

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

Alati za virtualne laboratorije srednje škole

Gordana Borotić, Dorotea-Klara Vinski

Zagreb, siječanj 2022.

SADRŽAJ

SADRŽAJ.....	2
Uvod.....	4
O virtualnim laboratorijima	5
Problematika.....	8
Virtualni laboratoriji po predmetima	9
INFORMATIKA	9
Kompajleri za programske jezike	9
Kalkulator za prevođenje brojeva iz jedne brojevne baze u drugu	10
Kalkulator za zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje	10
Logički izrazi i sklopovi, minimizacija	10
MATEMATIKA	12
Općeniti alati	12
Online znanstveni kalkulator	13
FIZIKA.....	14
Općeniti alati	14
Online znanstveni kalkulator	14
KEMIJA.....	15
Laboratoriji	15
Simulacije.....	15
Online znanstveni kalkulator	15
BIOLOGIJA.....	16
GEOGRAFIJA	17
STRANI JEZICI	19
Rječnici.....	19
Aplikacije za samostalno učenje stranih jezika.....	19
HRVATSKI JEZIK	21
PSIHOLOGIJA	22
LOGIKA	23
SOCIOLOGIJA	24
POVIJEST	25
POLITIKA I GOSPODARSTVO	26
FILOZOFIJA	27
GLAZBENA UMJETNOST.....	28

Virtualno sviranje instrumenata	28
Alati za učenje glazbe.....	28
Kreiranje glazbe	28
LIKOVNA UMJETNOST	29
Alati za miješanje boja.....	29
Alati za crtanje i skiciranje	29
VIRTUALNI LABORATORIJI ZA SREDNJE TEHNIČE ŠKOLE	30
Popisi simulacija	30
Popis virtualnih laboratorija	30
Upute za pronalazak virtualnog laboratorija	31
Usporedba virtualnih laboratorija	33
Daljnji razvoj	39

Uvod

U današnje vrijeme Internet je prepun informacija koje nam olakšavaju učenje i proces učenja čine zanimljivijim. Možemo pronaći brojne alate za provjeru znanja, ilustracije, simulacije, videa, digitalne udžbenike, igrice za učenje i još mnogo toga, no ponekad se je teško snaći u toj šumi podataka i izgubimo želju za pronalaskom kvalitetnog sadržaja jer je za to potrebno uložiti vrijeme.

Mi ćemo se u ovom udžbeniku fokusirati na virtualne laboratorije. Upoznat ćemo se s konceptom virtualnog laboratorija, što oni jesu, što od njih očekujemo i koja su svojstva idealnog laboratorija. Predstaviti ćemo vodič kroz neke korisne virtualne laboratorije za predmete opće gimnazije, srednje elektrotehničke škole i njihova svojstva. Pokazat ćemo na koji način možete pronaći virtualni laboratorij iz željenog područja te problematiku s kojom smo se susreli dok smo pronalazi virtualne laboratorije po internetu.

Na kraju se nadamo da će vam ovaj udžbenik donijeti koristan pregled virtualnih laboratorija i ako ne uspijete u njemu pronaći virtualni laboratorij koji ste zamislili, da ćete naučiti na koji način ga što lakše pronaći na internetu i procijeniti njegovu kvalitetu.

O virtualnim laboratorijima

Virtualni laboratorij predstavlja računalnu simulaciju fizičkog laboratorija koja oponaša eksperimente i scenarije s kojima se korisnici mogu susresti u stvarnom svijetu. Također, virtualni laboratoriji mogu predstavljati konstrukt nepostojećeg laboratorija za koje ne postoji eksperiment koji bi bio ekvivalent tom virtualnom laboratoriju u stvarnosti. Simulacije virtualnih laboratorija se izvršavaju udaljeno na serverima te se tijekom simulacije i rezultat prikazuju korisnicima.

Za razliku od udaljenih laboratorija koji zapravo provode stvarni eksperiment s udaljene lokacije, ovakvi laboratoriji ne troše stvarne resurse za eksperimente. Udaljeni laboratoriji omogućavaju stvarne rezultate, ali iz razloga što imaju ograničen broj korisnika koji istovremeno može sudjelovati, potrebno se unaprijed predbilježiti za takve laboratorije i imati pristup takvim laboratorijima jer to najčešće i košta.

Zato imamo virtualne laboratorije koji omogućavaju neograničenom broju korisnika, da bilo kad i bilo gdje izvedu eksperiment i provode istraživanje. Bilo da su to u stvarnosti skupi, opasni ili pak nemogući eksperimenti nema proporcionalnog troška.

Ponekad je teško odrediti što predstavlja virtualni laboratorij za pojedini predmet, npr. neki društveni predmet, sociologija, što očekujemo od njega?, što predstavlja eksperiment?, koji se parametri moraju moći podešavati? i sl. stoga ćemo kod određenih predmeta spomenuti i korisne igrice ili simulacije, koje mogu biti zamjena za virtualne laboratorije takvih predmeta.

SVOJSTVA KOJA MORA IMATI SVAKI VIRTUALNI LABORATORIJ:

- ❖ Uvijek dostupan (u bilo koje doba dana, s bilo koje lokacije gdje je dostupna mreža, ako je mreža uopće potrebna za rad)
- ❖ Ima mogućnost ponovnog pokretanja, s istim ili različitim ulaznim parametrima (neograničen broj pokušaja za pokretanje)
- ❖ Interaktivan (edukativan, inovativan)

- ❖ Jasan i pregledan za korištenje (nije potrebna edukacija za korištenje, dovoljno je isprobavati kako bi se naučilo kako on funkcionira ili pak poyanvati gradivo)
- ❖ Sadrži korake ili upute za korištenje, kao i objašnjenje određenih akcija koje poduzima (dodatna pojašnjenja za bolje razumijevanje)
- ❖ Ima mogućnost podešavanja pristupačnosti (povećavanje/smanjivanje slova, ikona, kontrasta i sl.)
- ❖ Podržava velik broj korisnika u isto vrijeme (laboratorij održava performanse iako je spojeni velik broj korisnika u isto vrijeme)
- ❖ Ne troši stvarne resurse potrebne za eksperiment (npr. neki kemijski element u nekom kemijskom eksperimentu se ne troši u stvarnosti)
- ❖ Definiranje i dodavanje opreme i materijala (npr. kemijsko posuđe, dodavanje određene količine vode ili nekog kemijskog elementa)
- ❖ Stvaranje interaktivnih eksperimenata (vježbi, ispita ...)

DODATNA SVOJSTVA, SVOJSTVA IDEALNOG ALATA:

- ❖ Sadrži podsjetnik znanja za kvalitetno korištenje laboratorija (da bi se uopće znalo služiti odabranim laboratorijem potrebno je imati određeno predznanje koje se provjerava podsjetnikom i na taj način ukazuje na ponavljanje određenog gradiva)
- ❖ Omogućava pisanje povratne informacije, recenzije alata (kako bi se alat mogao unaprijediti po savjetima onih koji su ga koristili i ukazali na neka moguća poboljšanja)
- ❖ Sadrži ulazni i izlazni kviz za provjeru znanja ili napretka, odnosno naučenog nakon korištenja laboratorija
- ❖ Pamćenje postavki eksperimenta (za buduće pokretanje istog eksperimenta, ne treba se ponovno postavljati)
- ❖ Izvoz ili spremanje rezultata u laboratoriju (npr. zapis rezultata u tekstualnu datoteku)

Ne sadrži svaki laboratorij sva svojstva koja bi trebao. Kod nekih virtualnih laboratorija to jednostavno nije moguće zbog specifične domene u kojoj djeluje, no ovdje je dan pregled svih svojstava općenito, kako biste vrednovali virtualne laboratorije te jasno mogli odlučiti koji virtualni laboratorij je bolji od nekog drugog. Virtualni laboratoriji nekih predmeta imaju neka specifična svojstva kojih ćemo se dotaći kasnije.

Problematika

Unatoč sve većoj popularnosti i raširenosti virtualnih laboratorija, možemo uočiti njihovu neravnomjernu raspodjelu po različitim područjima.

Naime, popularizacijom znanosti se velika pažnja usmjerila na STEM područja znanosti. U ovim područjima možemo primijetiti prisutnost velikog broja različitih materijala u kojima se često teško snaći. Dodatni problem, što se tiče njihove brojnosti, čini 'pogodnost' gradiva u ovim područjima za prikaz u obliku virtualnih laboratorija i simulacija. Predmeti ovog područja se često i u tradicionalnom obliku nastave predaju uz dodatak pokaznih laboratorijskih vježbi i praktičnih primjera. Veliki izazov postaje traženje kvalitetnih sadržaja u "šumi" različitih web stranica i linkova.

S druge pak strane, predmeti koji u tradicionalnoj nastavi ne koriste laboratorijske vježbe u uvriježenom smislu su ostali pomalo zapostavljeni. Konkretno riječ je najčešće o društvenim predmetima za koje nema puno online materijala i vježbi. Izazov za ovu skupinu predmeta je naći ikakve sadržaje, bez da uopće obraćamo pažnju na kvalitetu.

Također, unatoč naporima hrvatskih profesora za unaprjeđenjem nastave i traženjem novih izvora i digitalnih obrazovnih sadržaja, ne možemo se pohvaliti velikim brojem virtualnih laboratorija i simulacija prilagođenih kurikulumu predmeta u našim školama. Ponovno, taj nedostatak je najbolje vidljiv kod društvenih predmeta, iako u svim područjima nedostaje materijala na hrvatskom jeziku.

Ovom prilikom ukazujemo na mogućnost i potrebu razvoja alata i prilagodbe postojećih za nastavu na hrvatskom jeziku.

Virtualni laboratoriji po predmetima

INFORMATIKA

Informatika je predmet čije je gradivo dosta pokriveno virtualnim laboratorijima.

Uspješno pronalazimo mnoge online kompajlere iz svih programskih jezika, alate za učenje prevođenja brojeva iz jedne baze u drugu, provođenje aritmetičkih operacija te alate za minimizaciju i slaganje logičkih sklopova. U nastavku slijedi pregled pronađenih alata.

Kompajleri za programske jezike

Postoji mnogo online kompajlera, no svi oni nude manje-više isto samo imaju izgledom drugačije korisničko sučelje. Poredani su subjektivno od boljih prema lošijim. Svi su oni na engleskom jeziku, no intuitivni su za korištenje.

➤ HTML

- [Onlinegdb - html](#)
- [Tutorialspoint.com - html](#)
- [w3schools - html](#) (osim kompajlera nudi kvizove, primjere, zadatke za vježbanje i lekcije za učenje na engleskom jeziku)
- [Onecompiler - html](#)

➤ C

- [Onlinegdb - c](#)
- [Programiz - c](#)
- [Tutorialspoint - c](#)

➤ Python

- [Onlinegdb - python](#)
- [Programiz - python](#)
- [Tutorialspoint - python](#)
- [w3schools - python](#) (osim kompajlera nudi kvizove, primjere, zadatke za vježbanje i lekcije za učenje na engleskom jeziku)

Kalkulator za prevođenje brojeva iz jedne brojevnice baze u drugu

- [e.udzbenik konverter](#)
 - Kalkulator nudi pretvorbe brojeva između heksadekadske, binarne, oktalne i dekadске baze. Omogućava odabir više baza i računa pretvorbu iz jedne baze u sve ostale odabrane baze. Decimalni brojevi nisu mogući.
- [rapidtable base-converter](#)
 - Kalkulator nudi mogućnost pretvorbe brojeva između mnogih baza podataka, uključujući, ne samo osnove (2, 8, 10, 16) što je super za one koji žele znati više. Na engleskom jeziku je, ali je jednostavan za korištenje. Prikazuje i postupak.
- [periodni pretvaranje brojevnih sustava](#)
 - Pretvaranje decimalnog broja u heksadekadski (binarni, oktalni, ...) i obrnuto.

Kalkulator za zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje

- [rapidtables base-calculator](#)
 - Omogućava jednostavne operacije kao što su zbrajanje, oduzimanje, množenje i dijeljenje u mnogim brojevnim bazama.
- [calcprofi binarni-brojevi-kalkulator](#)
 - Binarni kalkulator, jednostavan i intuitivan za korištenje.

Logički izrazi i sklopovi, minimizacija

- [boolean-algebra](#)
 - Minimizira uneseni logički izraz te prikazuje postupak korak po korak, tablicu istinitosti te logički sklop koji predstavlja početni i minimizirani logički izraz. Nudi i kviz za provjeru gradiva. Na engleskom jeziku je, ali je jednostavan za korištenje i razumljiv.

- [emathhelp boolean-algebra-calculator](#)
 - Minimizira uneseni logički izraz te prikazuje postupak korak po korak. Na engleskom jeziku je, ali je jednostavan za korištenje i razumljiv.
- [academo logic-gate-simulator](#)
 - Alat omogućava spajanje logičkih sklopova da se vidi kako se ponašaju kada su spojeni na različite ulaze i izlaze. Upute su na engleskom jeziku, no alat je vrlo koristan i kvalitetan.
- [wolframalpha boolean-algebra](#)
 - Wolfram Alpha radi s Booleovom algebrom tako što izračunava tablice istine, pronalazi normalne oblike, konstruira logičke sklopove i još mnogo toga. Na engleskom jeziku. Odličan alat za vizualizacije i provjeru rješenja.

MATEMATIKA

Matematika je jedan od predmeta koji nudi mnoštvo virtualnih laboratorija za učenje. Svakako preporučujemo da proučite i iskoristite alate kao što su GeoGebra i Wolfram Alpha jer nude širok spektar mogućnosti i rješavaju velik broj matematičkih problema u srednjoj školi. Uz navedena 2 alata naveli smo i stranice koje nude mnogo virtualnih laboratorija iz matematike svrstanih po područjima gdje lako možete pronaći što vam treba.

Općeniti alati

- [Geogebra](#)
 - Interaktivna aplikacija za geometriju, algebru, statistiku i račune, namijenjena učenju i podučavanju matematike i znanosti. Nudi mnoštvo vizualizacija grafovima i tablicama, računanje, kalkulator i ostale funkcionalnosti potrebne za uspješno savladavanje matematike. Na engleskom jeziku je. Jedan od sveobuhvatnih alata za učenje matematike jer nudi široki spektar mogućnosti. Svakako predlažemo da za svaku lekciju provjerite što nudi aplikacija i kako vam to može pomoći u nastavi.
- [Wolfram Alpha mathematics](#)
 - Wolfram Alpha je znanstvena tražilica koja za razliku od klasičnih tražilica tipa Google, pomoću ugrađenih algoritama pokušava odgovoriti na vaš upit odnosno pitanje iz domene matematike, ali i nekih drugih predmeta. Rješava mnoge matematičke probleme, diferencijalne jednadžbe, algebarske zadatke, zadatke riječima, probleme iz statistike, geometrije, trigonometrije i još mnogo toga. Nudi mnoštvo vizualizacija grafovima i tablicama, računanje, crtanje funkcija, kalkulator i ostale funkcionalnosti potrebne za uspješno savladavanje matematike. Snalaženje je vrlo jednostavno te svakako preporučujemo da isprobate mogućnosti koje nudi. Također, alat nudi i mnogo primjera iz svih područja, objašnjava na koji način možete pretraživati i dobivati rezultate. Jedan od sveobuhvatnih alata za učenje matematike jer nudi široki spektar mogućnosti.
- [Golabz](#)
 - Mnoštvo virtualnih laboratorija za učenje matematike. Mogućnost postavljanja filtera za hrvatski jezik, no tada puno manji broj dostupnih

laboratorija. Predlažemo da postavite filter na gradivo koje vas zanima i uzrast za koji je namijenjeno. Stranica je na engleskom jeziku.

➤ [Phet - simulations](#)

○ Mnoštvo simulacija za učenje. Mogućnost postavljanja filtera na hrvatski jezik, no tada puno manji broj dostupnih simulacija. Postavljen filter da se prikazuje gradivo samo za srednje škole. Stranica je na engleskom jeziku.

➤ [Virtual-math-lab](#)

○ Virtualni laboratoriji za crtanje u 2D i 3D prostoru, pronalazak inverza, računanje derivacija, integrala...

Online znanstveni kalkulator

➤ [calcprofi znanstveni-kalkulator](#)

➤ [Geogebra.org - scientific calculator](#)

FIZIKA

Fizika je jedan od predmeta koji nudi mnoštvo virtualnih laboratorija za učenje.

Svakako preporučujemo da proučite tražilicu Wolfram Alpha jer nudi širok spektar mogućnosti i rješava mnoge probleme iz fizike u srednjoj školi. Također, naveli smo i stranice koje nude mnogo virtualnih laboratorija iz fizike svrstanih po područjima gdje lako možete pronaći što vam treba.

Općeniti alati

- [Phet - simulations](#)
 - Mnoštvo simulacija za učenje. Mogućnost postavljanja filtera za hrvatski jezik, no tada puno manji broj dostupnih simulacija. Postavljen filter da se prikazuje gradivo samo za srednje škole. Na engleskom jeziku.
- [Wolfram Alpha physics](#)
 - Wolfram Alpha je znanstvena tražilica koja za razliku od klasičnih tražilica tipa Google, pomoću ugrađenih algoritama pokušava odgovoriti na vaš upit odnosno pitanje iz domene fizike, ali i nekih drugih predmeta. Rješava mnoge probleme iz mehanike, termodinamike, optike, magnetizma, valova i mnogih drugih tema. Nudi mnoštvo vizualizacija grafovima i tablicama, postupke, kalkulator i ostale funkcionalnosti potrebnih za uspješno razumijevanje fizike. Snalaženje je vrlo jednostavno te svakako preporučujemo da isprobate mogućnosti koje nudi. Također, alat nudi i mnogo primjera iz svih područja na koji način možete pretraživati i dobivati rezultate.
- [Golabz](#)
 - Mnoštvo virtualnih laboratorija za učenje. Mogućnost postavljanja filtera za hrvatski jezik, no tada puno manji broj dostupnih laboratorija. Predlažemo da postavite filter na gradivo koje vas zanima i uzrast za koji je namijenjeno. Na engleskom jeziku.

Online znanstveni kalkulator

- [calcprofi znanstveni-kalkulator](#)
- [Geogebra.org - scientific calculator](#)

KEMIJA

Za kemiju su dostupni i virtualni laboratoriji i simulacije. Virtualni laboratoriji omogućuju izvođenje pokusa, većinom nudeći mogućnost kombiniranja različitih reaktanata i uvjeta kemijske reakcije. Na kraju daju rezultate reakcije. Simulacije prikazuju postupke i pojave.

Laboratoriji

- [Chemreax](#)
- [Chemcollective](#)
- [GoReact](#)

Simulacije

- [PHet Colorado - kemija](#)
- [Golabz - kemija](#)
- [Labster - kemija](#)
- [Interactive simulations - chemistry](#)
- [Billvining](#)

Online znanstveni kalkulator

- [calcprofi znanstveni-kalkulator](#)
- [Geogebra.org - scientific calculator](#)

BIOLOGIJA

Iako postoje virtualni laboratoriji, za biologiju su puno češće simulacije koje prikazuju biološke procese. U nastavku teksta su linkovi na stranice sa simulacijama i desktop aplikaciju za virtualni laboratorij genetike.

- [Phet Colorado - biologija](#)
- [Labxchange - biologija](#)
- [Golabz - biologija](#)
- [Star genetic](#)
 - Desktop aplikacija za učenje genetike.

GEOGRAFIJA

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku, što ujedno znači da nema ni laboratorija koji bi služili za učenje geografije hrvatske. Materijali koji postoje su većinom simulacije s mogućnošću izmjene parametara. Na različitim stranicama, od kojih su neke navedene u nastavku teksta, je moguće pronaći materijale koji prikazuju koncepte i pojmove iz različitih područja geografije. Najzastupljeniji su astronomija i opći geografski pojmovi.

- [Golabz - geografija](#)
 - Popis i linkovi web stranica s simulacijama i labosima za područje zemljopisa.
- [Merlot - geografija](#)
 - Popis i linkovi web stranica s simulacijama i labosima za područje zemljopisa.
- [Astro-simulations](#)
 - Simulacije, svega nekoliko ali dobro prikazuju ono za što se koriste. Moguće mijenjati parametre.
- [Google arts and culture](#)
 - Nije laboratorij, ali je interaktivno i omogućuje učenje i pronalazak mnogih zanimljivosti s područja i povijesti i geografije. Google-ova baza znanja. Ima jako puno različitih materijala iako nisu sistematično posloženi. Može se provesti pretraživanje za filtraciju. Ima puno izvora o povijesti i povijesti umjetnosti. Može se ići na online turu nekim od poznatih svjetskih lokaliteta.
- [Google mape](#)
 - Nije laboratorij i često smo navikli koristiti Google mape kao sredstvo pronalaska puta do odredišta. Unatoč tome Mape pružaju mogućnost vježbe kartografije, interaktivne su i omogućuju pronalazak velikih i općenitih struktura jednako dobro kao i malih mjesta i lokaliteta. Također pružaju dodatne informacije o mjestima koja korisnik označi i u tom smislu pružaju mogućnost za učenje ne samo geografskom položaju već i kulturi pojedinih područja. Postoji mogućnost online 3D "šetnje" poznatim svjetskim lokalitetima.

- [Wolfram Alpha - political geography](#)
 - Pretraga geografskih podataka.
- [Wolfram Alpha - Croatia](#)
 - Geografski podaci o Republici Hrvatskoj.

STRANI JEZICI

Najbolji primjer laboratorija za učenje stranih jezika su interaktivni rječnici koji mogu prevesti cijele rečenice i tekstove. Pomoću njih se mogu isprobavati prijevodi na ciljni jezik, ali i provoditi provjera tekstova napisanih na jeziku koji se uči.

Veliku popularnost uživaju i brojne aplikacije za samostalno učenje stranih jezika. Ove aplikacije pružaju nešto manje slobode u smislu slobodnog upisa riječi i isprobavanja raznih mogućnosti jezika. Unatoč tome omogućuju učenje gramatike i vokabulara uz pisane primjere potkrepljene zvučnim zapisima. Većina ih podržava i glasovni unos i prepoznaju točnost izgovora. Ove aplikacije su dobar alat za neformalno učenje ili kao nadopuna predavanjima.

Rječnici

- [e-rječnik](#)
 - Rječnik koji omogućuje prijevod riječi i izraza s hrvatskog na neki od ponuđenih stranih jezika i obrnuto.
- [Google prevoditelji](#)
 - Prijevod s odabranog izvorišnog na odabrani ciljni jezik. Često smo skeptični jer do sada nije uvijek bio u potpunosti točan u prevođenju izraza, ali se ubrzano poboljšava. Ponaša se u punom smislu laboratorija, pristupačan, interaktivan, obrađuje bilo kakav unos i omogućava povratak i izvođenje više 'pokusa'. Također nudi prikaz izgovora riječi (ovu mogućnost još svakako treba unaprijediti). Omogućuje unos govorom.

Aplikacije za samostalno učenje stranih jezika

- [Duolingo](#)
 - Igra za učenje stranih jezika. Korisniku zadaje zadatke i provjerava odgovore. Hrvatski nije podržan. Ima bazu s mnogo stranih jezika i korisnog vokabulara. Gradivo je pomalo neorganizirano za nekoga tko voli voditi bilješke ili sistematično po redu učiti, ali svakako praktično za svakodnevnu upotrebu i opušteno učenje.
- [Memrise](#)

- Aplikacija za učenje stranih jezika. Korisniku zadaje zadatke i provjerava odgovore. Hrvatski nije podržan. Ima bazu s širokim vokabularom. Sistematično je organiziran u smislu da je sva gramatika zapisana na jednom mjestu i korisnik može samostalno prolaziti kroz sažetke i bilješke neovisno o zadacima.

HRVATSKI JEZIK

Za učenje hrvatskog jezika kao školskog predmeta, nema virtualnih laboratorija. Za učenje i provjeru gramatike se može koristiti alat Ispravi.me opisan u nastavku teksta, ali za učenje povijesti književnosti nema interaktivnih online materijala.

➤ [Ispravi.me](https://ispravi.me)

- Iako stranicu obično koristimo za brzo ispravljanje gramatičkih pogrešaka bez razmišljanja o obrazovanju, može jako dobro poslužiti kao laboratorij za isprobavanje pisanja sintagmi i rečenica i vježbu gramatike i pravopisa. Ponaša se kao laboratorij, bilo kakav input daje output koji je: ispravak ili njegov nedostatak što označava točnost.

PSIHOLOGIJA

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku. Kao za jednu od društvenih znanosti nema velikog izbora virtualnih laboratorija. Materijali su oskudni i zahtijevaju daljnji razvoj.

- [American Psychology Association - Online psychology laboratory](#)
 - Nudi eksperimente kakvi bi se inače obično provodili u nastavi psihologije u obliku igrica. Nudi uvid u osnovne koncepte i pojmove.

LOGIKA

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku. Kao za jednu od društvenih znanosti nema velikog izbora virtualnih laboratorija. Materijali su oskudni i zahtijevaju daljnji razvoj. Moguće je koristiti laboratorije za učenje logičkih sklopova koji se obično koriste u informatici, iako je to samo mali dio ovog predmeta.

- [Logic gate simulator](#)
 - Alat za prikaz logičkih izraza pomoću sklopova.
- [Philosophersmag](#)
 - Za neke potrebe se mogu koristiti neke od igrice na ovoj stranici namijenjene prvobitno učenju filozofije. Unatoč tome dobro prikazuju upotrebu silogizama i sličnih pojmova koji se koriste i u logici.

SOCIOLOGIJA

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku. Kao za jednu od društvenih znanosti nema velikog izbora virtualnih laboratorija. Materijali su oskudni i zahtijevaju daljnji razvoj.

POVIJEST

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku, što ujedno znači da nema ni laboratorija koji bi služili za učenje hrvatske povijesti. Postoji određeni broj takozvanih 'laboratorija' koji su napravljeni u obliku popisa tekstova i lekcija, često bez ikakvih provjera znanja ili mogućnosti interakcije. Iz tog razloga, i činjenice što su često nepregledni i nude samo tekstove koji se većinom uopće ne uče prema hrvatskom srednjoškolskom kurikulumu, u ovom udžbeniku nisu navedeni.

- [Google arts and culture](#)
 - Nije laboratorij, ali je interaktivno i omogućuje učenje i pronalazak mnogih zanimljivosti s područja i povijesti i geografije. Google-ova baza znanja. Ima jako puno različitih materijala iako nisu sistematično posloženi. Može se provesti pretraživanje za filtraciju. Ima puno izvora o povijesti i povijesti umjetnosti. Može se ići na online turu nekim od poznatih svjetskih lokaliteta.
- [Wolfram Alpha - history](#)
 - Pretraga povijesnih podataka.

POLITIKA I GOSPODARSTVO

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku. Kao za jednu od društvenih znanosti nema velikog izbora virtualnih laboratorija. Materijali su oskudni i zahtijevaju daljnji razvoj. Posebno malo materijala ima vezano na gradivo gospodarstva, iako ima popriličan broj igrica koje pokrivaju ovu temu ali je njihov opseg i trajanje malo pre dugo za korištenje u okviru obavezne nastave.

- [Modeldiplomacy](#)
 - Učenje politike kroz aktualna svjetska događanja.
- [People power game](#)
 - Igrica.

FILOZOFIJA

Nema dostupnih laboratorija na hrvatskom jeziku. Kao za jednu od društvenih znanosti nema velikog izbora virtualnih laboratorija. Materijali su oskudni i zahtijevaju daljnji razvoj. Dostupne su igrice koje učenicima kroz primjere približavaju filozofske pojmove i uvode u svijet filozofske rasprave.

- [Castle Forest Island Sea](#)
 - Choice based igrice za učenje koncepata filozofije.
- [Philosophersmag](#)
 - Igrice koje se koriste kao simulacije. Neke bi se mogle koristiti i za logiku.

GLAZBENA UMJETNOST

Vrlo malo alata koji prate plan i program glazbene umjetnosti za srednje škole, gradivo je uglavnom fokusirano na teoriju za koju nema virtualnih laboratorija. Za one koji žele obogatiti svoje znanje iz glazbene umjetnosti postoje kreativni virtualni laboratoriji za kreiranje glazbe i sviranje. Alati za učenje glazbe postoje samo na engleskom jeziku i oni nude lekcije za učenje nota, prepoznavanje glazbe i sl.

Virtualno sviranje instrumenata

- [Play virtual music instruments](#)
- [Virtual musical instruments](#)
- [8notes](#)

Alati za učenje glazbe

- [Session town](#)
 - Nudi sviranje virtualnih instrumenata, razne igre za učenje nota i lekcije.
- [Musiclab chrome experiments](#)

Kreiranje glazbe

- [Note flight - learn](#) (za naprednije, tko se želi baviti glazbom)

LIKOVNA UMJETNOST

Vrlo malo alata koji prate plan i program likovne umjetnosti za srednje škole, gradivo je uglavnom fokusirano na teoriju za koju nema virtualnih laboratorija, dok je u osnovnoj školi više na praksu. Nudimo pregled alata za crtanje i skiciranje koji mogu potaknuti maštu i uvježbati vještine crtanja, skiciranja i bojanja. Za one koji još uvijek imaju problem s miješanjem boja naveli smo alate u kojima je moguće isprobavati razne kombinacije boja i naučiti kako se one ponašaju zajedno.

Alati za miješanje boja

- [Golden paints mixer](#)
- [Art in context color-mixer](#)

Alati za crtanje i skiciranje

- [Adobe - draw](#)
- [Sketchpad](#)
- [Vectr design editor](#)
- [Inkscape](#)

VIRTUALNI LABORATORIJI ZA SREDNJE TEHNIČE ŠKOLE

Neki od predmeta srednje tehničke škole se podudaraju s onima gimnazijskog programa. To su primjerice matematika, fizika, hrvatski jezik, engleski jezik... Za ove predmete se mogu koristiti isti alati navedeni u prethodnim poglavljima.

Za razliku od gimnazije, srednje tehničke škole u svom kurikulumu imaju mnoštvo stručnih predmeta vezanih na upisano usmjerenje. U nastavku ćemo najviše posvetiti elektrotehničkom smjeru. Postoji niz alata koji nude mogućnost simulacije ili virtualnih laboratorija koji omogućuju isprobavanje spajanja proizvoljnih elektroničkih komponenti u spojeve i daju izlaz. Linkovi na neke od njih se nalaze u nastavku.

Popisi simulacija

- [Golabz - engineering](#)
- [Golabz - technology](#)
- [Merlot - electrical engineering](#)

Popis virtualnih laboratorija

- [Logic.ly](#)
 - Logički sklopovi.
- [EveryCircuit](#)
 - Laboratorij za isprobavanje električnih spojeva i sklopova. Moguće je napraviti bilo kakav spoj elemenata i dobiti sve izmjerene vrijednosti na pojedinim elementima.
- [Falstad circuit](#)
 - Laboratorij za isprobavanje električnih spojeva i sklopova. Moguće je napraviti bilo kakav spoj elemenata i dobiti sve izmjerene vrijednosti na pojedinim elementima. Pomalo neintuitivno.
- [CircuitLab](#)
 - Laboratorij za isprobavanje električnih spojeva i sklopova. Moguće je napraviti bilo kakav spoj elemenata i dobiti sve izmjerene vrijednosti na pojedinim elementima.

Upute za pronalazak virtualnog laboratorija

Ako niti nakon detaljnog pregleda po predmetima niste uspjeli pronaći ono što ste tražili, a očekujete da postoji ili se jednostavno želite upustiti u traženje korisnog sadržaja za upotpunjivanje nastave predlažemo nekoliko savjeta kod traženja.

SAVJETI:

1. Kod potrage morate biti svjesni da je vrlo malo sadržaja dostupno na hrvatskom jeziku te bi bilo dobro da pretragu usmjerite na engleske pojmove. Naravno, prvo pokušajte pronaći na hrvatskom jeziku, možda vam se posreći.
2. Zamišljeni virtualni laboratorij može imati različite nazive pod kojima se nalazi tako da bi bilo dobro da pretragu proširite sa skupom naziva koji bi mogli biti kompaktni za taj eksperiment ili lekciju. Dovoljno vremena uložite u to i nemojte odmah odustati ako nakon prvog upisa u tražilicu niste pronašli ono što ste zamislili.
3. Imenom predmeta kojemu područje pripada možete suziti pretragu, ali budite oprezni. Dat ćemo jedan primjer kod kojeg sužavanje pretrage dodavanjem imena može otežati našu pretragu. Npr. učite fiziku i vektori vam nisu potpuno jasni, kako se oni zbrajaju i sl. te upišete u tražilicu „virtual lab vector physics“, a isto gradivo se nalazi u matematici koje vam sada možda neće biti prikazano, a bilo bi dovoljno dobro za vašu pretragu.
4. Kod pronalaženja virtualnih laboratorija navodimo neke od ključnih riječi koje biste mogli uključiti u pretragu: „virtual lab“, „virtual laboratory“, „simulation“, „virtual app“, „learning game“, „online simulation“, „online lab“, „online laboratory“ te ekvivalentne izraze na hrvatskom jeziku: „virtualni laboratorij“, „prividni laboratorij“, „simulacija“, „online simulacija“, „virtualna igra“, „igra za učenje“, „online simulacija“, „online laboratorij“ i sl. budite maštoviti.

5. U nastavku se nalazi popis web stranica na kojima se mogu pronaći virtualni laboratoriji za više predmeta. Svakako provjerite postoji li traženi laboratorij na ovim stranicama, a možda naiđete na još neke stranice koje zapravo sadrže cijeli skup laboratorija i na pregledan način ih prikazuju. Sadržaj navedenih stranice se može filtrirati po područjima da bi se dobile simulacije i laboratoriji iz pojedinih predmeta i lekcija.

- [Golabz](#)
- [Merlot](#)
- [Phet Colorado](#)
- [Labster](#)
- [Vlabs](#)
- [Edumedia - sciences](#)
- [Wolfram Alpha](#)

Usporedba virtualnih laboratorija

Svaki predmet ima svoje posebnosti i zahtjeva drukčiji pristup prilikom podučavanja, ali općenito gledajući možemo ih podijeliti u nekoliko kategorija: STEM i društveni. U tablici se nalazi usporedba očekivanih karakteristika virtualnih laboratorija za pojedine grupe predmeta.

STEM	DRUŠTVENI
Imitacija laboratorijskih vježbi koje se koriste u tradicionalnoj nastavi. Rezultati neovisni o točnosti postavki.	Simulacija određenih situacija s mogućnošću interakcije i rezultatom interakcije (u najmanju ruku ponuđeni odgovori, idealno unos cijelog odgovora).
Pomoć u izračunu, u obliku podsjetnika, kalkulatora, grafičkih prikaza.	Prepoznavanje izgovorenih riječi (posebno korisno za učenje jezika).
Postavljanje parametara okoline u kojoj se izvodi virtualni pokus.	Postavljanje parametara okoline u kojoj se izvodi virtualni pokus.

Kriteriji za virtualne laboratorije iz pojedinih predmeta

Informatika

Virtualni laboratoriji iz informatike bi trebali omogućavati isprobavanje osnovnih koncepata i vježbi programiranja. Bilo bi idealno koristiti odvojeni laboratorij za provjeru i vizualni prikaz osnovnih koncepata i posebni za vježbe programiranja. Za programiranje se mogu koristiti gotovi kompajleri jer pružaju pravu funkcionalnost laboratorija.

Matematika

Virtualni laboratoriji iz matematike bi trebali omogućavati izračun jednadžbi, crtanje grafova i prikaz rezultata po koracima. Software-i koji ispunjavaju ove zahtjeve su obično vrlo kompleksni i iziskuju dugotrajni razvoj, ali postoji ih mnoštvo koji su jako dobro razvijeni, interaktivni i jednostavni za korištenje. Bolje od razvoja bi bilo investirati u licence za korištenje gotovih softwareskih rješenja.

Fizika

Virtualni laboratoriji iz fizike bi trebali omogućavati izvođenje barem onih pokusa koji se nalaze u nastavnom kurikulumu. Uz izvedbu pokusa trebalo bi postojati objašnjenje, izračun rezultata i grafički prikaz odabranih jedinica. U svrhu prikaza tijeka pokusa mogu biti korisnije simulacije, a za izračun i grafičke prikaze bi bilo optimalno koristiti kalkulatore prilagođene nastavi fizike s mjernim jedinicama, prikazom rezultata. Bilo bi idealno da u laboratoriju učenik može samostalno birati opremu i napraviti vlastiti pokus, a da od laboratorija dobije povratnu informaciju o uspješnosti tako osmišljenog pokusa i eventualne rezultate ili upozorenja.

Kemija

Virtualni laboratoriji iz kemije bi trebali omogućavati izvođenje barem onih pokusa koji se nalaze u nastavnom kurikulumu, uz mogućnost samostalnog kombiniranja različitih reaktanata u raznim uvjetima. Uz izvedbu pokusa trebalo bi postojati

objašnjenje, izračun rezultata i grafički prikaz odabranih jedinica. Za izračun i grafičke prikaze bi bilo optimalno koristiti kalkulatore prilagođene nastavi kemije s mjernim jedinicama i načinom prikaza rezultata.

Biologija

Virtualni laboratorij iz biologije bi trebao omogućiti izvođenje barem onih pokusa koji se nalaze u nastavnom kurikulumu. Bilo bi idealno dati učenicima na izbor više različitih živih organizama, mogućnost odabira uvjeta i simulaciju razvoja odabranog organizma u odabranim uvjetima tijekom vremena s mogućnošću izmjene parametara tijekom pokusa. Bilo bi odlično omogućiti vježbu rada s mikroskopom, na način da učenik nema restrikcije na određene radnje, nego da se primjerice stakalce može razbiti kao i u stvarnim uvjetima i slično, te da mu računalo javlja samo upozorenja. Također bi trebalo uvrstiti i simulacije pojedinih pojava primjerice: rast stabla, formacija jata ptica u letu, osmoza tekućina između stanica i sl.

Geografija

Virtualni laboratoriji iz geografije bi trebali omogućiti samostalno istraživanje geografske karte. Trebalo bi uvrstiti simulacije pojava kao što su ovisnost plime i oseke o rotaciji mjeseca oko zemlje, procesi prilikom erupcije vulkana, pomicanja tektonskih ploča i sl. Također bi jako korisno bilo uvrstiti i interaktivne kvizove usmjerene na pojedine dijelove gradiva. Dio gradiva vezan na kulturu i gospodarstvo pojedinih država je teško oformiti u laboratorij pa bi za to gradivo trebalo osmisliti interaktivne sadržaje s kvizovima. Za gradivo astronomije i formacije prirodne osnove i klime bi se mogao napraviti laboratorij koji učeniku daje priliku da bira početne uvijete i promjenu tih uvjeta kroz vrijeme, a kroz simulaciju koja izračunava procese na zemlji ovisno o tim uvjetima vidi kako bi se strukture na zemlji formirale u tom slučaju.

Strani jezici

Najbolji oblici virtualnih laboratorija za strane jezike su prevoditelji koji nude mogućnost prevođenja izraza, rečenica ili po mogućnosti cijelih tekstova, također glasovni unos, čitanje prevedenog, i naravno podržavaju više jezika. Uz ovakav laboratorij bilo bi korisno imati sažetak gramatike i poveznice na materijale za čitanje, gledanje filmova i serija na stranom jeziku.

Hrvatski jezik

Za učenje hrvatske gramatike i pravopisa je idealan alat poput ispravi.me koji automatski ispravlja pogreške bilo kakvog upisanog teksta. Naravno za povijest jezika i književnost se ovaj laboratorij ne bi mogao koristiti. U ovu svrhu bi trebalo napraviti pokaznice i interaktivne materijale s kvizovima. Mogle bi se dodati animacije primjera postupaka kao što su analiza strukture lirske pjesme (kako se određuje broj slogova, rima i sl.)

Psihologija

Teško je ostvariti virtualni laboratorij iz psihologije, ali može se napraviti simulacija pojedinih pokusa koji se izvode u okviru nastave psihologije. Primjer simulacije bi mogao biti prikaz perifernog vida i njegovih karakteristika kroz simulaciju pokusa i mogućnost promjene parametara. Također simulacije mogu prikazati tijek pokusa koji su u povijesti bili revolucionarni, a ne može ih se izvesti u uvjetima učionice. Primjerice učenje pasa novim obrascima ponašanja ili promatranje prolaska štakora kroz labirinte.

Logika

Virtualni laboratorij iz logike može podrazumijevati upis logičkih izraza koje će računalo minimizirati. Ostatak gradiva se može prikazati kroz mini igrice koje demonstriraju pojedine koncepte.

Sociologija

Za nastavu sociologije bi od laboratorija bile pogodnije simulacije pojedinih obrazaca ponašanja, društvenih struktura i procesa. Mogu se napraviti simulacije koje u vremenu pokazuju općenite promjene u društvenoj strukturi i utjecaj vanjskih čimbenika.

Povijest

Jedino područje povijesne znanosti koje bi bilo moguće obuhvatiti u laboratoriju je arheologija, iako ona nije dovoljno obuhvaćena gradivom srednje škole, a i taj laboratorij bi više nalikovao simulaciji. Korisne bi, u drugu ruku, bile simulacije kretanja naroda, vojski, tijek ratova i tomu sličnih pojava na geografskoj karti, simulacije u obliku 3D modela predmeta iz različitih povijesnih razdoblja.

Politika i gospodarstvo

Za nastavu politike i gospodarstva bi od laboratorija bile pogodnije simulacije političkih procesa, struktura kao i gospodarskih procesa. Mogu se napraviti simulacije koje u vremenu pokazuju općenite promjene u gospodarstvu pod utjecajem vanjskih čimbenika.

Filozofija

Za nastavu filozofije je pomalo nepraktično raditi virtualni laboratorij, ali i simulacije. Za ovaj predmet je najbolje napraviti interaktivne materijale s kvizovima

Glazbena umjetnost

Virtualni laboratorij glazbene umjetnosti bi trebao podržavati odabir različitih instrumenata, njihovog tempa, melodije i sličnih karakteristika i na kraju reproducirati glazbu prema zadanim parametrima. Također se mogu uvrstiti vježbe slušanja i prepoznavanja određenih karakteristika ili poznatih skladbi.

Likovna umjetnost

Virtualni laboratorij likovne umjetnosti bi trebao podržavati miješanje boja, skiciranje raznim tehnikama i igranje s parametrima. Također bi se mogao uvrstiti kviz i vježbe prepoznavanja poznatih djela, njihovih komponenti i karakteristika.

Daljnji razvoj

U idealnom slučaju bi svi virtualni laboratoriji trebali biti objedinjeni na jedinstvenom web sjedištu. Ondje bi se trebao moći izvršiti izbor svakog pojedinog predmeta nakon čega bi se prikazali virtualni laboratoriji i simulacije iz tog predmeta. Materijali bi trebali biti pomno odabrani. Naime, na većini web stranica koje objedinjuju mnoštvo materijala postoji prevelika količina materijala, od kojih većina nije dovoljno kvalitetna i teško je pronaći one zaista korisne. Općenita misao vodilja je: objединiti materijale iz različitih predmeta na jednom mjestu, ali za svaki predmet koristiti minimalni mogući broj materijala velike kvalitete. Razvoj ovakvog web-sjedišta bi uvelike olakšao snalaženje i pristup materijalima.

Gledano iz perspektive razvoja alata i laboratorija za svaki pojedini predmet bilo bi idealno da se gradivo svih cjelina može objединiti u jedan virtualni laboratorij koji bi omogućio izvođenje pokusa vezanih za svaku lekciju. Realno takav scenarij nije uvijek moguć. Iz tog razloga bi trebalo razviti laboratorije za svaku izdvojenu cjelinu, ali svejedno objединiti što ih je više moguće. Morao bi postojati opis predmeta s popisom cjelina i lekcija, kao i naznaka koji od laboratorija/simulacija se koriste za navedeno gradivo.

Veliki naglasak treba staviti na dostupnost sadržaja na hrvatskom jeziku. Većina sadržaja na internetu je dostupna na engleskom jeziku. Bilo bi korisno napraviti sadržaje pristupačnijima i učenicima koji nemaju dovoljno znanja engleskog jezika. Trebalo bi prevesti stručne pojmove i upute.

Dodatni prijedlog za daljnji razvoj je također pokušati gameificirati učenje. Postoje računalne igre koje služe učenju pojedinih predmeta. U okviru srednjoškolskog obrazovanja bi ipak takve igre trebalo modificirati. Opseg gradiva bi trebalo prilagoditi kurikulumu, vrijeme potrebno za prelazak razina i igre u cjelini bi trebalo skratiti i radije uvrstiti dodatne razine i izazove 'za one koji žele znati više'. U današnje vrijeme bi učenje kroz igru učenicima moglo biti najbliže, prihvatljivije i najzabavnije.