



Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za fiziku



Miroslav Mernjik

Interaktivne table u nastavi fizike

DIPLOMSKI RAD

Novi sad, 2013.

Zahvaljujem se dr Dušanu Lazaru, mentoru ovog diplomskog rada, na ličnom interesovanju, velikom strpljenju, nizu korisnih sugestija i formirajući konačne verzije rada.

Osoblju Osnovne škole „Jan Čajak“ u Bačkom Petrovcu se zahvaljujem na pomoći, razumevanju i ukazanom poverenju.

Svojim roditeljima, bratu, ujaku, Jeleni, svim članovima porodice i priateljima, koji su imali poverenje u mene, zahvaljujem se na neizmernoj ljubavi, pomoći, podršci i razumevanju u toku studiranja – ISKRENO VAM HVALA!!!

SADRŽAJ

Uvod	4
Interaktivna tabla – IT	5
Podela interaktivnih tabli	6
Mogućnosti proširenja hardverskog profila interaktivne table	8
Interaktivne table koje su zasnovane na Wii konzoli	12
Mimio interaktivna tabla	13
Smart interaktivna tabla	17
Oblici nastave i obrazovne aktivnosti u kojima se mogu koristiti interaktivne table	19
Rezultati dosadašnjih istraživanja primene interaktivnih tabli u nastavi:	
Pogled na nedostatke, ograničenja i izazove	21
Pedagoški aspekti: nivoi i faze primene interaktivnih tabli	22
Interaktivne table u našim školama	24
Zaključak	26
Literatura	27
Kratka biografija	28
Ključna dokumentacija	29

Uvod

Nedavno sam prisustvovao seminaru "Metodika primene multimedija u procesu nastave – u okviru dvojezične nastave u osnovnim i srednjim školama u inostranstvu" ("Metodika uplatnenia multimédií v procese výučby – v rámci bilingválneho vzdelávania na základných a stredných školách v zahraničí"), kojeg je organizovalo Ministerstvo prosvete, nauke, istraživanja i sporta Republike Slovačke u saradnji sa Nacionalnim savetom slovačke nacionalne manjine. Tu sam se prvi put upoznao sa interaktivnom tablom iako se ona u svetu koristi već godinama.

Uvideo sam mogućnosti poboljšanja u izvođenju moje nastave primenom ovog uređaja. Između ostalog najviše me je zaintrigirala ideja o lakovom i brzom ubacivanju multimedijalnih sadržaja kao što su filmovi, animacije i ogledi u izvođenju nastave bez prekidanja njenog toka, što bi dovelo do veće dinamičnosti, motivacije učenika i očiglednosti. To je veoma bitno, jer je fizika, pre svega, očigledna nauka, te bih ovakvim pristupom u mnogome poboljšao kvalitet same nastave, a učenici bi lakše i brže usvajali gradivo. Naročito bih mogao upotrebljavati ovaj uređaj na dopunskim i dodatnim časovima, gde bi do izražaja došla individualizacija nastavnog rada, jer se radi u manjim grupama.

Međutim, ubrzo sam shvatio da u našoj sredini postoje određene poteškoće koje usporavaju da se kod nas IT uvede, kao što su nepostojanje odgovarajućih softvera na našem jeziku, kao i neobaveštenost, a samim tim i neobučenost nastavnog kadra za korišćenje ovog uređaja, što uglavnom dovodi do nepoverenja u ovu tehnologiju, pa čak i zaziranja i odbojnosti prema njoj.

Sve to me je podstaklo da napišem ovaj rad da bih pomogao da i kod nas ljudi upoznaju IT, prvo kao uređaj, a potom da shvate koliku pomoć ona može da pruži i nastavniku i učeniku, kako u izvođenju nastave, tako i u procesu usvajanja znanja, dajući ovim svoj skromni doprinos procesu što bržeg uključivanja interaktivne table u nastavu u našim školama.

Interaktivna tabla - IT

Struktura informacionog društva, mentalni sklop i vizuelnost mlade generacije, brzina rukovanja informacijama kao i danas dominantni pedagoški principi, zahtevaju primenu interaktivnog alata u obrazovnom procesu, koji je povezan sa virtualnim prostorom i uvažava do sada prisutne principe i strukture.

Interaktivna tabla je informaciono-komunikacioni tehnološki (IKT) uređaj, koji ujedinjuje računar, projektor i platno u jedan obrazovno tehnološki sistem. Uz pomoć ovog sistema tabla postaje jedna velika osjetljiva površina, sa koje je moguće upravljati računaram. Uz pomoć specijalne olovke ili dodirom prsta je moguća svaka operacija na projektovanoj slici.

Interaktivna tabla se počela primenjivati u poslovnom životu, ali se brzo ispostavilo da je primena moguća, štaviše i poželjna i u obrazovanju. U slučaju interaktivne table interaktivnost se ostvaruje u potpunosti, pošto ovaj uređaj pruža nastavniku slobodu u izvođenju časa, jer ga ne opterećuju miš i tastatura računara. Slika je osjetljiva na dodire, i uz pomoć specijalne olovke ili prostim dodirom prsta moguće je izvršiti operacije, koje su funkcije miša (levi klik, desni klik, dupli klik, pomeranje, itd.), a pomoći virtualne tastature i prepoznavanja rukopisa se zamenjuje klasična tastatura, tako da je nastavnik sve vreme pored projektovane slike i s tim tok predavanja postaje besprekidan i prirodan, a učenicima se omogućuje očiglednost.

Interaktivna tabla se pojavila na prelazu između 80-tih i 90-tih godina prošlog veka na obukama multinacionalnih kompanija. Visoka cena i nedostatak sadržaja su bili glavna prepreka da se ovaj uređaj koristi u obrazovanju. Posle 2000-te godine i drastičnih unapređenja, cena interaktivnih tabli je postala dostupna, struktura, instalacija i primena je postala jednostavnija i sa tim, zajedno sa Internetom i sa računarima, počela je masovnija primena u obrazovanju.

Bitno je da se primena interaktivne table, kao i svih drugih savremenih očiglednih sredstava u obrazovanju mlade generacije uključuje postepeno, integrisano i da je njihova primena zasnovana na igri. Masovnija primena interaktivne table u školama se beleži od 2002. godine u Engleskoj, Škotskoj, Novom Zelandu, Kanadi i u Sjedinjenim Američkim Državama.

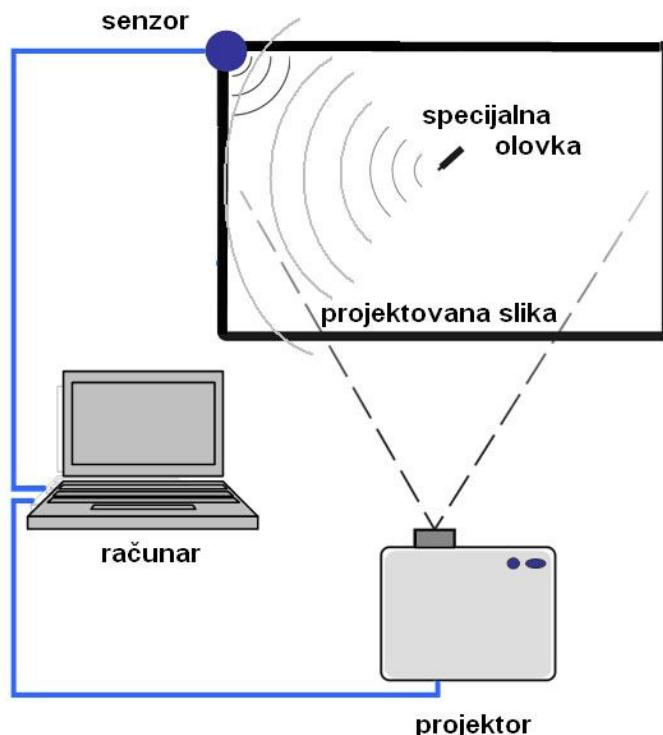
Ako se uporedi primena elektronske table u obrazovnom procesu sa prethodnikom (računar, projektor, bela tabla ili platno), može se konstatovati da je najveća prednost ovog uređaja potpuna interaktivnost elemenata nastave (nastavnik-učenik, učenik-gradivo, učenik-nastavna sredstva itd). Interaktivnost u slučaju računara, projekatora, bele table ili platna se ostvaruje sa određenim poteškoćama kada nastavnik pride računaru i izvršava operacije. Naime, nastavnika u ovom slučaju u velikoj meri tastatura i miš ometaju u ostvartivanju interaktivnosti.

Podela interaktivnih tabli

Interaktivne table možemo podeliti na osnovu različitih kriterijumima. Kada se uzima u obzir način i metoda upravljanja celim sistemom, dele se na tvrde i na mekane table.

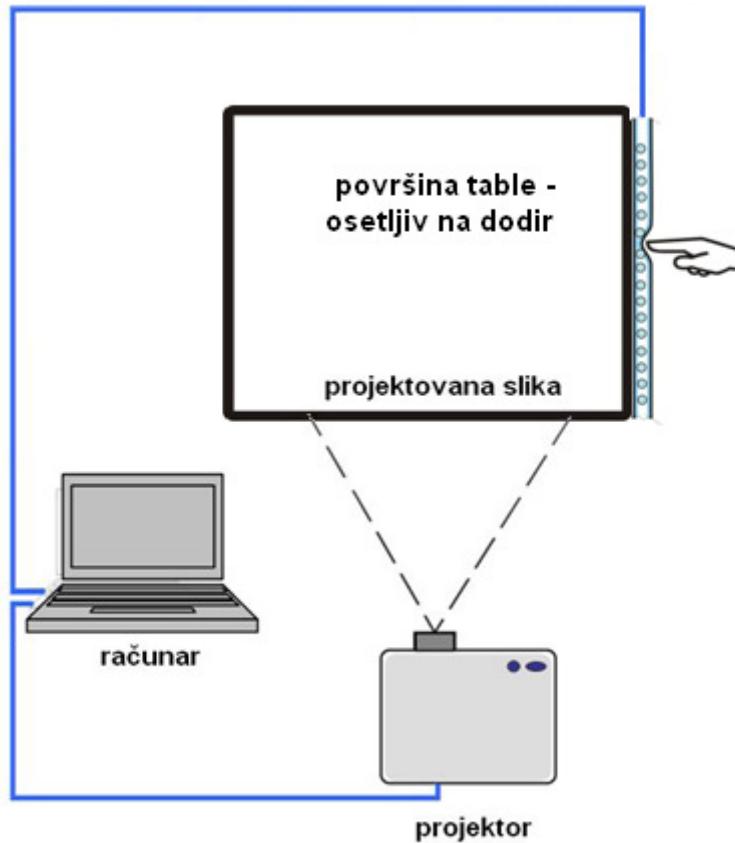
- *Tvrde interaktivne table* najčešće interaktiviraju jednu odgovarajuću površinu (uglavnom belu tablu - whiteboard). Za funkcionisanje sistema je neophodan (pored računara, projektoru i površine za projektovanje) jedan senzor i jedna specijalna olovka (koja funkcioniše uz pomoć baterije). Ovi modeli su u glavnom mobilniji i cena im je pristupačnija.

Princip funkcionisanja tvrde table



- *Mekane interaktivne table* su same (površina table) osteljive na dodir. Sistem je sličan klasičnoj tabli i nije potrebna dodatna olovka za pisanje, ova funkcija je moguća i uz pomoć prsta (dodirom) predavača, iako se uz tablu dobije nekoliko flomastera u boji. Ova funkcija se ostvaruje uz pomoć velikog broja, senzora-mikrokontrolora ugrađenih ispod površine table.

Princip funkcionisanja mekane table



Druga podela interaktivnih tabli se zasniva na poziciji izvora slike. Prema toj kategorizacije se razlikuju:

- *Interaktivne table, kod kojih je projektovana slika sa prednje strane* (na engleskom: front-projection interactive whiteboards). Kod ove grupe se primenjuje klasičan projektor i klasična projekcija. U svetu 90-95% korišćenih interaktivnih tabli spada u ovu grupu (u Srbiji dominacija ovog modela je još značajnija). Ovaj sistem je popularan zbog jednostavnosti i zbog pristupačnije cene.
- *Interaktivne table, kod kojih je projektovana slika sa zadnje strane* (na engleskom: rear-projection interactive whiteboards). Ovim modelima je ugrađen projektor i slika se projektuje uz pomoć specijalnih ogledala i objektiva. Druga vrsta ove table je kreirana spajanjem televizije i površine osetljive na dodir (touchscreen). Ove vrste interaktivne table imaju manju pokretljivost (montirane su na stalak ili su ugrađene u zid). Prednost ovog modela je to, da svetlo projektoru ne ometa predavača i da predavač svojim telom ne baca senku na projektovanu sliku. Prvenstveno zbog visoke cene ovi modeli nisu pristupačni za obrazovne ustanove.

Smart 2000i, interaktivna tabla kod koje je slika projektovana sa zadnje strane



Ostale podele interaktivne table se zasnivaju na mogućnost pomeranja, na veličini projektovane slike, itd.

Mogućnosti proširenja hardverskog profila interaktivne table

Proizvođači interaktivnih tabli, pružaju mogućnost proširenja profila sistema, uz pomoć dodatne opreme. Jedan deo ove dodatne opreme je nepotreban za prosečnog nastavnika, ali drugi deo je primenjiv i podstiče motivisanost i efikasnost nastave. Osnovni paket se, u obrazovanju, može proširiti sledećom opremom:

- *Reakcijski sistemi (daljinski upravljači za odgovore, bežična tabla za pisanje):* merenje efikasnosti nastavnika je najuspešnije na osnovu povratne informacije učenika i znanja učenika. U klasičnim obrazovnim modelima ova informacija često kasni, najčešće se dobija prilikom testiranja i odgovaranja pojedinih učenika. Uz pomoć reakcijskog sistema, nastavnik odmah, bez čekanja dobija i prikazuje (na interaktivnoj tabli) povratne informacije. Pitanja (ili mišljenje učenika) mogu biti unapred pripremljeni ili kreirani u procesu. Reakcijski sistemi imaju LCD displej i mogu se izabrati razni odgovori: pravilno-pogrešno, izabrati tačan odgovor, brojčani odgovori, itd. Odgovori se šalju uz pomoć bežičnih radijskih signala do prijemnika, gde se sumiraju i šalju do računara (softvera) na obradu. Na ekranu (platnu) se prikazuju sumirani rezultati (u procentu uz pomoć grafikona). Pojedini moduli funkcionišu po principu daljinskih upravljača, gde se mogu analizirati sumirani rezultati, ali i odgovori određenih pojedinaca. S tim je nastavnik u mogućnosti da analizira i odgovore određenog učenika. Ovaj sistem pruža veću individualizaciju nastave, mogućnost analiziranja manje usvojenih sadržaja, ispravljanja metode nastave i podstiče veću aktivnost učenika.

SMART Response LE reakcijski sistem (za decu predškolskog uzrasta i za decu sa posebnim potrebama) i SMART Response PE reakcijski sistem (za decu školskog uzrasta)



- *Bežična tabla za pisanje:* služi za pisanje sa veće daljine ili iz klupe. Ovaj alat učenicima i nastavnicima pruža mogućnost interakcije sa bilog kog mesta u učionici. Bežična tabla za pisanje se uspešno primenjuje u obrazovanju osoba sa invaliditetom.

Bežična tabla tipa Mimio i SMART



- *Projektor sa kratke udaljenosti (Ultra-Short Throw Projector)*: za razliku od klasičnih projekتورa, ovaj model projekتورa projektuje slikу sa male udaljenости. Prednost ovog projekتورа je to da je instaliran na tablu i svetlost projekتورа ne ometa predavačа (ovaj probrem, kao što sam već naveо, eliminišu i modelи projekتورа, koji projektuju sa zadnje strane). Главна препрека ширењу ovог modelа je visoka cena (често школе posle kupovine interaktivne table iskoriste klasičan projektor).

Projektor sa kratke udaljenosti (montiran na interaktivnu tablu)



- *SMART GoWire priključak*: je dodatak interaktivnoj tabli, koji obezbeđuje vezu između interaktivne table i računara. Pored toga sadrži drafverе и softver, koji je potreban za otvaranje dokumenata i za korišćenje alata interaktivne table. Sa ovim dodatkom je moguće koristiti tablu i na računaru, na kom nije instalirana tabla, niti softverska podrška.

SMART GoWire priključak



- *Bežično priključenje interaktivne table:* kablovi često ometaju predavača. Problem kablova eliminiše bežično priključenje, koji se zasniva na bluetooth tehnologiji, koja je popularna i često primenjena.

Dodatak za bežični prenos podataka za Mimio i za SMART interaktivne table



- *Ostala dodatna oprema:* u širokom smislu za dodatnu opremu interaktivne table se može smatrati svaki hardverski alat i softver, koji se indirektno priključuje sistemu interaktivne table, računara i projektoru (uz pomoć računara). U ovu grupu spadaju svi audiovizualni elementi (zvučni sistemi, razne kamere, itd.), pored osnovnih softvera i softvera interaktivne table svi primenljivi softveri (brauzeri, media plejeri, softveri za komunikaciju, za obradu teksta, za tabelarne kalkulacije i za prezentacije, itd.) i Internet priključenje.

Interaktivne table koje su zasnovane na Wii konzoli

Wii konzola je proizvod svetske poznate kompanije Nintendo, koji se koristi za opažanje pokreta u trodimenzionalnom prostoru. Ova konzola služi kao dodatak za igre u 3D prostoru, kao što je golf, tenis, boks, itd. Ako se ova konzola spoji u sistem sa računarom, projektorom i sa infra-crvenom olovkom, stvara se površina, koja je osetljiva na dodire. Konzola i računar komuniciraju putem bluetooth priključka. Kao softverska podrška se primenjuje softver pod imenom Smoothboard. Sistem može konstruisati sam nastavnik, koji poseduje osnovno tehničko znanje, ali se može naći i na tržištu. Najveća prednost ovog sistema je dostupnost i niska cena. Nedostatci su otežana kalibracija (sistem funkcioniše savršeno samo sa dve konzole) i ograničeno kretanje predavača (emitovanje dve konzole sa dve strane projektoru).

Wii konzola sa stalakom, infra-crvena olovka i dodaci



Mimio interaktivna tabla

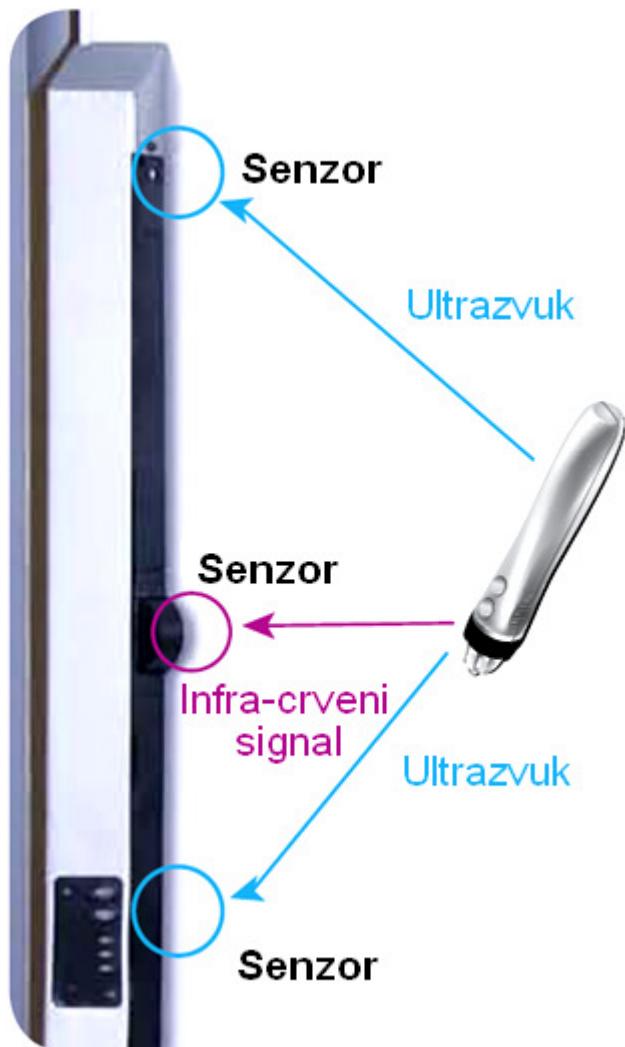
Kompanija Mimio (sedište: Sjedinjene Američke Države) razvija primarno mobilne interaktivne table, koje se montiraju na bele table (whiteboard). Najpoznatiji model kompanije je Mimio Xi, koji je u sklopljenoj poziciji 24 cm, a u otvorenoj poziciji 47 cm dugačak i težak manje od 0,5 kilograma. Uz pomoć ovog sistema je moguće koristiti maksimalno 240x120 veliku površinu. Montiranje i kalibracija je jednostavna, cena sistema je dostupna. Integrisana memorija omogućuje snimanje 10 sati obrazovnog materijala, bez opterećenja kapaciteta računara. Softverska podrška (Mimio Notebook, Mimio Tools) je odgovarajuća za potrebe prosečnog korisnika.

Mimio Xi sa dodatcima



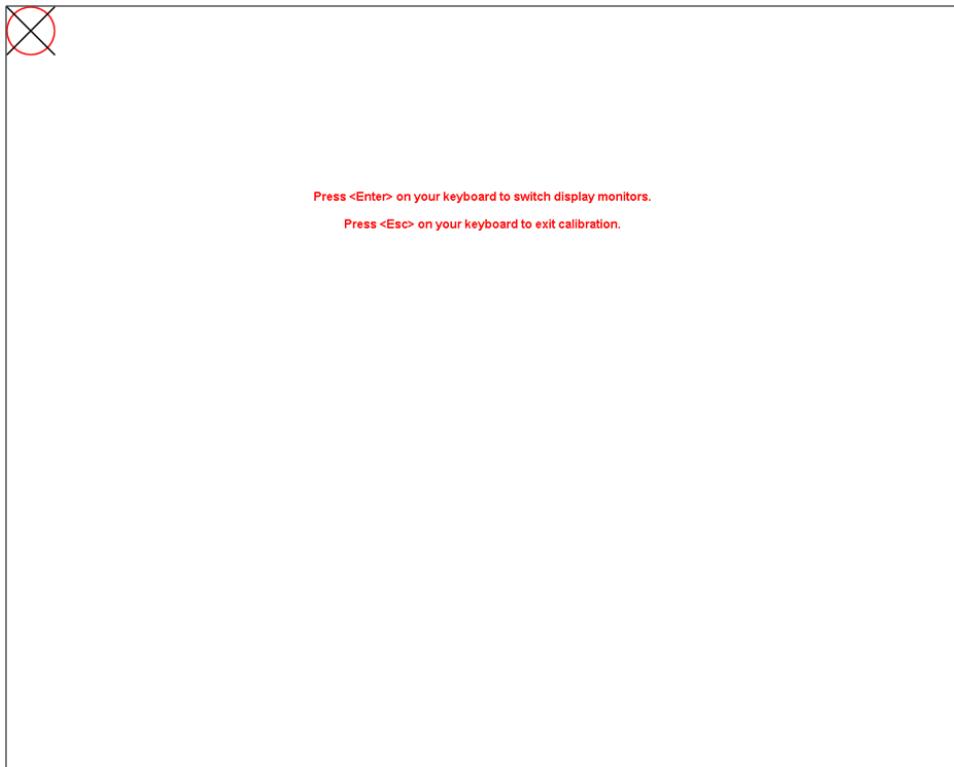
Montirana interaktivna tabla (senzor) registruje signale specijalne olovke (stylus pen) u trenutku dodira površine. Olovka šalje 87 signala svakog sekunda, putem ultrazvuka i infra-crvene komunikacije. Od senzora signal stiže u računar, koji ga obrađuje, tumači i odgovarajući odgovor šalje do uređaja za prikazivanje slike (monitor, projektor).

Princip funkcionisanja Mimio Xi table



Da bi interaktivna tabla mogla da odredi poziciju kursora ili klikova, potrebno je izvršiti kalibraciju. Pre kalibracije je potrebno uključiti videoprojektor, računar i pozicionirati sliku tako, da bude odgovarajuće veličine i kvaliteta i da ne bude bliže od 5 centimetara od senzora. Za startovanje kalibracije je potrebno pritisnuti kalibraciono dugme na interaktivnoj tabli. Kalibracija se izvršava tako, da se klikne (uz pomoć olovke) na sredinu crvenog kruga, koji se pojavljuje na projekciji. Pritiskom se pojavljuje sledeći krug (ukupno 9 krugova). Nakon uspešne kalibracije se sinhronizuje pozicija slika, senzor i računar, i tako se dobija jedan ekran računara, koji je osjetljiv. Može se koristiti bilo koji softver i sve funkcije računara na projektovanoj površini (softveri, Internet, specijalni alati).

Krugovi za kalibraciju interaktivne table



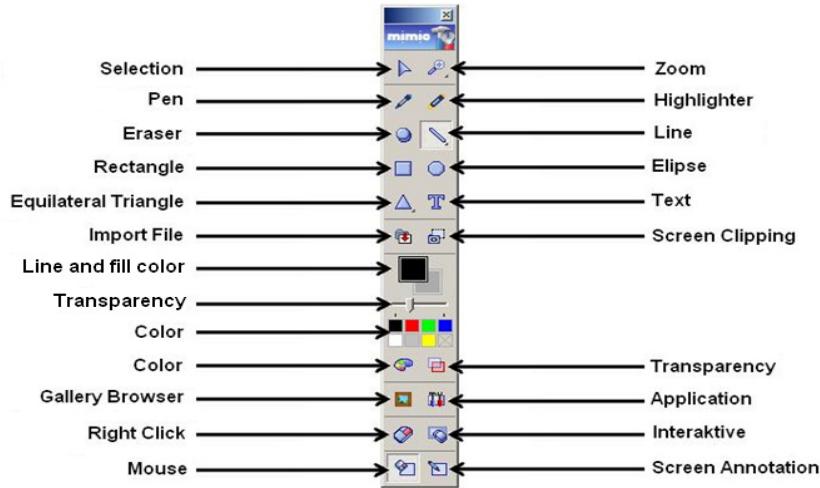
Mimio softveri

Jedinstveni softverski paket za Mimio interaktivne table se zove Mimio Studio, koji sadrži jednu paletu sa alatima (Mimio Tools) i jedan softver za kreiranje i za editovanje materijala za interaktivnu tablu (Mimio Notebook). Softveri su besplatni sa ograničenjem na primenu ugrađene galerije. U softveru je moguće snimanje video zapisa o radu na tabli ili o prikazivanju prezentacije. Najnovije verzije softvera su dostupne na engleskom jeziku, iako postoje prevodi za starije verzije programa.

Osnovne funkcije i mogućnosti ovog softvera:

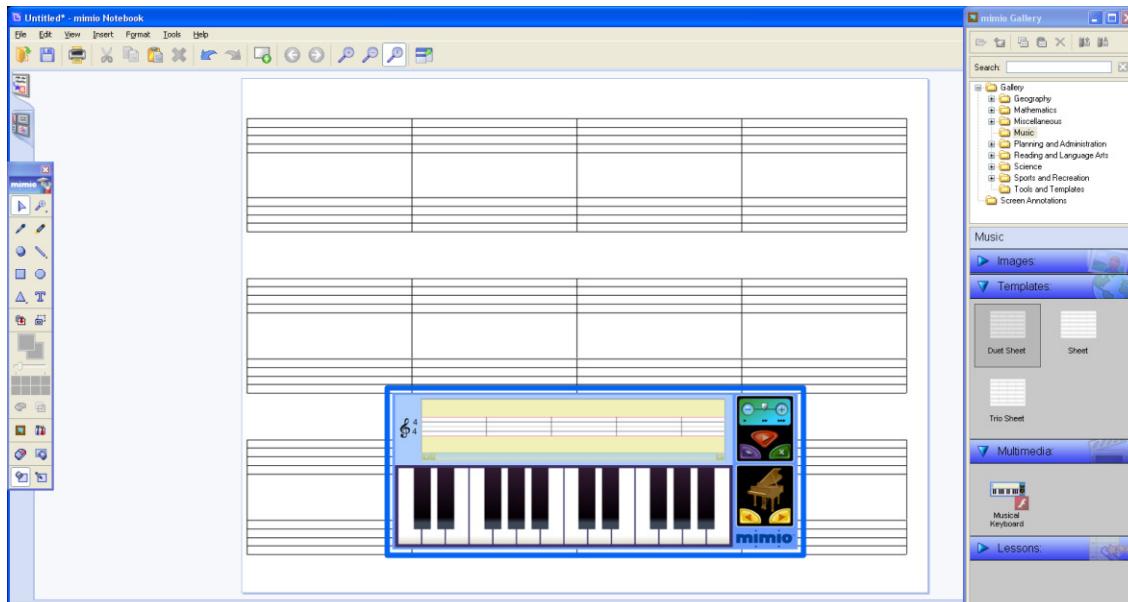
- Umetanje teksta, slika i klipartova, fajlova i raznih objekata
- Modifikacija sadržaja: premeštanje, modifikacija dimenzija, rotacija itd.
- Korišćenje sadržaja kreiranih u drugim softverima, Internet stranicama i kompatibilnost sa ostalim softverima i operativnim sistemima (PowerPoint, Word, Excel, Autocad)
- Izrađeni sadržaji se mogu snimiti u formatu, koji podržava softver (*.inc), sačuvati u formatu slika: *.bmp, *.gif, *.jpg, *.png, *.tif, *.wmf, *.emf, ili u hipertekstualnoj strukturi: *.htm. Sadržaji se mogu ponovljeno reprodukovati, štampati, poslati (putem e-mail poruka), mogu se postavljati na Internet.
- Galerija, baza pozadina, raznih objekata, šablona za razne procese, multimedija i interaktivnih sadržaja. Sakrivanje i otkrivanje saržaja uz pomoć raznih alata.

Paleta sa alatima u softveru Mimio Tools



U softveru Mimio Notebook je moguće kreiranje prezentacija, koje su optimizovane za projekciju na interaktivnoj tabli. Mogućnosti i profil softvera je sličan PowerPoint softveru, s tim da Mimio Notebook ostvaruje potpunu kompatibilnost sa ostalim alatima softverskog paketa Mimio Studio. Iako je softver deo programskog paketa, koji pruža kompanija Mimio, prikazivanje kreiranog sadržaja je moguće i u ostalim softverima, na ostalim modelima interaktivnih tabli. Rad u softveru je omogućen i kada hardver (tabla) nije priključena računaru. U softveru Mimio Notepad je moguće kreiranje odvojenih stranica i definisanje hipertekstualnih i hipermedijalnih linkova između ovih stranica i ostalih sadržaja.

Softver Mimio Notebook sa galerijom i sa interaktivnim sadržajima (virtualna klavijatura)



Smart interaktivna tabla

Kompanija SMART (sedište: Kanada) je jedna od vodećih na tržištu interaktivnih tabli, koje se montiraju na stalak, ugrađuju se u zid ili se montiraju na zid. Ovi proizvodi ne čine interaktivnu površinu od bele table i većina su manje mobilni i spadaju u grupu mehanih interaktivnih tabli. Cena table je najviša na tržištu (u odnosu na prethodne dve table), ali kvalitet table i softverska podrška je na visokom nivou.

SMART proizvodi su slični klasičnoj tabli, poseduju policu za pisaljke, za brisač i podni stalak na točkovima. Površina table je otporna na ogrebotine, kompatibilna sa klasičnim markerima i čisti se sredstvom za čišćenje bele table. Na površinu je moguće pisati i prstom i specijalnom olovkom (koja se softverski aktivira, kada se izabere sa police). Uz pomoć dugmeta na tabli, lako se može uključiti virtualna tastatura i desni klik miša.

Smart SB640, jedan od najpoznatijih SMART proizvoda



SMART softveri

Softverski paket za SMART interaktivne table čine SMART Board Tools (paleta sa alatima) i SMART Notebook (program za kreiranje i za editovanje).

SMART Board Tools sadrži najčešće korištene alate i pozicionirana je na ivici desktop-a. Dostupni su alati, koji se mogu pokrenuti i sa table (pisaljke, brisač, virtualna tastatura, aktiviranje desnog klika). Iz programa je moguće i direktno startovanje softvera SMART Notebook.

Alati softvera SMART Board Tools



SMART softver sadrži sve alate za kreiranje interaktivne i multimedijalne prezentacije. Pored alata, spomenutih kod mimio Notebook, moguće je koristiti digitalno crnilo, digitalno mastilo, linije u obliku cveća, smajli karaktera, linije koje nestaju, itd. Ovi alati se mogu koristiti uz pomoć ruke (prstom) korisnika, a pored toga softver prepoznaće rukopis. Iako dodir prstom ostavlja trag „mastila“, u dnu table je polica sa flomasterima i sa sunđerom. Ovi alati su „lažni“, jer funkcionišu putem aktiviranja senzora na polici.



Osim ovih interaktivnih tabli postoje i druge koje proizvode različite kompanije (*Hitachi, Numonics, Promethean, TouchIT...*). O njima nisam pisao jer su izuzetno skupe i zbog toga u dogledno vreme verovatno neće biti prisutne u našim školama.

Oblici nastave i obrazovne aktivnosti u kojima se mogu koristiti interaktivne table

Interaktivna tabla podržava većinu modela nastave u učionici. Naročito je efikasna kada se primenjuje u manjoj grupi, koja se zasniva na interaktivnosti i na aktivnosti članova. Primena interaktivne table u školskim aktivnostima razvija digitalnu pismenost i IKT veštine učenika. Adekvatna primena interaktivne table podstiče motivaciju učesnika u nastavi (učenika i nastavnika), pored toga povećava efikasnost nastave.

Uz pomoć interaktivne table se postavlja pitanje, koje aktivira učenike na odgovor i na postavljanje novih pitanja, a s tim omogućuje efikasan i aktivan prenos novih informacija i bolje savladavanje putem ponavljanja. Centralnu ulogu dobija interaktivni sadržaj, koji određuje odgovarajući tempo nastave.

Interaktivna tabla je pogodna za korišćenje umesto klasične table, sa tim da su boje, forme i slike dostupne praktično u neograničenom broju. Sačuvane slike, crteži na tabli omogućuju bržu reprodukciju sadržaja za vreme ponavljanja.

Interaktivna tabla se može primeniti u sledećim modelima:

- Razne aktivnosti učenika kod interaktivne table (rešavanje zadataka, prezentacija, objašnjavanje)
- Pojedinačan rad, rad u paru i grupi, sa računara na koji je priključena interaktivna tabla (rešavanje zadataka, prezentacija, objašnjavanje)
- Pojedinačan rad, rad u paru i grupi, koristeći dodatke interaktivne table (reakcijski sistemi, tabla za pisanje)

Pored unapred pripremljenih materijala primenom ovog alata je moguća primena i materijala koji se finalizuju na času, dodatnim pisanjem, brisanjem i umetanjem raznih elemenata. U sistemu je moguće čuvanje slika i grafikona, koje bi predavač teško mogao nacrtati. Prikazivanjem tih slika za vreme predavanja, predavanje „zaživi“ i više privlači pažnju publike.

Najveće prednosti obrazovnog modela, gde je uvedena interaktivna tabla:

- Otvoren je za virtualni svet (IKT tehnologija)
- Potpuna hardverska kompatibilnost
- Nastava postaje interaktivna, učenici se uključuju u proces nastave i u radu kod table i to pre svega na interesantan i na efikasniji način
- Sakrivanjem sadržaja uz pomoć interaktivnih „roleta“ se ostvaruje postepeni prenos informacija koji omogućuje efikasnije učenje, veću motivaciju i sa tim veću pažnju i disciplinu učenika
- Jedan deo alata softvera interaktivne table omogućuje spajanje funkcija klasičnih i interaktivnih tabli (pozadina sa linijama, kvadratirana tabla, tabla sa kotama)
- Predavač prikazuje materijal tako, da ga ne vezuje monitor računara i pogledom može da kontaktira sa publikom.

- Nastavnik može da modifikuje i da pomera objekte na površini interaktivne table. Ova fleksibilnost omogućuje glasno razmišljanje za vreme izlaganja.
- Moguće je čuvanje kreiranog materijala, ponovljeno korišćenje, slanje, štampanje i postavljanje na Internet.
- Za vreme predavanja je moguće prikazivanti slike table ili snimke celih procesa sa prethodnih časova, pored toga materijali se mogu menjati, razvijati i dopuniti.

Interaktivna tabla uklanja nedostatke klasične prezentacije, kada je tempo previše brz, jer nastavnik za vreme prezentacije objašnjava, crta, premešta, otkriva elemente, dok kod klasične prezentacije nastavnik menja slajdove uz pomoć kliktanja. Ova metoda daje dovoljno vremena učenicima za praćenje procesa, za bolje usvajanje gradiva i za pravljenje skica.

Interaktivna tabla se primenjuje najefikasnije u učenju jezika, u prirodnim naukama (naročito matematici i fizici). Iz predmeta informatika se koristi najefikasnije kod učenja korišćenja raznih softvera.

Interaktivna tabla se može koristiti u sledećim obrazovnim aktivnostima:

- Prikazivanje filmova, animacija i eksprimenata (koji zbog svog obima, tehničke neopremljenosti škole ili opasnosti po decu ne mogu biti izvedeni na licu mesta). Ovo je naročito primenljivo u nastavi fizike, koja je pre svega očigledna nauka.
- Prikazivanje materijala obrazovnog karaktera i prezentacija - koja je u većini slučajeva PowerPoint prezentacija, ali sve češće se prikazuje prezentacija, koja je kreirana u softverima interaktivnih tabli.
- Prikazivanje i primena (učenje) obrazovnih softvera. Lična primena i fizički kontakt (dodir, naročito prvi put) je za učenike važan i trajan doživljaj. Učenje korišćenja digitalne table se odvija uz pomoć igre.
- Računarske (didaktičke) igre omogućuju usavršavanje korišćenja interaktivne table.
- Učenje raznih korisničkih softvera: interaktivna tabla je kompatibilna sa ostalim softverima, počevši od operativnog sistema sve do brovsera. Pogodna je za prikazivanje raznih operacija u korisničkim softverima kao što su Word, Excel i PowerPoint.
- Surfovovanje na Internetu: zna se da je interaktivna tabla upravo osetljiva, uveličana i projektovana slika računara. Sa tim je moguće i korišćenje Interneta na interaktivnoj tabli (ako je računar podešen i poseduje odgovarajuće hardverske elemente).
- Komunikacija putem Interneta kod table: e-mail, chat, telefoniranje, videokonferencija.

Može se konstatovati da je najveća prednost interaktivne table u obrazovanju to da učenici vide velike i žive slike, pored toga su u kontaktu sa materijalom (virtualni materijal i osetljiva površina table) tako što prstima ili specijalnom olovkom pomeraju slova, brojeve, reči, upisuju tačan odgovor, otkrivaju rešenja zadataka itd. Sve to doprinosi efikasnijoj nastavi sa motivisanim učesnicima.

Nedostatci interaktivne table:

- Predavač mora da klikće sa specifičnim držanjem tela, da bi na što manju površinu table bacao svoju senku (interaktivne table kod kojih je slika projektovana sa prednje strane),
- Preduslov primena u obrazovanju je osnovno hardversko i softversko predznanje nastavnika,
- Softveri nisu kompatibilni međusobno,
- Kreiranje prezentacija ili obrada zahteva puno vremena.

Rezultati dosadašnjih istraživanja primene interaktivnih tabli u nastavi: Pogled na nedostatke, ograničenja i izazove

Brojna istraživanja u svetu bavila su se proučavanjem primene interaktivne table u nastavi, neka proučavajući nastavnike i interaktivnu tablu, a neka same učenike (uticaj primene IT na učenike). Prema istraživanjima Smita i dr. (2005) identifikovani su brojni uticaji interaktivne table na nastavu i učenje, a kao najvažniji pozitivni se ističu: fleksibilnost i raznovrsnost, efikasnost, podrška planiranju rada i razvijanje različitih izvora, interaktivnost i participacija učenika u nastavi, motivacija, multimedijalnost. Kao negativni uticaji (nedostaci) ističu se: nedostatak adekvatne obuke nastavnika, praktične poteškoće u radu sa tehničkom opremom. Drugi istraživači, npr. Miler i dr. (2005), kao nedostatke navode i veći utrošak vremena nastavnika za pripremu nastavnog časa, ali ističu da se to nadoknađuje kroz dobijanje kvalitetnije nastave i bolji rad učenika (interaktivniji rad, kooperativniji, sve grupe učenika su uključene, veća je pažnja i motivacija, učenici su akivniji i dr.). Ipak, prema nalazima Kogila (2004), nastavnici osećaju pritisak da moraju što pre da koriste interaktivnu tablu na najproduktivniji način i imaju osećaj nedostatka vremena da proučavaju mogućnosti te tehnologije, da se „igraju“ sa tom tehnologijom, kako bi je što bolje upoznali. Takođe, zaključci istraživanja Smita i sar. (2005) upućuju na problem same interaktivnosti, ističući da se ona pojavljuje dvojako: kao tehnička i kao pedagoška interaktivnost. Nijedna interaktivnost ne treba da se pojavljuje samostalno, jer se tako ne koriste u potpunosti potencijali interaktivne table. Upravo je to problem u praksi – nastavnici često vrše interakciju sa tablom, dok učenici posmatraju, ili sa druge strane, nastavnik vrši interakciju sa učenicima ili je interakcija među samim učenicima, a u tim slučajevima interaktivna tabla ima pasivnu pokazivačku ulogu (ulogu displeja, ekrana). Upravo je to jedan od osnovnih problema koji se mora prevazilaziti sistemski, od samog uvođenja interaktivne table u učionice, da se te dve dimenzije interaktivnosti objedine, da interaktivna tabla postane sredstvo koje podstiče nastavnika i učenike da misle, ali ne da misle o njoj samoj. Sa druge strane, prema rezultatima većine istraživanja koja su se bavila proučavanjem učenika u kontekstu primene interaktivne table: učenici visoko vrednuju korišćenje IT, naročito u: igricama namenjenim celokupnom razredu, zajedničkom pretraživanju Interneta; a takođe i zbog auditivnih, vizuelnih, taktilnih mogućnosti same table, i multimedijalnosti. Ipak, i iz ugla učenika, mogu se istaći nedostaci i problemi u radu sa interaktivnom tablom: tehničke poteškoće, problem da se tabla jasno vidi u različitim

uslovima u učionici (raspored sedenja, osvetljenost i uglovi svetlosti, i dr.); nedovoljno razvijene veštine nastavnika i učenika za „rukovanje“ IT, nejednake mogućnosti i prilike da svi učenici nezavisno, samostalno, podjednako rade na IT, nedovoljna ujednačenost u korišćenju IT (neki učenici više, a neki manje rade na tabli). Takođe, nekim učenicima je neprijatno kada treba da budu izloženi kritičkim komentarima svojih drugova dok rade na IT (istraživanja Gilena i sar.). Većina ovih nedostataka se može prevazići dobrom organizacijom od strane nastavnika. Henesi i sar. su iz svojih proučavanja zaključili da nastavnik treba da: vispreno, umešno organizuje učešće učenika tako da oni saradnički rade, da obezbedi fluentnost učeničkih ideja, da bude dovoljno kognitivnih izazova za učenike, da prisvoji ideje učenika u pojašnjavanju formalnih znanja. Na taj način će se obezbediti učenička nezavisnost i samoinicijativnost u radu.

Koristi i prednosti interaktivne table prepoznate su i od strane nastavnika i od strane učenika, ali, takođe, prepoznati su i nedostaci, ograničenja i poteškoće. Ipak, širom rasprostranjeno mišljenje je da je interaktivna tabla moćan uređaj, koji gotovo da donosi „čuda“ u nastavi . Međutim da li je ta moć zaista didaktički iskorišćena i šta se krije u pozadini? Neka istraživanja (Burdena i Kenevela i Higinsa) usmerila su nastavnike da sagledaju IT izvan njihove početne atraktivnosti i da koriste IT na pedagoški svrsihodan način. Iako je interaktivna tabla proklamovana kao nastavno sredstvo koje uključuje celokupno odeljenje u proces učenja, ipak postoje još uvek nedoumice oko pitanja: šta rade drugi učenici dok jedan učenik radi na IT? Tu se ispoljava bojazan nastavnika da ne mogu da osiguraju da svi učenici učestvuju u radu. Da bi se ovo prevazišlo neophodno je pripremanje i obuka nastavnika za korišćenje IT kao efikasnog i svrshodnog nastavnog sredstva u kontekstu pedagoško-didaktičkih zahteva. Takođe, često se dešava da se nastava odvija isključivo frontalno, a da se zanemaruju ostali oblici rada. Nastava je, prema istraživanjima često orijentisana i usmerena na celo odeljenje, umesto da postane nastava usmerena na učenika. Iz ovog i mnogih drugih istraživanja nameće se pitanje da li primena interaktivne table doprinosi da u centru nastave bude učenik, ili primena IT doprinosi da, i dalje, nastavnik bude u središtu nastavnog procesa. Jedno od glavnih kritika koje se upućuje primeni IT u nastavi je da ona pojedinim nastavnicima služi kao pomoćno didaktičko sredstvo koje ima ulogu da promoviše nov način prenošenja informacija i nov način predavanja, i da se tako previđaju potencijali IT (da i podučavanje i učenje učini interaktivnim). Neretko se dešava da interaktivna tabla preuzeće ulogu projektor-a, i tako izgubi svaku svoju dalju funkciju osim projektorske. Takođe, finansijski aspekt nije zanemarljiv kada govorimo o nedostacima i upozorenjima za primenu IT u nastavi. Naime, ukoliko IT nije propočena i ostalim propratnim tehničkim uređajima (npr. daljinskim upravljačima za odgovor učenika, displejima za učenike i dr.) njena interaktivnost se u startu umanjuje i ograničava, bez obzira na umešnost i obučenost nastavnika.

Pedagoški aspekti: nivoi i faze primene interaktivnih tabli

Kvalitet i vrednost nastave zavise, pre svega, od umešnosti i sposobljenosti nastavnika za rad sa tehnologijom. Pogrešno je mišljenje da će tehnologija, sama po sebi, dovesti do kvalitetnije nastave. Neophodno je da nastavnici dobro poznaju mogućnosti i potencijale tih IKT tehnologija, ali i da ih primenjuju u skladu sa pedagoškim i didaktičkim normativima. Lerman i Zevenbergen su ukazali na to da

postoji rizik da primena interaktivne table u nastavi umanji kvalitet same nastave. Oni su istakli da je neophodno da nastavnici izmene svoju uobičajenu nastavnu praksu prilikom korišćenja IT. U tom smislu oni navode nekoliko problema: nastavnici ne pružaju dovoljno vremena da učenici sami dođu do odgovora, prebrzo se prelaze sadržaji, pitanja (kvantitet nauštrb kvaliteta); drugi problem je taj što nastavnici imaju običaj da okupe učenike u grupe i da interaktivna tabla privlači pažnju učenika za ono što će nastavnik da predaje, dok učenici, sa druge strane, radije žele da imaju mogućnost da sami aktivno učestvuju u radu na IT. Stoga, presudno i odlučujuće u korišćenju IT u nastavi nije samo šta nastavnik radi već i kako to radi.

Načini uvođenja i primene interaktivne table u školama i nastavi su kategorizovani u nekoliko nivoa i faza. Gibson (prema M. Nortkote i sar., 2010), navodi nekoliko faza razvoja tehnologije: infuzija, integracija i transformacija. Ove faze se odnose na celokupnu školu, i značajne su prilikom posmatranja, korišćenja i usvajanja IT na nivou cele škole. Sa druge strane, za nastavnike je značajnija klasifikacija Hupera i Riebera iz 1995.g. (prema M. Nortkote i sar., 2010) na osnovu koje je moguće utvrditi i analizirati kako pojedinačni nastavnici koriste i usvajaju IT u svom radu. Oni ističu 5 faza za uvođenje interaktivne table i u svakoj toj fazi uključen je nastavnik. Ove faze su:

- 1) upoznavanje: tipično je da nastavnik posmatra i ceni mogućnosti IT,i planira da je koristi na času kao sredstvo za demonstraciju;
- 2) upotreba-korišćenje: nastavnik će najverovatnije koristiti IT umesto prethodnih sredstava i nastavnih strategija i tehnika rada; neke prednosti tehnologije su prepoznate i koriste se; ali u ovoj fazi još uvek postoje izvesne nepoznanice i nedovoljno iskustvo koje će umanjiti nastavnikovo interesovanje za IT kao nastavno sredstvo;
- 3) integracija: nastavnici uvode i uključuju (inkorporiraju) IT u svakodnevnu nastavnu praksu, redovno, pravilno i efikasno je koriste;
- 4) preusmeravanje (preorientacija): nastavnici uče o mogućnostima i potencijalima IT u nastavnom radu, zajedno i uporedo sa svojim učenicima; nastavnici iskazuju uzbuđenost zbog mogućnosti koje IT pruža za što bolje učenje njihovih učenika, ali i za što kvalitetnije predavanje koje oni pružaju svojim učenicima;
- 5) razvoj (evolucija): nastavnici sagledavaju i uočavaju da je IT veoma prilagodljivo nastavno sredstvo i koriste je kako bi što bolje odgovorili na potrebe svojih učenika, a istovremeno ostaju otvoreni za nove ideje i načine korišćenja IT.

Primetno je da se u prve dve faze uvodi nova tehnologija i nastavnik se upoznaje sa njom. Nakon tog „upoznavanja“ nastavnik počinje da je koristi, prvo bitno na ličnom nivou ili u ograničenim situacijama, dok se u trećoj fazi ta tehnologija (odnosno IT) integriše u nastavnikovu pedagošku praksu. Drugim rečima, nastavnik primenjuje novo sredstvo u okviru svoje već postojeće nastavne prakse. Nakon toga sledi korak dalje: nastavnici preusmeravaju svoju nastavnu praksu i razvijaju je na onaj način koji će dovesti do maksimalnog iskorišćenja didaktičkih potencijala IT, uz poštovanje pedagoških načela. Dostizanje ili nedostizanje ovih faza direktno utiče na kvalitet

nastave i učenja koje se odvija uz pomoć IT. Treba napomenuti da je pogrešno ostaviti isključivo nastavniku da samostalno dosegne ove faze, jer je nastavnicima neophodna podrška i strategija školskih uprava, Ministarstva i drugih organa, kako bi se obezbedilo i olakšalo napredovanje nastavnika kroz sve ove faze. S obzirom na to da je uvođenje i primena interaktivne table u nastavi još uvek u ranoj fazi i da ne postoji ujednačenost u shvatanjima dosadašnjih stručnjaka (neki ističu da je IT usmerena na učenika, neki da je usmerena na rad sa celokupnim odeljenjem) može se reći da ne postoji jasno doneta i usklađena tumačenja o primeni IT u nastavi. Ipak, uprkos tome, može se zaključiti da je uspešna i efikasna primena interaktivne table u nastavi (kao i primena mnogih drugih IKT alata i nastavnih sredstava), najverovatnije više usko povezana i u tesnoj korelaciji sa pedagoškim veštinama, znanjima i sposobnostima samih nastavnika, a manje sa karakteristikama i odlikama IT kao tehničko-tehnološke novine.

Interaktivne table u našim školama

Na osnovu nekih istraživanja, može se konstatovati da mali broj naših škola poseduje interaktivnu tablu. Nastavnici malo znaju o mogućnostima i o efikasnosti interaktivne table. Glavna prepreka kod kupovine interaktivne table su u većini slučajeva loša finansijska situacija škola. Postoji namera nekih nastavnika, naročito mlađe generacije, da se obuče za korišćenje IT u nastavi, kao i za kreiranje edukativnih sadržaja putem softvera interaktivne table. Primena interaktivnih tabli bi tada bila od prvobitnog korišćenja umesto klasične table, kroz već navedene faze, sve intenzivnija do potpune interaktivne primene.

Primećuje se i otpor nastavnika (naročito starije generacije) prema interaktivnim tablama. Nastavnike, koji su zaostali u procesu računar, računar + projektor, najverovatnije ni interaktivna tabla neće motivisati toliko da digitalizuju klasične sadržaje (pisane sadržaje na papiru). Kod ovih nastavnika rezultati se postignu, isključivo sa distribucijom gotovih sadržaja, koje se koriste samostalno ili se ugrađuju u prezentacije. Međutim i u ovom slučaju se javljaju teškoće: strah od neuspeha - koji se može desiti za vreme celog procesa sve od preuzimanja (download) materijala do prikazivanja prezentacije.

Samo opremanje škola interaktivnim tablama ne znači da se, automatski, podiže nivo i kvalitet nastave, niti da se ona obogaćuje, pa čak ni da se uopšte koriste u nastavi. Da bi do toga došlo neophodno je obezbediti obuku nastavnika, kao i njihovo osvećivanje za doživotno usavršavanje i praćenje trendova u obrazovanju. Drugi problem koji se mora prevazići je obezbeđivanje neophodne logistike nastavnicima koji koriste interaktivne table, a to se, pre svega, odnosi na stvaranje obrazovnih resursa na srpskom jeziku, kao i odgovarajućih softverskih paketa koji se mogu koristiti u radu sa pametnim tablama. Neki softverski paketi postoje u našoj zemlji, ali su oni neznatni u odnosu na nepregledne onlajn resurse u svetu (npr. Smart table imaju blizu 7000 dostupnih različitih nastavnih sadržaja i lekcija, Hitachi takođe ima veliki broj besplatnih Online resursa). Takođe, nedovoljno poznавanje mogućnosti interaktivnih tabli od strane nastavnika umnogome umanjuje potencijal koje ove table imaju. Stoga, veliki brendovi u svetu pružaju i stalno dostupnu obuku i usavršavanje nastavnika za korišćenje interaktivnih tabli, dok je u našoj zemlji to vrlo ograničeno (na svega par akreditovanih seminara) ili na površne prezentacije (jedna do dve) koje kompanije-

uvoznici interaktivnih tabli realizuju u školama. Ostalo je na samim nastavnicima, na njihovoj individualnoj motivisanosti i samoinicijativi. Da bi interaktivne table u potpunosti pružile svoje potencijale u školama u Srbiji, smatram da je neophodno sistemsko obučavanje i osposobljavanje nastavnika (kako tehničko, tako i didaktičko-metodičko) za rad na interaktivnim tablama, ali i obezbeđivanje neophodnih obrazovnih resursa na srpskom jeziku. Zbog toga apelujem na sve koji bi svojim angažovanjem mogli pomoći da se ovaj problem prevaziđe. U prvom redu mislim na Ministarstvo prosvete koje bi trebalo da pokrene akciju povezivanja školstva sa programerima koji bi mogli da naprave odgovarajuće softvere iz raznih nastavnih oblasti, kao što su to uradile njihove kolege u drugim zemljama, prvenstveno engleskog govornog područja. Ti softveri treba da su lako primenljivi u nastavi na našim prostorima i u našim uslovima, da bi se pružila neophodna podrška onim nastavnicima koji su motivisani za primenu ove tehnologije u podizanju kvaliteta nastave, ali i da bi se polako uključivali svi ostali nastavnici.

Zaključak

U ovom radu sam pokušao da istaknem važnost uvođenja interaktivne table u nastavu fizike koristeći se znanjem stečenim na seminaru i iz literature, kao i sa interneta.

Na samom početku rada objasnio sam šta je to interaktivna tabla i dao kriterijume po kojima delimo interaktivne table. Zatim sam obradio tehničke osobine IT i mogućnosti proširenja hardverskog profila. U radu sam naveo i neke od interaktivnih tabli koje postoje kod nas i u svetu. Dalje, bavio sam se oblicima nastave i obrazovnim aktivnostima u kojima se mogu koristiti interaktivne table, naveo neke rezultate dosadašnjih istraživanja primene IT u nastavi u svetu i na osnovu toga izdvojio prednosti i nedostatke, kao i pedagoške aspekte i faze u uvođenju IT u nastavu. Na kraju sam se osvrnuo na stanje u našem obrazovnom sistemu, gde sam utvrdio da je korišćenje interaktivne table još uvek nedovoljno prihvaćeno i suočeno sa mnogim poteškoćama, te sam naveo neke ideje za koje smatram da bi mogle biti od koristi.

Literatura

Kostrub Dušan, Severini Eva, Rehúš Michal (2012.): "Proces výučby a digitálne technologie", ©Doc. PaedDr. Dušan KOSTRUB, PhD. a kol., Bratislava

Adrijana Šikl: „SAVREMENA OBRAZOVNA TEHNOLOGIJA: EFEKTI PRIMENE MULTIMEDIJA U NASTAVI“, u Zborniku Tehnologija, informatika i obrazovanje za društvo učenja i znanja 6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3-5. jun 2011.,
[http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/2\)%20Pedagoske%20dimenzije%20drustva%20ucenja%20i%20znanja/PDF/224%20Andrijana%20Sikl.pdf](http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/tio6/radovi/2)%20Pedagoske%20dimenzije%20drustva%20ucenja%20i%20znanja/PDF/224%20Andrijana%20Sikl.pdf)

Kennewell Steve: *Reflections on the interactive whiteboard phenomenon: a synthesis of research from the UK*, 2006.
<http://www.aare.edu.au/06pap/ken06138.pdf>

Raonić Rade: Strategija za upotrebu interaktivne table,
<http://www.scribd.com/doc/79738954/Interaktivna-elektronska-tabla-Rade-Raoni%C4%87>

<http://www.det.wa.edu.au/education/cmis/eval/curriculum/ict/iwb/index.htm#classroom>

<http://www.mimio.com/en-EM.aspx>

<http://smarttech.com/>

Kratka biografija

Miroslav Mernjik, rođen 10. avgusta 1986. godine u Novom Sadu. Završio gimnaziju „20.Oktobar“ u Bačkoj Palanci. 2005. godine se upisao na Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta u Novom Sadu, na Departman za fiziku, smer astronomija sa astrofizikom. Radi u osnovnoj školi „Jan Čajak“ u Bačkom Petrovcu.



UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO - MATEMATIČKI FAKULTET
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:
RBR

Identifikacioni broj:
IBR

Tip dokumentacije: **TD** Monografska dokumentacija

Tip zapisa: **TZ** Tekstualni štampani materijal

Vrsta rada: **VR** Diplomski rad

Autor: **AU** Miroslav Mernjik

Mentor: **MN** Dr Dušan Lazar

Naslov rada: **MR** Interaktivne table u nastavi fizike

Jezik publikacije: **JP** Srpski /latinica

Jezik izvoda: **JI** Srpski/Engleski

Zemlja publikovanja: **ZP** Srbija

Uže geografsko područje: **UGP** Vojvodina

Godina: 2013

GO

Izdavač:

IZ

Autorski reprint

Mesto i adresa:

MA

PMF, Trg Obradovića 3, Novi Sad

Fizički opis rada:

FO

10 poglavlja, 32 strana, 17 slika

Naučna oblast:

NO

Metodika nastave fizike

Naučna disciplina:

ND

Fizika

Ključne reči:

PO

Interaktivna tabla, nastava fizike

UDK:

Čuva se:

ČU

Biblioteka departmana za fiziku, Novi Sad

Važna napomena:

VN

Izvod:

IZ

Datum prihvatanja teme:

26.09.2012.

od strane NN veća

DP

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

KO

Predsednik:

dr Milan Pantić, redovni profesor

Član:

dr Dušan Lazar, vanredni profesor, mentor

Član:

dr Dušanka Obadović, redovni profesor

UNIVERSITY OF NOVI SAD
FACULTY OF SCIENCE
KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification umber:

INO

Document type:

DT

Monograph type

Type of record:

TR

Printed text

Contents Code:

CC

Graduate assay

Author:

AU

Miroslav Mernjik

Mentor:

MN

Dr Dušan Lazar

Title:

XI

Interactive whiteboard in teaching physics

Language of text:

LT

Serbian/Latin

Language of abstract:

LA

Serbian/English

Country of publication:

CP

Serbia

Locality of publication:

LP

Vojvodina

Publication year: PY	2013
Publisher: PU	Author's reprint
Publ. place: PP	21000 N.Sad, Trg D. Obradovića 3.
Physical description: PD	10 chapters, 32 pages, 17 photos
Scientific field: SF	Methods of teaching physics
Scientific discipline: SD	Physics
Key words: UC	Interactive whiteboard, teaching physics
Holding data:	Library of Department of Physics, Novi Sad
HD Note:	
Abstract: AB	
Accepted by the Scientific Board on:	26.09.2012.
Defended:	
Thesis defend board: Member: Member:	dr Milan Pantić dr Dušan Lazar dr Dušanka Obadović