

Tehnologija in utrjevanje matematičnega znanja

Tomaž Kosem - Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko

Matija Lokar - Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani in Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko

Aljoša Peperko - Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani in Inštitut za matematiko, fiziko in mehaniko

Math. Subj. Class. (2000): 97U50, 97U80

Povzetek:

Utrjevanje in preverjanje znanja imata pri pouku matematike zelo pomembno vlogo. Učitelji si večkrat želimo, da bi imeli možnost zastaviti vsakemu učencu svojo nalogo, opremljeno s kvalitetno povratno informacijo, vendar se tega zaradi časovnih omejitev poslužujemo le izjemoma. V tem prispevku si bomo pogledali, kako nam pri izpolnjevanju obeh želja lahko pomaga tehnologija. Sprehodili se bomo od nekaterih osnovnih tehnik preko uporabe določenih namenskih programov in vse do uporabe gradiv, ki so dostopna preko portala na spletnem mestu <http://www.nauk.si> in so nastala v okviru projekta Aktivna matematika (<http://am.fmf.uni-lj.si/>)

Ključne besede: matematika, tehnologija, naloge, atomarna e-gradiva, dinamično generirane in avtomatsko preverjane naloge

Abstract:

Homework is a revision and consolidation tool that is most often encountered in maths classes. Although everybody (students included) is aware that the best results are achieved when students do the assignments on their own and then check the solutions, this is not always the case. Teachers often wish we could set one-student-only-centred homework, together with quality feedback, however, this is seldom the case, due to lack of time. This article shows how technology can be of assistance in the fulfillment of both requirements. First we will explore some basic techniques, then we will upgrade to certain task-oriented programmes, and finally we will explore the materials available at the <http://www.nauk.si> internet site that were created within the Active Maths (*Aktivna matematika*) project.

Key words: mathematics, technology, exercises, dynamically generated and automatically checked tasks

Uvod

Vsi se zavedamo, kako pomembno vlogo imata utrjevanje in preverjanje znanja. Še posebej je to izrazito pri pouku matematike. Učitelji si pogosto želimo, da bi vsak učenec dobil svojo nalogo, ki bi naj bila sestavljena tako, da bi utrjevala isto matematično znanje in spretnosti, le „številke naj bi bile drugačne“. V to idealizirano situacijo sodi tudi, da vsak učenec dobi dobro povratno informacijo glede rešitve zastavljene naloge. Torej ali je le-ta pravilno rešena in če temu ni tako, kje in po možnosti zakaj je prišlo do napake. Za takšno „individualizacijo“

pa je potrebno ogromno časa, ki ga v vsakdanji praksi učitelji večinoma nimamo, zato je razumljivo, da se tega poslužujemo le redko. V nadaljevanju si bomo ogledali, kako nam pri izpolnjevanju naših želja lahko pomaga tehnologija.

Sprehodili se bomo preko nekaj tehnik, od najbolj osnovnih kot npr. uporaba tehnike kopiraj in prilepi v urejevalniku besedil, preko uporabe določenih namenskih programov in vse do uporabe gradiv, ki so dostopna preko portala na spletnem mestu <http://www.nauk.si> in so nastala v okviru projekta Aktivna matematika (<http://am.fmf.uni-lj.si/>). V sklopu razvojne skupine NAUK (Napredne učne kocke), ki deluje pod okriljem Fakultete za matematiko in fiziko Univerze v Ljubljani in Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko, namreč razvijamo e-učna gradiva, ki so prvenstveno namenjena učiteljem za njihovo uporabo pri poučevanju. Zato so pripravljena tako, da jih učitelji lahko uporabljajo po svoji presoji in ne tako, kot narekuje avtor gradiva. Zadržali se bomo predvsem pri Dinamično generiranih in avtomatsko preverjanjih vprašanjih. Ta nam vsaj delno omogočajo doseganje zastavljenih ciljev.

Spletne aplikacije, o katerih bo govora v prispevku, je mogoče uporabiti na več nivojih učnega procesa, npr. za delo pri pouku, za samostojno učenje, za domače naloge, za samopreverjanje znanja, kot pomoč pri izdelavi preizkusov znanja, pri izdelavi različno težkih učnih listov na isto temo, ipd. Omenjena „individualizacija“, ki jo ob tem dosežemo, ima mnogo pozitivnih učinkov. Le eden izmed njih je, da je s tem tudi utežena možnost prepisovanja. Avtorji menimo, da to ni zanemarljiv vidik, ob tem pa želimo poudariti, da ni naš namen postavljati dijaka (učenca) v vlogo prepisovalca, učitelja pa v vlogo policaja. Niti ni naš namen razpravljati o tem, kako velik problem predstavlja prepisovanje v šoli. To je stvar statistike in ni predmet trenutnega prispevka. Trdimo pa, da so nekateri učitelji že imeli težave s prepisovanjem, le-te pa je moč omiliti.

Praksa na področju utrjevanja znanja

Kakšna je najpogostejša praksa na področju utrjevanja znanja pri pouku matematike? Običajno dodelimo učencem domače naloge iz učbenikov oz. zbirk vaj ali pa jih oblikujemo sami na podlagi nalog, ki smo jih naredili pri pouku. Pred preverjanji znanja zelo pogosto učencem razdelimo večjo količino vaj za utrjevanje, opremljenih s končnimi rešitvami. Pri tem si znova nekatere naloge izmislimo sami, pri drugih pa si pomagamo z učbeniki in zbirkami vaj. Pri slednjih lahko uporabimo dobro znano strategijo: škarje + kopirni stroj. Seveda lahko naloge tudi prepíšemo v tekstovni dokument in jih po možnosti dopolnimo ali po svoji želji spremenimo. Glede na to, da je na spletu že veliko raznih repozitorijev oz. zbirk gradiv, si lahko pomagamo tudi z njimi. V primeru, ko si pomagamo z elektronskimi zbirkami gradiv, je seveda zelo priročna tehnika: kopiraj/prilepi + po potrebi dopolni ali spremeni. Ko pripravo nalog dokončamo, jih natisnemo oz. razmnožimo ter razdelimo učencem.

S pomočjo spleta lahko učencem dodelimo tudi neklasične (elektronske) naloge v obliki kvizov. Pri tem lahko uporabimo razne spletne servise ali generatorje nalog, ki jih na spletu ni malo. Ob tem se pojavi vprašanje, kako preveriti, ali so učenci naredili zastavljeno nalogo. Ena izmed preprostejših rešitev je, da učenci oddajo domačo nalogo v obliki tekstovnega dokumenta. Ko na spletu rešijo nalogo, s pomočjo *Alt-Prt Scr* posnamejo zaslonsko sliko in jo s *Ctrl-V* prilepijo v tekstovni dokument, ki ga nato natisnejo ali pa oddajo npr. po elektronski pošti.

Predstavitev nekaterih spletnih servisov, generatorjev nalog in repozitorijev učnih gradiv za matematiko

V tem razdelku si bomo na kratko ogledali nekaj tehnoloških pripomočkov, s katerimi lahko popestrimo pouk matematike v razredu, učencem/dijakom predstavimo alternativne načine učenja in utrjevanja snovi s pomočjo računalnika ter spleta in jim dodelimo neklasične (elektronske) naloge v obliki kvizov. Obenem si lahko učitelj s tovrstno pomočjo prihrani čas pri sestavljanju preizkusov znanja in domačih nalog ter dobi sveže ideje za delo v razredu. Po drugi strani pa je treba poudariti, da lahko pretirana uporaba naštetih pomagal vzame učitelju ogromno časa in truda, a ne obrodi pričakovanih rezultatov. Sodobni pripomočki naj bodo začimba pri pouku – prekomerna uporaba le-teh se namreč lahko kaj hitro izrodi v igrčkanje z računalnikom in izpodrine nekatere nujno potrebne tradicionalne metode poučevanja.

Sistema Moodle in Stack ter repozitorij gradiv 'Aktivna matematika' na portalu NAUK (<http://www.nauk.si>) bodo podrobneje predstavljeni v nadaljevanju in jih tukaj ne bomo eksplicitno omenjali. Čeprav bi se morda spodobilo članek strukturirati tako, da bi ločeno predstavili spletne servise, generatorje nalog in repozitorije gradiv, jih bomo predstavili mešano. Razlog za takšno odločitev tiči v tem, da so našeti pojmi zelo mehke narave in lahko kakšno stvar označimo bodisi za servis, generator ali pa celo repozitorij. Izbor nikakor ni reprezentativen, saj je nastal s pomočjo spletnega brskalnika Google, je pa dovolj pisan, da nam približa pojme iz naslova razdelka. Mnogo naštetih orodij je dostopno le v angleškem jeziku. Po eni strani to znižuje njihovo uporabnost v šoli, gledano z druge perspektive pa to isto dejstvo kliče po medpredmetnem povezovanju.

Hot potatoes

S spletne strani <http://hotpot.uvic.ca> lahko prenesemo program »Vroči krompirčki« in ga uporabljamo za kreiranje spletnih kvizov. Prosta uporaba programa je v javnem izobraževalnem sektorju dovoljena. Vroči krompirčki so sledeči programi:

- **JQuiz** je program, s katerim izdelujemo naloge s kratkimi odgovori in naloge izbirnega tipa.
- **JClose** je program, s katerim izdelujemo dopolnjevalne naloge.
- **JMatch** je program, s katerim izdelujemo povezovalne in urejevalne naloge.
- **JMix** je program, s katerim izdelujemo naloge, kjer je potrebno urediti ali določiti pravilni vrstni red v danem stavku.
- **JCross** je program, s katerim izdelujemo križanke.
- **The Masher** je program, ki posamezne sklope nalog združi v enoten preizkus znanja. Uporaba tega modula je plačljiva.

Orodje **Hot Potatoes** je prilagodljivo in uporabniku prijazno, saj lahko vse vmesnike in menije uporabljamo v slovenskem jeziku.

That quiz

Po besedah skrbnika spletne strani <http://www.thatquiz.org/> Andrewa Lyczaka naj bi bil 'that quiz' najbolj izpopolnjena zbirka matematičnih preizkusov znanja na spletu z več kot dvema milijonoma ocenjenih preverjanj. Na spletni strani ni igrč, oglaševanja, pristojbin in neželenih vsebin. Omenjeni matematični kvizi so lahko mestoma simpatično dopolnilo pouku.

Math Forum

Resen in profesionalen forum <http://mathforum.org/>, namenjen vsem, ki jih zanima matematika. Učitelji lahko tu najdejo ogromno »scenarijev« za učne ure.

Učiteljska.net

Slovenski učiteljski forum <http://uciteljska.net/> pokriva veliko večino predmetov devetletke in splošnih srednješolskih predmetov. Na njem najdemo poleg mnenj in idej tudi ogromno količino gradiv; matematičnih je že preko 500. Z iskalnikom lahko hitro izluščimo potencialno zanimivo in uporabno gradivo. Ideja nesebičnega posojanja gradiv in s tem medsebojnega plemenitenja pedagoškega dela je vsekakor vredna pohvale in posnemanja. Ker pa imamo opravka v glavnem z nerecenziranimi gradivi, jih je potrebno uporabljati s precejšnjo mero strokovne kritičnosti.

E-um

Spletni naslov <http://www.e-um.org/> nas pripelje na spletno stran s kvalitetnimi elektronskimi gradivi za matematiko v osnovni in srednji šoli. Razlaga snovi se prepleta z animacijami, kvizi ipd. Posamezna matematična poglavja so zaključene monolitne celote in ne zbirka datotek. Projektu E-um bolj kot repozitorij gradiv pritiče oznaka interaktivni spletni učbenik, saj gradiv, ki se tam nahajajo, praviloma ni enostavno spreminjati po svojem okusu. Namesto »vzemi in prilagodi svojim potrebam« se zdi, da je za E-um bolj primerno geslo »vzemi in uporabljaj takšno, kot je«.

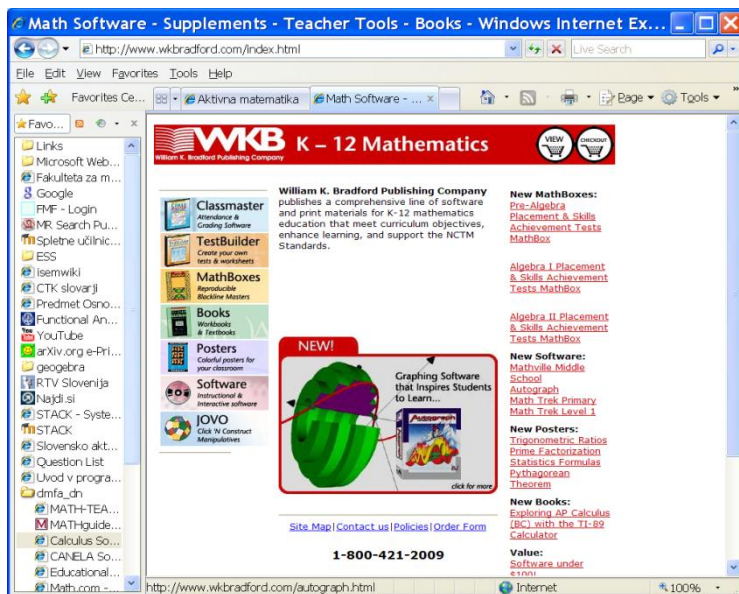
MATH-KAL: MATH-TEACHER Educational Software

Na spletnem naslovu <http://www.mathkalusa.com> je predstavljen program, ki je namenjen učenju/poučevanju osnovnošolske in srednješolske matematike. MATH-TEACHER je zbirka petih produktov: Algebra 1, Algebra 2, Coordinate Geometry & Trigonometry, Word Problems & Probability, Calculus & Linear Programming.

Vsak sklop je paket treh programov. Program za dijake vsebuje tako vodene predstavitve (elektronski učbenik) kot tudi raziskovalno okolje z grafičnim računalom. Druga dva programa sta za učitelje. Prvi je namenjen generiranju in izpisovanju preizkusov znanja, drugi pa je orodje za prilagajanje vgrajenih predstavitev po lastnem okusu. Za generiranje preizkusov znanja program ne uporablja statične baze nalog, temveč naloge sproti naključno generira. Učitelj z izbiro tematike, števila nalog in težavnostne stopnje določi »značaj« preizkusa znanja. Program ni preveden v slovenščino, kazi ga nedodelana grafična podoba in zastarelost, poleg tega pa gre za plačljiv (natančneje »shareware«) program.

WKB

Spletna stran <http://www.wkbradford.com/index.html> nam ponuja pestro košarico plačljivih izdelkov za učenje/poučevanje matematike. Classmaster je elektronska redovalnica, TestBuilder pa (kot že ime pove) generator preizkusov znanja. Poleg naštetega na omenjenem naslovu najdemo še elektronske učbenike, posterje, programe za demonstracije, animacije in simulacije ter celo gumijaste ploščice za sestavljanje geometrijskih teles. Pri programu TestBuilder je potrebno omeniti, da je to zgolj »karoserija«, saj je potrebno banke vprašanj za posamezno snov kupiti posebej.



Slika 1: Spletna stran WKB

Mathguide

Na spletni povezavi <http://www.mathguide.com/> zasledimo spletni servis, namenjen srednješolski matematiki. Ponuja tako gradiva za učitelje kot tudi za učence, omogoča uporabo spletnega grafičnega računalila, generiranje preizkusov znanja, reševanje kvizov ipd. Na servisu najdemo tudi forum, kjer dijaki zastavljajo matematična vprašanja in jim učitelji odgovarjajo. Že bežen pregled pa nam da slutiti, da izbira gradiv in preizkusov znanja ni ravno bogata in zelo prepričljiva

The Math Worksheet Site

Na naslovu <http://themathworksheetsite.com/> najdemo on-line generator preizkusov znanja za matematiko v nižjih razredih devetletke. Možno je sestaviti preizkus znanja iz seštevanja, odštevanja, množenja, deljenja, merjenja, koordinatnega sistema itd. Testi so generirani naključno, kar pride prav v situaciji, ko želimo vsakemu učencu sestaviti unikaten preizkus znanja in s tem »izsiliti« samostojno delo. Za uporabo generatorja je potrebno kupiti licenco.

mathsroom.co.uk

Spletna stran <http://mathsroom.co.uk/index.html> nam postreže z obilico zanimivih povezav na gradiva z matematično vsebino (formati shockwave, flash, java applet, powerpoint ...). Med drugim lahko najdete celo kviz 'Lepo je biti milijonar' na temo odvodov in integralov.

Naloge in kvizi v učnem okolju Moodle

Večina zgoraj naštetih orodij potrebuje učitelja kot posrednika. Prav tako je večina orodij zelo omejena glede sestave preizkusov znanja. K večji fleksibilnosti pristopa zagotovo pripomore dobra spletna učilnica, kot jo npr. podpira učno okolje Moodle. Spletna učilnica Moodle omogoča učiteljem objavo učnih gradiv, domačih nalog, interaktivnih vsebin, učencem pa spletni dostop do teh vsebin. Za uporabo potrebujemo le brskalnik. Moodle je odprtokodni program, ki ga uporablja že več kot 40000 organizacij v 200 državah (september, 2008). Njegov prenos (<http://moodle.org/>) in uporaba sta brezplačna, če želimo (in znamo), lahko dostopamo celo do njegove izvirne kode.

V učnem okolju Moodle je mogoče sestavljati naloge in vprašanja, ki so namenjeni preverjanju in utrjevanju znanja učencev. Iz zbirke vprašanj lahko na dokaj preprost način sestavljamo preizkuse znanja oz. kvize. Vsak kviz vsebuje več interaktivnih vprašanj, ki učencu med reševanjem nudijo povratne informacije. Le-te se mu izpišejo v obliki namigov oz. napotkov, seveda v odvisnosti od izbranega odgovora. Tako učenec v primeru napačnega odgovora dobi namig oziroma je usmerjen na učno enoto z razlago snovi, katere znanje je potrebno za pravilen odgovor na zastavljeno vprašanje. Pri tem torej učitelj ni več neposredni vezni člen med učencem in učno snovjo. Poleg teksta dobi učenec tudi grafično potrditev o (ne)pravilnosti odgovora s pomočjo zelene kljukice oziroma rdečega križca.

Kvizi so uporabni na več načinov. Lahko jih uporabimo npr. za domače naloge, za popestritev učnih ur, za neklasično utrjevanje snovi in občasno tudi za ocenjevanje. Slednje je popolnoma avtomatsko, saj je vsakemu vprašanju mogoče dodeliti določeno število točk, prav tako pa tudi delež točk pri posameznem odgovoru. Torej konkretnemu odgovoru lahko dodelimo poljuben delež točk posameznega vprašanja, npr. 20 odstotni ali 50 odstotni in ne nujno le 0 ali 100 odstotni.

Vsak kviz, narejen v okolju Moodle, je mogoče preko formata MoodleXML in sorodnih formatov popravljati in spreminjati. S pomočjo ustreznih podpornih datotek pa je možno kvize uporabljati tudi kot samostojne spletne strani. Tak način uporabe je na primer omogočen na spletnih straneh projekta Aktivna matematika (<http://am.fmf.uni-lj.si/>).

Sistem Moodle omogoča uporabo 10 vrst vprašanj. Od tega so za matematiko najbolj uporabni naslednji tipi:

- Številčno (Numerical)
 - Na zastavljeno vprašanje/nalogo odgovarjamo z vnosom ustreznega števila v za to predvideno polje.
- Izračunano (Calculated)
 - Kot številčno vprašanje, le da lahko uporabljamo parametre, ki se nadomestijo z ustreznimi naključno izbranimi števili, katera so izbrana iz določenega intervala. Ta tip vprašanja torej omogoča, da vsak učenec dobi drugačno nalogo, ki pa preverja isto matematično znanje.
- Drži/Ne drži (True/False)
 - Odgovarjamo le z Da ali Ne.
- Več izbir (Multiple Choice)
 - Med ponujenimi odgovori na vprašanje izberemo enega ali več pravilnih odgovorov. Vprašanja tega tipa se delijo na podtipa, kjer imamo na voljo bodisi enega ali več pravilnih odgovorov.
- Kratek odgovor (Short Answer)
 - Na zastavljeno vprašanje odgovarjamo z vnosom ustrezne besede ali besedne zveze v za to predvideno polje.
- Ujemanje (Matching)
 - Povezati moramo ustrezne trditve iz enega seznama z ustreznimi trditvami iz drugega seznama.

Ocenjujemo, da so tako sistem Moodle kot celota kot tudi kvizi, sestavljeni v njem, zelo uporabni pri pouku nasploh in seveda tudi pri pouku matematike. Bralca, ki ga uporaba spletne učilnice Moodle pri poučevanju zanima, vabimo, da si ogleda diplomsko nalogo *Kvizi*

v spletni učilnici Moodle (Gerenčar, 2008). Dosegljiva je tudi na spletni strani http://rc.fmf.uni-lj.si/matija/matija_lokar.htm.

Ena glavnih pomanjkljivosti kvizov v sistemu Moodle iz vidika matematike je, da so odgovori interpretirani kot zaporedje znakov in ne vsebinsko. Npr. če bi učitelj pri nekem vprašanju kot edini pravilni odgovor navedel $1+x$, učenec pa bi vtipkal $x+1$, bi bil učenčev odgovor označen kot napačen. To Moodleovo pomanjkljivost je mogoče delno preseči z uporabo dinamično generiranih nalog, narejenih s pomočjo sistema STACK. Ta preverja matematično pravilnost rezultatov s pomočjo algebraičnega jedra.

Podrobneje si o tej temi lahko preberete v diplomski nalogi Avtomatsko preverjanje matematičnega znanja s sistemom STACK (Preložnik, 2008), ki je tudi dosegljiva na prej omenjeni spletni strani.

Dinamično generirane in avtomatsko preverjane naloge – sistem STACK

Dinamično generirane naloge so namenjene preverjanju in utrjevanju matematičnega znanja. Sestavljene so iz besedila naloge in polja, kamor učenec vpiše svoj odgovor. Podatki v nalogi se lahko naključno generirajo ob klicu vprašanja. Vsakič, ko kličemo vprašanje, se podatki (»številke«) v nalogi spremenijo. Odgovor se preveri v sistemu za simbolično računanje, ki omogoča uporabo dovoljenih matematičnih funkcij, izpisovanje povratne informacije glede na odgovor ter preverjanje pravilnosti odgovora. Pri preverjanju pravilnosti sistem uporablja matematična pravila, tako da se kot pravilni zaznajo tudi odgovori, ki niso zapisani točno tako, kot je to predvidel učitelj.

Priprava množice dinamično generiranih nalog je bil pomemben del projekta Aktivna matematika (<http://am.fmf.uni-lj.si/>), ki smo ga s sodelavci izvajali v letu 2008. Več o projektu v nadaljevanju.

Prednosti sistema STACK

Sistem za dinamično generiranje nalog se imenuje **STACK** (*System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel – Sistem za poučevanje in ocenjevanje s pomočjo računalniške algebre*) in poleg omenjenega ponuja še mnogo drugih funkcij:

- Podatke v nalogah je možno generirati naključno znotraj omejitev, ki jih podamo.
- Odgovori se najprej interpretirajo, tako da lahko učenec vidi vpisano rešitev v dvodimenzionalni obliki in popravi morebitne napake. Če je zahtevan odgovor v obliki števila, točke, seznama ali množice, učenec pa je ne zapiše pravilno, ga sistem na tem mestu na to opozori. Preverjanje pravilnosti odgovora poteka torej **dvostopenjsko**: najprej sistem preveri sintaktično pravilnost rešitve (navzgor oz. navzdol obrnjen palec), šele nato vsebinsko pravilnost. S tem je torej onemogočeno, da bi vsebinsko pravilen odgovor bil razglašen za nepravilnega zaradi sintaktičnih nepravilnosti.
- Pravilnost odgovorov se preverja preko sistema za simbolno računanje, kar pomeni, da se izrazi ustrezno reducirajo. To v praksi povzroči, da v primeru, če je učiteljev odgovor na neko vprašanje funkcija x^2-1 , se kot pravilen odgovor lahko upošteva

tudi (odvisno seveda od nastavitve, ki jih za vprašanje nastavi učitelj) $(x-1)(x+1)$, x^2-3+2 , $(x^3-x^2-x+1)/(x-1)$ itd.

- Čeprav sistem omogoča uporabo različnih funkcij (korenov, potenc, trigonometrije) pri podajanju odgovora, jih lahko preprečimo in s tem zahtevamo, da učenec sam izračuna rešitev do konca.
- Omejimo lahko način podajanja odgovorov, npr. zahtevamo okrajšane ulomke, upoštevamo toleranco pri decimalnih številih ...
- Vnesemo lahko več vrst povratnih informacij in s tem "pokrijemo" najbolj znane napake, ki jih pri določeni nalogi delajo učenci. Tako učenec takoj izve, kje se je zmotil, namesto da dobi le informacijo o napačnem odgovoru.

Izračunaj odvod polinoma $p(x) = x^3 - 6x^2 + 4x + 2$.
 $p'(x) =$

Your last answer was interpreted as:

$3x^2 - 12x + 4$

Odgovor je pravilen. Zelo dobro!
 Rešitev je res polinom. Pravilno si odvajal vodilni člen. Pravilno si odvajal člen pri x . Pravilno si odvajal tudi člen pri x^2 . Čestitam! Your mark for this attempt is 10. 🟢 With penalties, and previous attempts, this gives 10 out of 10

Slika 2: Pravilen odgovor

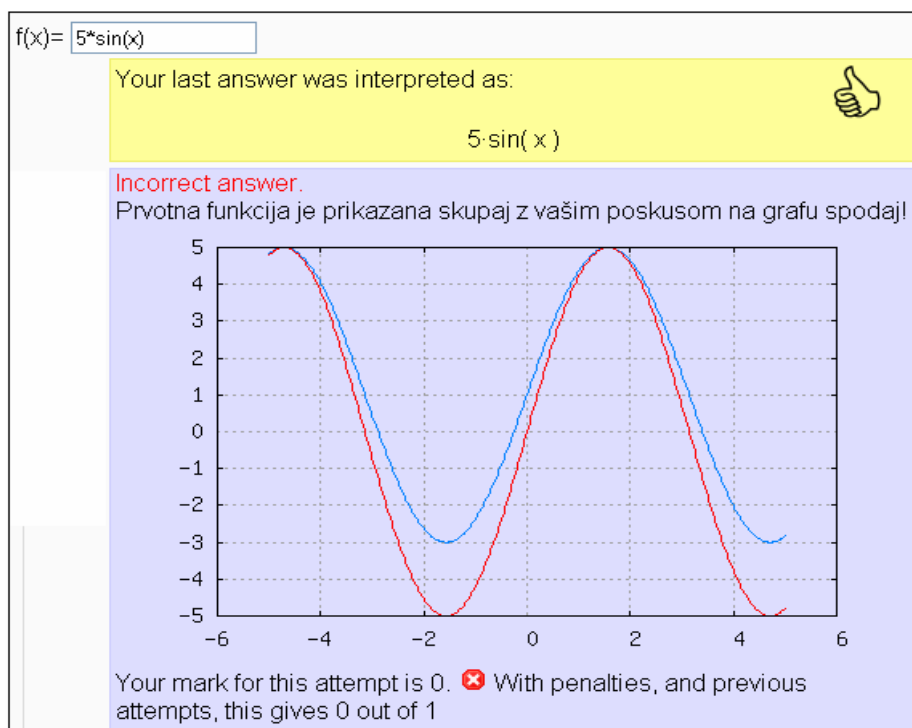
Izračunaj odvod polinoma $p(x) = 6x^3 - 7x^2 + 7x + 4$.
 $p'(x) =$

Your last answer was interpreted as:

$18x - 2$

Odgovor je delno pravilen.
 Rešitev je res polinom. Pravilno si odvajal vodilni člen. Vendar si se zmotil pri odvodu člena pri x ! Your mark for this attempt is 4. 🟡 With penalties, and previous attempts, this gives 4 out of 10

Slika 3: Delno pravilen odgovor



Slika 4: Bogata povratna informacija

Postopek reševanja nalog

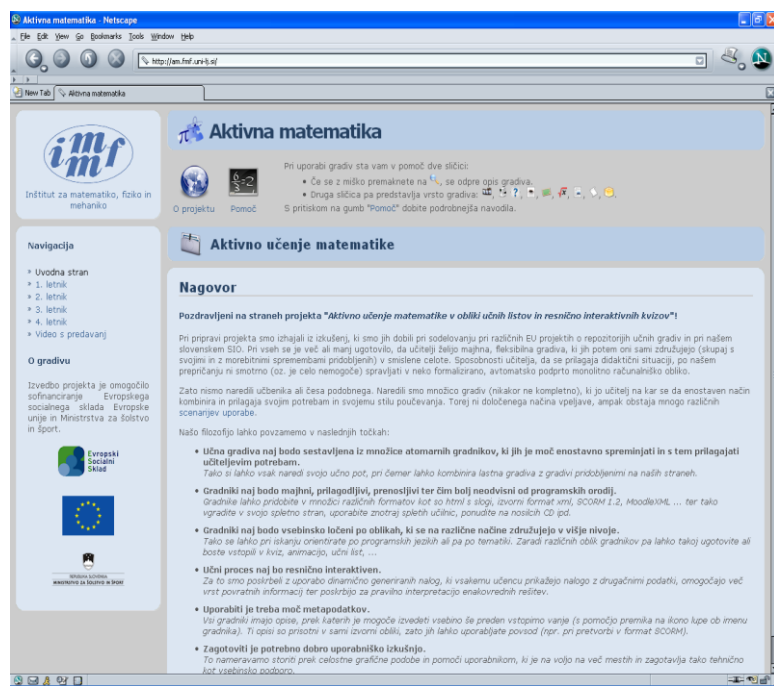
Kot smo že omenili, je pri reševanju dinamično generiranih nalog uporabljen dvostopenjski način preverjanja, kar pomeni, da se uporabniku naprej prikaže njegov odgovor, tako kot ga sistem razume (postopek **interpretacije**), nato pa se izvede še postopek **ocenjevanja**. Celoten potek reševanja je naslednji:

1. Ko izberemo vprašanje, se generira naloga z naključnimi podatki. V polje vpišemo zahtevan odgovor.
2. S klikom na gumb "Preveri" sistem vneseni odgovor interpretira (kar pomeni, da **sistem poskuša razumeti, kaj smo napisali**) ter ga razločneje prikaže v dvodimenzionalnem zapisu. Če je odgovor pravilno interpretiran (navzgor obrnjen palec), a ugotovimo, da je vsebinsko napačen, lahko odgovor popravimo in ponovno kliknemo na "Preveri". To bo ponovno sprožilo postopek interpretacije.
3. Sestavljavec vprašanj ima možnost, da pri vnosu odgovorov "prepove" določene besede (npr. $\cos$) in s tem prepreči, da bi kot odgovor vnesli npr. $\cos(45)$ namesto ustreznega števila. Prav tako lahko prepove uporabo decimalnih števil, neokrajšanih ulomkov Tudi v tem primeru že pri interpretaciji sistem javi napako, kar pomeni da moramo vnos popraviti in ponovno klikniti na gumb "Preveri".
4. Šele ko je odgovor pravilno interpretiran, s ponovnim klikom na gumb "Preveri" izvedemo ocenjevanje pravilnosti odgovora.
5. S pritiskom na gumb "Nova naloga" se generira novo vprašanje z drugačnimi podatki.

Ta dvostopenjski postopek je pomemben in sila koristen, saj na ta način ločimo napake zaradi samega vnosa in "prave" matematične napake.

Projekt Aktivna matematika

V letu 2008 smo sodelavci Fakultete za matematiko in fiziko v Ljubljani in Inštituta za matematiko, fiziko in mehaniko izvajali projekt Aktivna matematika (<http://am.fmf.uni-lj.si/>). Namen projekta je bila priprava množice kratkih in prilagodljivih e-učnih gradiv, namenjenih prvenstveno za uporabo pri pouku matematike v srednjih šolah. Poudarek je bil na pripravi takšnih gradiv, ki jih je mogoče spreminjati in kombinirati in na ta način v prakso prenesti spoznanja, ki smo jih tekom let pridobili pri pripravi in uporabi e-učnih gradiv. Za izvedbo projekta je bila oblikovana razvojna skupina NAUK (Napredne učne kocke), ki se ukvarja z razvojem takšnih elektronskih učnih gradiv, da v ospredje postavlja učitelje in njegovo vlogo. Kot smo že omenili, je skupna vstopna točka za vsa tovrstna gradiva, torej tudi za tista, o katerih je govora v tem prispevku, na spletni strani <http://www.nauk.si/>.



Slika 5: Vstopna točka projekta Aktivna matematika

V sklopu projekta smo hoteli udejaniti tista pozitivna in negativna spoznanja glede e-učnih gradiv, ki smo jih spoznali tako pri evropskih projektih na temo repozitorijev učnih gradiv, kot so [Calibrate](#), [EdReNe](#), [Melt](#), pri slovenskih projektih ([SIO](#)), kot tudi pri številnih seminarjih in izobraževanjih, ki smo jih izvajali.

Glavno vodilo projekta je bila želja pripraviti gradiva v taki obliki, da jih učitelj na karseda enostaven način kombinira in prilagaja svojim potrebam in svojemu stilu poučevanja. Menimo namreč, da pedagoškega znanja in občutka, ki ga ima učitelj, ni mogoče in tudi ni smiselno formalizirati v neka avtomatska pravila, na podlagi katerih bi gradivo samo vodilo uporabnika (torej določalo učno pot). Pri večini projektov, omenjenih zgoraj, se je več ali manj ugotovilo, da učitelji želijo majhna, fleksibilna gradiva, ki jih potem spreminjajo ter združujejo v smiselne celote. Različni poskusi, da bi pedagoško znanje, ki ga učitelji imajo, "pretočili" v nek avtomatski sistem prilagajanja gradiv in učnih poti, se niso najbolje obnesli. Celotno več - pokazalo se je, da so več ali manj omejujoči.

Zato nismo naredili učbenika ali česa podobnega. Naredili smo množico gradiv (nikakor ne kompletno), ki jo učitelj na kar se da enostaven način kombinira in prilagaja svojim potrebam

in svojemu stilu poučevanja. Torej ni določenega načina vpeljave, ampak obstaja mnogo različnih scenarijev uporabe, ki smo jih tudi navedli v nadaljevanju.

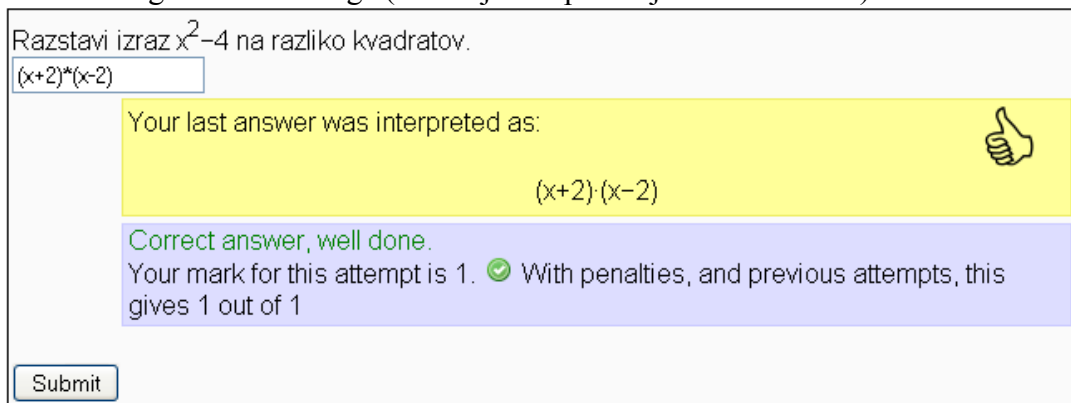
Temeljni cilji projekta so tako bili:

- Gradiva predstaviti kot **množico gradnikov**, ki jih je moč **enostavno spreminjati** in s tem ponuditi čim bolj "surovo" obliko gradiva, ki se ga da zato prilagoditi učiteljevi potrebi, tj. spremeniti zgled, odstraniti kak primer, zamenjati vrstni red vprašanj ...
- Gradnike narediti **majhne, prilagodljive** in čim bolj **neodvisne od orodij**, tako da je npr. neko gradivo, ki sicer kot zgled uporablja program *Derive*, enostavno spremeniti v gradivo, ki kot zgled uporablja npr. orodje *WordMath-Add in*. Še vedno pa dosegamo isti cilj – dijaka/učenca naučiti neko matematično idejo.
- Odgovornost za **kombiniranje gradnikov** naložiti učitelju samemu. On je namreč tisti, ki se bo na podlagi svojega pedagoškega znanja odločil, katere gradnike bo uporabil v določenem pedagoškem kontekstu in v kakšnem vrstnem redu. Prav tako bo zaradi možnosti spreminjanja gradiv on vključil interne povezave med gradivi, povratne zanke itd. (npr. povratno informacijo pri kvizu v razredu 3.e bo opremil npr. s povezavo na video gradivo, v 3.b pa bo raje uporabil povezavo na drug kviz, pri uporabi prosojnic bo zahteval, da učenci pogledajo ta video, vmes jih bo usmeril še na kratek kviz ...)
- Gradnike narediti **splošno uporabne**, npr. uporabne kot samostojne spletne strani, znotraj spletnih učilnic, na nosilcih informacij (CD, DVD), na mobilnih napravah ...

Gradiva

Pripravili smo različne oblike gradiv, npr.

- Dinamično generirane naloge (sestavljene s pomočjo sistema Stack)



Razstavi izraz $x^2 - 4$ na razliko kvadratov.

Your last answer was interpreted as:

$(x+2) \cdot (x-2)$

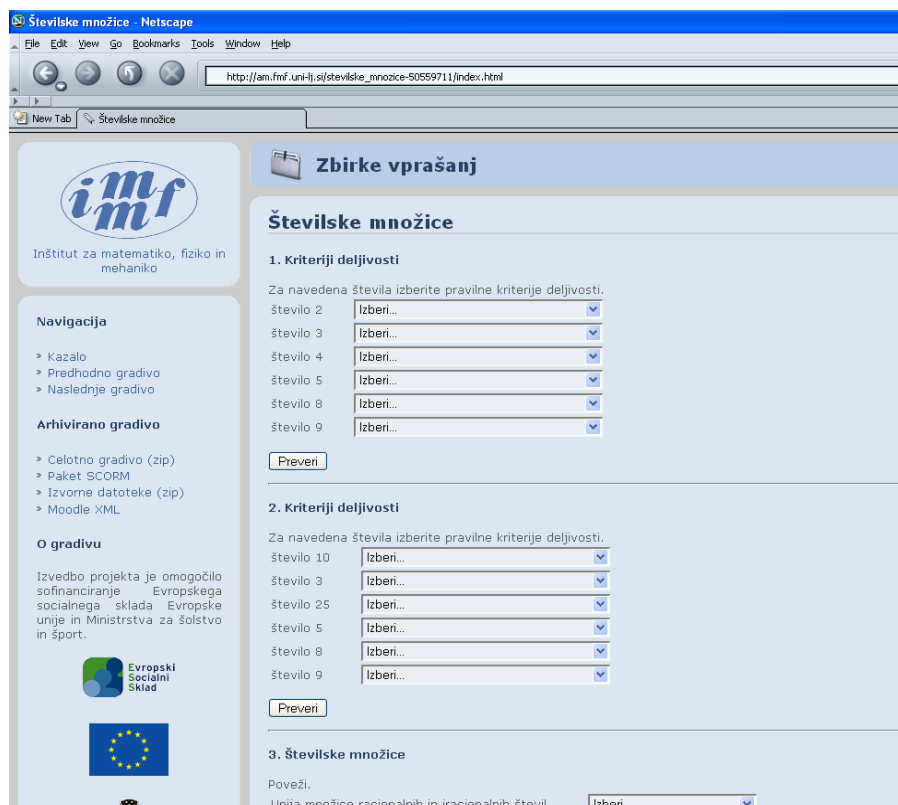
Correct answer, well done.

Your mark for this attempt is 1. With penalties, and previous attempts, this gives 1 out of 1

Slika 6: Primer dinamično generirane naloge

Tu gre za naloge, kjer se naloga od reševanja do reševanja spreminja (npr. 4 iz zgleda na Slika 6: Primer dinamično generirane naloge je naslednjič lahko na primer 25), a ostane enako težka (v omenjenem zgledu je število vedno popoln kvadrat).

- Učne liste (namenjene učiteljem ali dijakom)
- Animacije (ustvarjene s programom Wink)
- Zbirke vprašanj (sestavljene s pomočjo sistema Moodle)



Slika 7: Primer zbirke vprašanj

Scenariji uporabe gradiv

Opišimo nekaj načinov, kako bi učitelji lahko uporabljali omenjena gradiva. Na spletni strani projekta (<http://am.fmf.uni-lj.si/>) in tudi v prispevku (Lokar, Lukšič, Peperko, 2009) lahko najdete še dodatne scenarije. Seveda gre za opis le nekaterih možnosti. Sodelavci razvojne skupine smo prepričani, da bo bralec sam našel še bolj inventivne načine za kombiniranje gradiv.

Uporaba pripravljenih gradiv v nespremenjeni obliki

Gradiva nameravate uporabiti za domačo nalogo. Učencem bi radi dali nekaj nalog. Radi bi, da ima vsak učenec svojo, a enako težko domačo nalogo.

- Na spletni strani <http://am.fmf.uni-lj.si/> si ogledate vprašanja tipa STACK, ki pokrivajo to temo.
- Med njimi izberete nekaj vprašanj (nalog). Vsa so taka, da uporabljajo parametre, ki se naključno generirajo. S tem boste dosegli, da bo imel vsak učenec svojo domačo nalogo.
- Na spletni strani http://am.fmf.uni-lj.si/am_pomoc-5e2fb6d6/oblike_gradiv_stack je pomoč o uporabi vprašanj tipa STACK.
- Učencem date domačo nalogo z naslednjo vsebino (predpostavimo, da so vprašanja tipa STACK že uporabljali in načeloma poznajo način njihove uporabe):
 - *Odgovorite na vprašanja, ki so na naslednjih spletnih naslovih (navedete naslove).*

- *Gre za vprašanja tipa STACK. Če ste pozabili, kako se jih rešuje, si na (http://am.fmf.uni-lj.si/am_pomoc-5e2fb6d6/oblike_gradiv_stack) lahko osvežite spomin.*
- *Za dokaz, da ste vprašanje pravilno rešili, z Alt-Prt Scr posnemite zaslonsko sliko vsake naloge in jo s Ctrl-V prilepite v Word dokument. Izpis te datoteke je dokaz o opravljeni domači nalogi.*

Uporaba gradiv neposredno s strani projekta

Učitelj na spletni strani projekta Aktivna matematike poišče elementarna gradiva. Ker je vsako dostopno neposredno preko spletnega naslova, le kopira spletne povezave (URL) v glavi okna. Nato s pomočjo urejevalnika spletnih strani sestavi svojo spletno stran, ki uporablja te povezave. To lahko naredi tudi v spletni učilnici. To spletno stran da učencem kot nalogo za samostojno delo skupaj z navodili, kako želi dobiti poročilo o učenčevem delu. Eno najenostavnejših (kopiranje zaslonskih slik v ustrezno datoteko) smo omenili že prej.

Uporaba pripravljenih gradiv, ki jih nekoliko spremenite

Denimo, da vam je všeč zbirka vprašanj na temo kotnih funkcij (http://am.fmf.uni-lj.si/kotne_funkcije-444df004/index.html), a menite, da vam nekaj vprašanj ne ustreza. Zato bi jih radi odstranili. Spletne učilnice nimate.

Z omenjene spletne strani prenesete zip datoteko in v urejevalniku spletnih strani odprete HTM datoteko. Poiščete omenjena vprašanja in jih zbrišete ter shranite popravljeno datoteko HTM.

Nato pa na svoj spletni strežnik dodate celotno vsebino imenika (kot ste ga prenesli in popravili zgoraj) in na stran svojega predmeta dodate povezavo do datoteke HTM, ki prikaže kviz.

Uporaba vprašanj v spletni učilnici

V svoji spletni učilnici bi radi sestavili svoj kviz, kjer boste uporabili nekatera od pripravljenih vprašanj, določena vprašanja nekoliko spremenili in tretja spet napisali na novo. Kot povratno informacijo pri pravilnem odgovoru želite učencu zastaviti še malo težjo nalogo, ki jo najdete kot vprašanje tipa STACK.

V ta namen najprej poiščete ustrezne tematske sklope, kjer so vprašanja, ki jih želite uporabiti. Na svoj računalnik prenesete za vsak sklop datoteko v formatu Moodle XML. Uvozite ta vprašanja v spletno učilnico in selotite priprave kviza. Ob urejanju vprašanj lahko kot povratno informacijo predvidite tudi povezavo do strani, kjer se nahaja omenjena naloga, podprta s sistemom STACK.

Na tem mestu bi želeli opozoriti, da prenos oz. predvsem predelava in vgradnja gradiv v spletno učilnico zahteva določene posege, ki niso predmet trenutnega prispevka. Več o tem si lahko bralec prebere v diplomski *Kvizi v spletni učilnici Moodle* (Gerenčar, 2008), v prispevku (Lokar, Lukšič, Peperko, 2009) ali pa se udeleži katerega od seminarjev, ki jih organiziramo s sodelavci.

V projektu, ki trenutno poteka in ga lahko spremljate na straneh <http://www.nauk.si>, pa si prizadevamo, da bi tako sestavljanje in rekombiniranje gradiv še bistveno olajšali. Tako bomo učitelju poleg množice vprašanj dali še možnost, da ta vprašanja na še bolj enostaven način popravlja, spreminja, dopolnjuje in jih, kar je po našem mnenju najpomembnejše, kombinira v skladu s svojimi potrebami.

Zaključek

Kljub bogatim možnostim, ki jih uporaba tehnologije omogoča, bi vseeno želeli poudariti, da nobena tehnologija ni ustrezno nadomestilo za dobrega učitelja, saj kvalitetno neposredno razlago, ki je podprta z osebno intuicijo in vsakdanjimi zgledi, ni mogoče zapakirati v neko avtomatizirano obliko. Vsekakor pa zadostna in ustrezna raba tehnologije dvigne raven, atraktivnost in kakovost pouka.

Literatura in viri

[1] V. Batagelj, I. Kavkler, M. Lokar, Mreža evropskih skladišč učnih gradiv - EdReNe, v: M. Orel (ured.), *Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009*, Kranjska Gora, 15.-18. April 2009, str. 199-204. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.sirikt.si/fileadmin/sirikt/predstavitve/2009/ZBORNIK_Sirikt2009.pdf

[2] K. Gerenčer, *Kvizi v spletni učilnici Moodle*, diplomska naloga, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, 2008. Dostopno na spletnem naslovu: http://rc.fmf.uni-lj.si/matija/matija_lokar.htm

[3] Interaktivni spletni učbenik E-um, dostopno na spletnem naslovu: <http://www.e-um.org/>

[4] I. Kavkler, M. Lokar, P. Lukšič, Primož, A. Peperko, Uporaba tehnologije pri preverjanju znanja v matematiki, v: *Strokovno srečanje in 60. občni zbor*, Podčetrtek, 7.-8. november 2008, (zbrala N. Razpet), Ljubljana, DMFA Slovenije, (2008), str. 63.

[5] M. Lokar, E-učna gradiva – kakšna in kako, v: M. Orel (ured.), *Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009*, Kranjska Gora, 15.-18. April 2009, str.624-632. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.sirikt.si/fileadmin/sirikt/predstavitve/2009/ZBORNIK_Sirikt2009.pdf

[6] M. Lokar, M. Preložnik, Razširitev sistema Moodle s sistemom za algebrsko preverjanje odgovorov Stack, v: *Zbornik 2. moodle.si konference*, 2008. Dostopno na spletnem naslovu: <http://www.moodle.si/moodle/mod/resource/view.php?id=132>

[7] M. Lokar, P. Lukšič, A. Peperko, V 5 minutah do matematičnega testa: Ali si UP-AM?, v: M. Orel (ured.), *Mednarodna konferenca Splet izobraževanja in raziskovanja z IKT, SIRIKT 2009*, Kranjska Gora, 15.-18. April 2009, str. 805-813. Dostopno na spletnem naslovu: http://www.sirikt.si/fileadmin/sirikt/predstavitve/2009/ZBORNIK_Sirikt2009.pdf

[8] M. Preložnik, Avtomatsko preverjanje matematičnega znanja s sistemom STACK, diplomska naloga, Fakulteta za matematiko in fiziko, Univerza v Ljubljani, 2008. Dostopno na spletnem naslovu: http://rc.fmf.uni-lj.si/matija/matija_lokar.htm

[9] Program Hot potatoes, dostopno na spletnem naslovu: <http://hotpot.uvic.ca>

- [10] Program Math-Kal: Math Teacher, dostopno na spletnem naslovu <http://www.mathkalusa.com>
- [11] Projekt Aktivna matematika, 2008, dostopno na spletnem naslovu: <http://am.fmf.uni-lj.si/>
- [12] Sistem STACK, dostopno na spletnem naslovu: <http://www.stack.bham.ac.uk/>
- [13] Spletna stran Mathsroom, dostopno na spletnem naslovu: <http://mathsroom.co.uk/index.html>
- [14] Spletni forum Math Forum, dostopno na spletnem naslovu: <http://mathforum.org/>
- [15] Spletni iskalnik Google, dostopno na spletnem naslovu: <http://www.google.com/>
- [16] Spletni servis Mathguide, dostopno na spletnem naslovu: <http://www.mathguide.com/>
- [17] Spletna stran The Math Worksheet Site, dostopno na spletnem naslovu: <http://themathworksheetsite.com/>
- [18] Spletni servis WKB, dostopno na spletnem naslovu <http://www.wkbradford.com/index.html>
- [19] Spletni portal NAUK (Napredne učne kocke), dostopno na spletnem naslovu: <http://www.nauk.si>
- [20] Učiteljski forum Učiteljska.net, dostopno na spletnem naslovu: <http://uciteljska.net/>
- [21] Učno okolje Moodle, dostopno na spletnem naslovu: <http://moodle.org>
- [22] Zbirka matematičnih testov Math quiz, dostopno na spletnem naslovu <http://www.thatquiz.org/>