissa ja liikuteltavissa malleissa on molemmissa omat hyvät ja huonot ominaisuutensa. Eri koulutusasteilla opetus eroaa toisistaan paljon ja ominaisuuksiltaan erilaiset interaktiiviset valkotaulut voivat toimia paremmin alakoulun kuin esimerkiksi lukio-oppilaiden kanssa.

Interaktiivisten valkotaulujen tämänhetkisiin teknisiin ongelmiin kehitetään todennäköisesti ratkaisuja tulevaisuudessa. Dataprojektorin mukanaan tuomiin haasteisiin ratkaisuna voisi olla riittävän suuri kosketusnäyttö, jolloin projektorilla ei tarvittaisi ollenkaan. Myös 3D-tekniikka voisi sopia joidenkin oppiaineiden opetukseen.

LÄHDELUETTELO

Painetut lähteet

- 1 Hovila Helena, Älytaulu, havainnollistava monitoimikone, Aamulehti, 28.4.2010. [sanomalehti]. [viitattu 25.11.2010]
- 2 Gabbouj Sami, Lehtonen Pyry, Kouluhyvinvointi laitettava kuntoon, Aamulehti, 22.4.2010. [sanomalehti]. [viitattu 25.11.2010]

Sähköiset lähteet

- 3 Pietiläinen Jari, Länsiväylä, 2010. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.lansivayla.fi/Uutiset/Paivan-Puheenaihe/Peruskoulun-liitutaulut-siirtyvat-Espoossa-piakkoin-historiaan>
- 4 Rantala Jussi, Pro-Gradu tutkielma, 2007. [Online]. [viitattu 16.11.2010] Saatavissa: www.cs.uta.fi/research/theses/masters/Rantala_Jussi.pdf
- 5 Jessica Springgay, eHow. [www-sivu]. [viitattu 16.11.2010] Saatavissa: http://www.ehow.com/facts_4915092_what-history-smart-board.html
- 6 Promethean. [www-sivu]. [viitattu 17.11.2010] Saatavissa: <http://www.prometheanworld.com/>
- 7 Luidia. [www-sivu]. [viitattu 17.11.2010] Saatavissa: http://www2.luidia.com/company/releases/pr_20030910.html
- 8 Mimio. [www-sivu]. [viitattu 17.11.2010] Saatavissa: <http://uk.mimio.com/en-GB/About-us/index.aspx>
- 9 Somekh Bridget ym., Becta, 2007. [Online]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: http://partners.becta.org.uk/upload-dir/downloads/page_documents/research/whiteboards_expansion.pdf
- 10 Future Source Consulting, lehdistötiedotteet, 2009-2010. [www-sivu]. [viitattu 17.11.2010] Saatavissa: <http://www.futuresource-consulting.com/media.htm>
- 11 Radcliff Thomas, Ezinearticles. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://ezinearticles.com/?Technologies-Used-in-Interactive-Whiteboards&id=4429863>
- 12 Einstruction, 2007. [Online]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.einstruction.com/files/default/files/downloads/Durability%20of%20Interactive%20Whiteboards.pdf>

- 13 Liles Bennett, Sound & Video Contractor, 2004. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: http://svconline.com/mag/avinstall_electronic_white_boards/
- 14 Tech and Learning. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.techlearning.com/article/17006>
- 15 Wedgwood-group. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa:http://www.wedgwood-group.com/whiteboard_help.htm
- 16 Joint Information System Committee. [Online]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: http://www.jisc.ac.uk/uploaded_documents/Interactivewhiteboards.pdf
- 17 Recovery Star. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.recoverystar.com/iqboard/p5.html>
- 18 Smart Technologies, 2009 [Online]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa:http://downloads01.smarttech.com/media/research/whitepapers/whitepaper_durability.pdf
- 19 Turunen Hannele, Itä-Suomen yliopisto, 2009. [Online]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa:http://www.uku.fi/yhttdk/jatkoko/26102009_HanneleTurunen.pdf
- 20 Tech-FAQ. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.tech-faq.com/interactive-whiteboard.html>
- 21 HubPages. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://hubpages.com/hub/Interactive-Whiteboard-Technologies>
- 22 Hitachi. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.ultrashortthrow.com.au>
- 23 Baburajan Rajani, TMCnet, 2009. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://education.tmcnet.com/topics/education/articles/60232-us-largest-adopter-white-boards-smart-technologies.htm>
- 24 Smart Technologies. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa:http://smarttech.com/Home%20Page/Solutions/Education%20Solutions?WT.ac=HPBtn1_Ed_072610
- 25 Aronet-Esitysyhtiö Oy. [www-sivu]. [viitattu 19.9.2010] Saatavissa: <http://www.aronet.fi/tuotehaku>
- 26 Walker John, Fourmilab, 2006. [www-sivu]. [viitattu 20.9.2010] Saatavissa: <http://www.fourmilab.ch/documents/howmanydots/>

- 27 Videotykki Oy. [www-sivu]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.videotykki.fi/tuotteet/Smart%20Board%20680.htm>
- 28 Videotykki Oy. [Online]. [viitattu 10.6.2010] Saatavissa: <http://www.videotykki.fi/PDF/SMART%20Board.pdf>
- 29 Smart Technologies. [Online]. [viitattu 20.9.2010] Saatavissa: http://www.aronet.fi/crm//save/pdfs/link_pdf_20081024102556_SB680_yleisesite_FIN.pdf
- 30 Promethean. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: <http://www.prometheanworld.com/server.php?show=nav.15>
- 31 Luidia Inc. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: <http://www.luidia.com/products>
- 32 Dymo Corp. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: http://www.mimio.dymo.com/products/mimio_teach/index.asp
- 33 Becta, 2007. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: http://research.becta.org.uk/index.php?catcode=_re_rp_02&rid=14110§ion=rh
- 34 London Evening standard. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: <http://www.thisislondon.co.uk/news/article-23383385-how-50m-went-to-waste-on-a-whiteboard.do>
- 35 YLE, Oppiminen, oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://oppiminen.yle.fi/>
- 36 Opetushallitus, oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://www.edu.fi>
- 37 National Geographic, Forces of nature. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://environment.nationalgeographic.com/environment/natural-disasters/forces-of-nature.html?section=v>
- 38 Smart Technologies, Classroom suite-ohjelmiston esittelyvideo. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://downloads01.smarttech.com/media/flash/classroomsuite/loader.html>
- 39 Promethean, ActivInspire-ohjelmisto. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://www.prometheanworld.com/server.php?show=nav.16874>
- 40 Luidia, eBeam Scrapbook-ohjelma. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://www.e-beam.com/products/ebeam-edge-for-education-page.html>

- 41 Dymo, MimioStudio-ohjelma. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://uk.mimio.com/en-GB/Support/Downloads.aspx>
- 42 KouluOn, SMART Board tukipalvelu. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://www.kouluon.fi/fin/>
- 43 Promethean, materiaalipankki. [www-sivu]. [viitattu 25.11.2010] Saatavissa: <http://www.prometheanplanet.com/en/resources/>
- 44 Luidia, eBeam oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://www.e-beam.com/education/web-resources.html>
- 45 Dymo, Mimio oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://www.mimioconnect.com/>
- 46 WSOY, oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://ratkaisut.wsoypro.fi/>
- 47 Tammi, oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://www.tammi.fi/oppi/etusivu.php>
- 48 Otava, oppimateriaalit. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: http://www.otava.fi/oppimateriaalit/sahkoiset_oppimateriaalit/fi_FI/sahkoisetmateriaalit/
- 49 Turun Sanomat, Puolet oppimateriaalista muuttuu kohta sähköiseksi, 10.8.2010. [www-sivu]. [viitattu 29.11.2010] Saatavissa: <http://www.ts.fi/online/kotimaa/151984.html>
- 50 Bell Mary Ann, Teachers Net, Why Use an Interactive Whiteboard. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: <http://teachers.net/gazette/JAN02/mabell.html>
- 51 Gastón Raúl, 2005. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: http://wik.ed.uiuc.edu/index.php/Electronic_Whiteboards
- 52 Cox Margaret, Webb Mary, Abbott Chris, Blakeley Barry, Beauchamp Tony, Rhodes Valerie, Research report: ICT and pedagogy - a review of the research literature. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: <http://publications.becta.org.uk/display.cfm?resID=25813&page=1835>
- 53 Mackall Phil. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: http://www.questia.com/googleScholar.qst;jsessionid=5F71016002FD04A463460405FB6E3DC2.inst2_2a?docId=5006872365

- 54 Radcliff Thomas, Ezinearticles. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: <http://ezinearticles.com/?Advantages-and-Disadvantages-of-an-Interactive-Whiteboard&id=4276512>
- 55 Ojanen Miika, Pro-Gradu tutkielma. [online]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: http://peda.net/img/portal/1744392/ET_Ojanen_Miika.pdf?cs=1274386070
- 56 Espoon kaupunki, asiakirja. [www-sivu]. [viitattu 30.11.2010] Saatavissa: http://www.espoo.eu/asiakirja.asp?path=1;31;37423;37424;37425&id=C628C28524DFE360C22572FA0036A6CB&kanta=Kunnari\intrakun_e.nsf
- 57 Warner Lynne, Problems with Interactive Whiteboards, 2010. [www-sivu]. [viitattu 1.12.2010] Saatavissa: http://www.ehow.com/list_7253755_problems-interactive-whiteboards.html#ixzz16oNNX1lu
- 58 Pearson Owen, Disadvantages of Interactive Whiteboards, 2010. [www-sivu]. [viitattu 1.12.2010] Saatavissa: http://www.ehow.com/list_5969798_disadvantages-interactive-whiteboards.html#ixzz16oHYhZhP
- 59 Opetus- ja kulttuuriministeriö, tiedote, 2010. [www-sivu]. [viitattu 7.12.2010] Saatavissa: http://www.minedu.fi/OPM/Tiedotteet/2010/11/tietoyhteiskunta_loppuraportti.html

Kuvalähteet

- 60 VSV. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: http://www.vsvint.be/vsv/components/com_virtuemart/shop_image/product/SMART_Board_685i_4ae8589861bea.jpg
- 61 Tech and Learning. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: <http://www.techlearning.com/uploadedimages/TechLearning/Articles/luiidia%20General%20shot.JPG>
- 62 RM Company. [www-sivu]. [viitattu 22.9.2010] Saatavissa: http://www.rm.com/_RMVirtual/Media/Images/Features_Page_-_eBeam_Interactive_L.jpg