

Sajam EuroMold 2007*

Od 5. do 8. prosinca 2007. u Frankfurtom sajamskom centru održana je 14. priredba alatničarstva i brze proizvodnje EuroMold 2007. Riječ je svakako o najvećem europskom događaju posvećenom alatničarstvu i postupcima brze proizvodnje, a moguće ga je svrstati i u vodeće svjetske priredbe. Sajam EuroMold 2007 posjetilo je više od 61 700 posjetitelja iz 83 zemlje, kako bi se informirali o stanju tehnike, novim konceptima i strategijama. Ovogodišnji slogan priredbe glasio je *From Design to Prototyping to Series Production* (Od konstrukcije do prototipa do serijske proizvodnje), čime se naglašava potreba za razmatranjem čitavog procesa od ideje do gotovog proizvoda (slika 1), a ne samo koncentracija na pojedine segmente toga procesa.



SLIKA 1. Proizvodni lanac (Izvor: DEMAT)

Na sajmu je izlagalo više od 1 650 izlagača iz 43 zemlje, i većina je, prema podacima organizatora sajma, tvrtke DEMAT GmbH, vrlo zadovoljna rezultatima. Organizator sajma i na ovoj je priredbi nastojao pratiti i vizualizirati rješenja koja bi zadovoljavala zahtjeve posjetitelja (slika 2). Tijekom održavanja sajma EuroMold održane su mnogobrojne konferencije, forumi, okrugli stolovi s posebnim temama iz područja proizvodnog lanca. Dodatno, posebna je pozornost posvećena Kini i Indiji organiziranjem dvaju specijaliziranih foruma. Te dvije zemlje danas već drže vodeća mjesta na svjetskom tržištu. Stoga su forumi bili izvršna prigoda za sklapanje novih kontakata, informiranje o mogućnostima poslovanja u Kini i Indiji te za raspravu s poduzetnicima koji već posluju u tim zemljama.

Na ovogodišnjem sajmu predstavljeno je nekoliko vrlo bitnih novosti. Kratak sažetak viđenoga mogao bi se iskazati mišlju kako se brza proizvodnja tvorevina počela ostvarivati i na komercijalnoj razini. Revolucionarnih novosti ove godine nije bilo, ali su

na vidiku... Već nekoliko godina EuroMold postaje sve manje alatničarski, a sve više RP (*Rapid Prototyping*), RT (*Rapid Tooling*), odnosno RM (*Rapid Manufacturing*) sajam. Istina je kako je većina izlagača (25 %) još iz alatničarskoga područja, no jednako tako činjenica je da oni dolaze uglavnom s Dalekog istoka (slika 3).



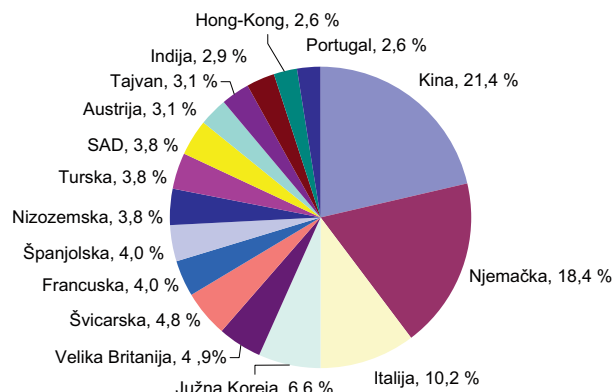
SLIKA 2. Pogled na izložbene prostore na sajmu EuroMold 2007 (Izvor: DEMAT)

Prema broju izlagača, odmah uz alatničarstvo su izlagači s prototipnim postupcima i svime što je vezano uz te postupke, a njima se može pridodati i znatan udio programske podrške i cijelo područje vezano uz unutražno inženjerstvo te medicinu koja preko stomatologije i usadaka vrlo brzo kroči naprijed (slika 4). Ako se svemu

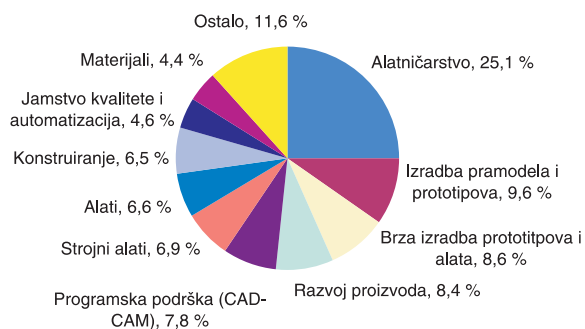
navedenom doda i činjenica kako je organizator sajma EuroMold, aktivno uključen u organizaciju indijskoga sajma DieMould i ruskoga RosMould te je suorganizator kineskoga sajma AsiaMold, postaje jasno da će u bližoj budućnosti EuroMold biti alatničarski samo još prema nazivu.

Alatničarstvo ili proizvodi bez alata?

Navedenu tvrdnju o generičkom alatničarstvu, odnosno generičkom prototipovanju, moguće je potkrijepiti činjenicom da su svi važniji proizvođači opreme za slojevit izradbu prototipova ove godine predstavili uređaje s pomoću kojih je moguće načiniti gotove proizvode (a ne samo prototipove). Tako je Stratasys prikazao uređaj FDM 900mc (slika 5), koji se temelji na postupku taložnoga srašćivanja (e. *Fused Deposition Modeling*, FDM), a radni prostor predstavlja kvadar izmjera 915 · 610 · 915 mm. Izbor materijala, raspoloživih za preradbu na tom uređaju, obuhvaća ABS, PC i PPSF. Posebna je pozornost pri razvoju toga uređaja bila posvećena njegovoj točnosti i preciznosti, koje su bitno unaprijeđene, a bile su neki od kritičnih čimbenika FDM postupka. Slika 6 prikazuje proizvod načinjen uređajem Stratasys FDM 900mc.



SLIKA 3. Udio izlagača prema zemljama (Izvor: DEMAT, After Show Report 07)



SLIKA 4. Udio izlagača prema područjima (Izvor: DEMAT, After Show Report 07)

* Članak je napisan u suradnji s časopisom IRT3000.



SLIKA 5. Uređaj Stratasys FDM 900mc (Foto: Igor Drstvenšek)



SLIKA 6. Proizvod načinjen uređajem Stratasys FDM 900mc (Foto: Igor Drstvenšek)

Tvrtke *VoxelJet* i *ProMetal* ponovno su predstavile svoje velike 3D pisaače, namijenjene ponajprije serijskoj proizvodnji, no oni nisu novost na tržištu. Pri oba tipa pisaača primijenjeno je kapljicaasto-praškasto načelo gradnje tvorevina, koje je pod nazivom 3DP patentirano na MIT-u (e. *Massachusetts Institute of Technology*), a zatim i licencirano najprije u tvrtki *Z-Corporation*, a potom i u nekim drugim tvrtkama. U načelu, riječ je o postupku kod kojega sloj prototipne tvorevine nastaje tiskanjem vezivnog a materijala u kapljicaastom stanju na sloj gradivnoga materijala u praškastom stanju. Kod *VoxelJet*etova postupka riječ je o dvofaznome PMMA, a kod *ProMetal*ova postupka riječ je o ljevačkom pijesku kao osnovnome materijalu te furanskoj smoli kao vezivu koje se nanosi s pomoću glave za tiskanje. Slika 7 prikazuje pješčani oblik načinjen uređajem *S-Print* i odljevak.



SLIKA 7. Pješčani oblik načinjen uređajem *S-Print* i odljevak (Foto: Igor Drstvenšek)

Nedvojbeno najsjajinja zvijezda *EuroMolda 2007* bio je *Connex500* (slika 8), trodimenzionalni pisaač izraelske tvrtke *Objet Geometries*. Novi pisaač nadogradnja je skupine pisaača *EDEN*, uz poboljšanje ponajprije u smislu uporabljivih materijala, kojima je moguće mijenjati mehanička svojstva ovisno o namjeni prototipne tvorevine. Ti su materijali prvi primjer funkcijski stupnjevanih materijala na tržištu. Načelo izradbe tvorevina relativno je jednostavno, a rabe se postojeće vrste materijala *FullCure*: *Vero* i *Tango* te već dobro poznat *PolyJet* postupak, koji se u novoj inačici naziva *PolyJet Matrix*. Pri *PolyJet* postupku, s pomoću glave za tiskanje na podlogu se nanosi kapljevita fotoosjetljiva polimerna smola, koja polimerizira pod djelovanjem ultraljubičastog svjetla. Materijali *Vero* mehaničkih su svojstava bliskih ABS-u, dok su *Tango* elastični. Miješanjem tih dviju vrsta materijala, ovisno o njihovim međusobnim udjelima, moguće je dobiti teorijski beskonačan broj materijala sa željenim mehaničkim svojstvima. U praksi je trenutačno na raspolaganju 21 različiti materijal. Novi uređaj omogućuje osim miješanja materijala i uporabu bilo kojega od sedam osnovnih materijala, što uređaji iz serije *EDEN* nisu mogli. Time je dobivena mogućnost izradbe proizvoda od više materijala (simulacija 2K ili nK otpresaka dobivenih unaprijeđenim injeksijskim prešanjem polimera) te proizvoda s kombinacijom prozirnih i ostalih materijala, što je posebice zanimljivo pri analizi medicinskih problema.

Radni prostor uređaja *Connex500* preuzet je od prethodnika, uređaja *EDEN 500*, s radnim prostorom veličine 500 · 400 · 200 mm. Uz to, valja još napomenuti kako tvrtka *Objet* u ovoj godini najavljuje plasiranje novog tipa materijala, koji će se najvjerojatnije zvati *DURUS*, a njegova mehanička svojstva bit će slična polipropilenu.



SLIKA 8. Pisaač *Connex500* (Izvor: *Objet Geometries*)

Treću veliku novost predstavila je njemačka tvrtka *EnvisionTec*, koja je paleti uređaja *Perfactory* dodala inačicu *Perfactory XEDE* (slika 9), čime je došla u područje većih uređaja. Radni prostor najvećeg uređaja iz serije *XEDE* iznosi 559 · 533 · 635 mm. Riječ je o cjenovno relativno povoljnom i

brzom uređaju za izradbu proizvoda fotopolimernih smola. *EnvisionTec* je prije nekoliko godina patentirao postupak sličan stereolitografiji, koji umjesto laserske zrake za očvršćivanje fotoosjetljive smole koristi DLP matricu tvrtke *Texas Instruments*, poznatu po suvremenim digitalnim projektorima. DLP matrica projicira sliku cijelog sloja prototipa odjednom, što je bitno brže u usporedbi s laserskim očvršćivanjem, pri kojemu laser mora pročešljati cijelu površinu sloja. Brzina uređaja tako je konstantna i neovisna o veličini pojedinog sloja tvorevine, a iznosi 20 mm/h (u smjeru osi z).



SLIKA 9. Najveći uređaj tvrtke *EnvisionTec* iz serije *XEDE* (Foto: Igor Drstvenšek)

Metalne tvorevine

Na području metala još su u središtu četiri europska igrača koji se bore za što veće tržišne udjele. *MCP*, *EOS* i *Concept Laser* posežu za istim tržišnim područjem, jer se kod svih oprema i postupci temelje na laserskom sraščivanju i taljenju. Tvrtka *ARCAM*, sa svojim postupkom taljenja s pomoću elektronske zrake (e. *Electron Beam Melting*, *EBM*), donekle je neovisna o trima preostalim navedenim tvrtkama. Sve četiri tvrtke prilagođavaju se tržišnim granama koje najavljuju potencijalan rast u budućnosti. Prva je već poznata brza izradba kalupa s mogućnošću konformnih kanala za temperiranje, koja s dosta teškoća prodire na konzervativno alatničarsko tržište. U ovome trenutku mnogo više obećava područje medicinskih usadaka, koje, nažalost, nije ništa manje konzervativno. Na slici 10 prikazan je *ARCAM A2* – sustav za EBM izradbu metalnih tvorevina.

Ukratko, u tržišnoj utrci trenutačno je *ARCAM* u manjoj prednosti, jer proizvodi načinjeni s pomoću elektronske zrake imaju bitno bolja mehanička i metalurška svojstva u usporedbi s proizvodima načinjenima postupkom sraščivanja. Nedostatak je u tome što tvrtka *ARCAM* u ovome trenutku nudi na tržištu samo dvije vrste materijala za izradbu tvorevina, Ti6Al4V i CoCr. Oba materijala poznata su u svijetu medicinskih usadaka,

za koje su prije svega i razvijeni, no ARCAM je uporabu CoCr proširio i na alatničarstvo. Velika prednost postupka EBM je brzina izradbe tvorevina i njihova gustoća, koja je posljedica velike gustoće unesene energije što omogućuje elektronska zraka. Postupak je tako i do šest puta brži od postupaka temeljenih na laserskom sraščivanju. Nažalost, takva brzina ostvarena je na račun površinske hrapavosti i točnosti izmjera i oblika, koji su u usporedbi s laserskim sustavima za klasu niži. Od preostale tri spomenute tvrtke, MCP temelji razvoj na konceptu namjenskog uređaja za zubotehničku primjenu, *Concept Laser* nudi prije svega rješenja za alatničarske primjene i nešto inovativnih primjena preradbe praškastih materijala, a *EOS* ustraje na konceptu jedne platforme koja pokriva više područja primjene. Uočeno je kako svi proizvođači više ili manje ciljaju na stomatologiju i izradbu krunica od CoCr. Tako MCP nudi podatak o izradbi 70 krunica za umjetne zube na sat, a *EOS* podatak o izradbi 400 komada u 24 sata. Radni prostor kod svih tvrtki je približno kocka izmjera stranica oko 250 mm. Jedino ARCAM sa svojim najnovijim uređajem A2 nudi radni prostor valjkasta oblika, promjera 300 mm i visine 200 mm. Slika 11 prikazuje kalup za injekcijsko prešanje plastomernih figura iz filma *Ratatouille* načinjen na uređaju *EOSINT M270*.



SLIKA 10. ARCAM A2 – sustav za EBM izradbu metalnih tvorevina (Foto: Igor Drstvenšek)



SLIKA 11. Kalup za injekcijsko prešanje plastomernih figura iz filma *Ratatouille* načinjen na uređaju *EOSINT M270* (u kalupu je načinjeno više od 100 000 otpresaka) (Foto: Igor Drstvenšek)

Ostali uređaji

Unatoč navedenim novostima, rastu tržišta RP&T&M uređaja i dalje najviše pridonose uređaji za 3D tiskanje; gotovo 73 % svih prošle godine prodanih RP uređaja su trodimenzionalni pisači. Naziv pisača uvriježio se radi lakše popularizacije uređaja, unatoč tomu što najprodavaniji uređaji nemaju mnogo toga zajedničkoga s pisačima. Uvjerljivo prvi je *Stratasys*ov uređaj *Dimension*, koji se nudi u većem broju izvedaba po vrlo prihvatljivim cijenama, što je također jedan od razloga njegova uspjeha na tržištu. Slijede ga *Z-Corp* pisači, prije svega novi model *Z450*, koji je prvi uređaj koji zaista zaslužuje pridjev za *ured*. Posebnost svih Z-pisača je da zahtijevaju *tolerantniju* radnu okolinu. U protekle tri godine na tržištu pisača sve je prisutnija tvrtka *Objet* sa svojim postupkom *PolyJet*, kao i tvrtka *EnvisionTec* s DLP postupkom.

Unutražno (reverzno) inženjerstvo

Tržište optičkoga snimanja geometrijskih podataka ili, pojednostavnjeno, trodimenzionalnog skeniranja, slično kao i ostala područja podijeljeno je na medicinu, gdje opet iskače zubotehniku i sve vezano uz nju, te na alatničarstvo i oblikovanje. Na području alatničarstva i velikih skenera nije se u posljednje vrijeme dogodilo ništa dramatično. Još su u utakmici na tržištu u tome segmentu tri važna proizvođača: *GOM*, *Steinbichler* i *Breuckmann*. Ovdje je moguće spomenuti još i tvrtku *Leica*, s vrlo točnim i preciznim, ali teško uporabljivim sustavom, te tvrtku *Minolta*, s nekoliko prijenosnih modela koji su ipak tržištu manje zanimljivi od prije nabrojanih. Na području manjih uređaja čini se kako će uskoro svi skenirati samo otiske zubi. Slika 12 prikazuje skener *LaserDenta*.



SLIKA 12. Skener *LaserDenta* (Foto: Igor Drstvenšek)

Na području skeniranja otisaka zubi moguće je opaziti najveći napredak, najbrži tržišni rast te najbrže sniženje cijena uređaja. U poplavi najrazličitijih skenera i kombinacija skener-programaska podrška vrlo je teško izabrati najpovoljniji sustav, posebice zato što je pri tome potrebno raspolagati odgovarajućim zubotehničkim predznanjem, ali i određenim iskustvom u uporabi opreme za takvo skeniranje. Svakako je jedan od bitnih čimbenika postala otvorenost sustava. Naime, na tržištu su u prošlosti prednjačili

sustavi namijenjeni točno određenom tipu, odnosno načinu daljnje obradbe/izradbe umjetnih zubi. Izlaz iz takvog skenera bio je dokument koji je mogao pročitati i njime se koristiti samo određeni obradni stroj za izradbu podloge krunica ili cijeloga zuba od keramike. Može se zamijetiti kako su takvi sustavi prošlost, posebice zato što su upravo na sajmu svi isticali otvorenost svojih sustava i prije negoli se ta tema načela.

Ubrzano se razvija i područje CT uređaja za tehničku primjenu, s točnošću ispod 10^{-6} mm. S pomoću tih je uređaja moguće mjeriti i unutrašnje šupljine u najrazličitijim elementima, a mogu se uočiti i unutrašnje greške u materijalima. Nedostaci tih uređaja očituju se u još uvijek visokoj cijeni i načelu rada koje se temelji na djelovanju x-zraka. Slika 13 prikazuje *nanoCT*, mjerni uređaj tvrtke *Phoenix*.



SLIKA 13. *nanoCT* - mjerni uređaj tvrtke *Phoenix* (Foto: Igor Drstvenšek)

Programaska podrška

Na tržištu programske podrške moguće je na prvi pogled zaključiti kako se ništa bitno ne mijenja. Međutim, katkad su bitne razlike skrivene u detaljima. Na sajmu su bili prisutni svi *veliki*, koji su prikazali novosti iz 2007. Razvoj programskih paketa polako se prilagođava potrebama korisnika, no zadržana su dva različita koncepta prostornih i površinskih programa. Nitko za sada ne razmišlja o programima koji bi poštovali promjenjiva mehanička svojstva materijala kod pojedinih elemenata konstrukcija, što bi moglo postati velikim problemom u nadolazećem nano-mikro dobu funkcijsko stupnjevanih materijala. Bitna novost na sajmu bio je program *MiniMagics* tvrtke *Materialise*, koji se pridružio njihovu drugom besplatnom paketu *STLzip*. Program *STLzip* namjenski je program za komprimiranje STL dokumenata, koji omogućuje bolje komprimiranje od ostalih *zip* programa. To je vrlo korisno pri slanju dokumenata ponuđačima RP usluga. Teškoće nastaju kada korisnik želi jednom komprimirani dokument ponovno uporabiti u izvornom obliku. Otvaranje takvog dokumenta bilo je moguće samo s pomoću programa *Magics*, koji je relativno skup. S pomoću paketa *MiniMagics* taj je problem riješen, a može se besplatno preuzeti s poslužitelja tvrtke *Materialise* na njihovoj web-stranici. Vrlo je zanimljiv i njihov paket *3matic*, koji je prvi CAD program koji djeluje isključivo sa STL formatima dokumenata. Osim općih funkcija program nudi i neke posebnosti kao što je automatska

izradba usadaka lubanje i slično. *Materialise* se svakako učvršćuje na vodećoj poziciji proizvođača programske podrške za obradbu STL dokumenata.

RPTM usluge

Od prvog sajma *EuroMold* pa do danas ponuđači usluga na području izradbe prototipova i modeliranja imaju sve veći udio u ukupnom broju izlagača. Čistih ponuđača RP usluga, odnosno onih koji nude izradbu samo prototipova, sve je manje, jer su potrebe na tržištu za takvim uslugama u opa-

danju. S druge strane, sve je više tvrtki koje nude cjelovite usluge razvoja proizvoda, od izradbe prototipa do izradbe manjih serija tvorevina od različitih materijala. Na tome području u Europi još prednjači najveća *modelarska radionica* na svijetu, belgijska tvrtka *Materialise*, koja je sve poznatija i po programskoj podršci.

Zaključak

Sajam *EuroMold* i u svome 14. izdanju ponovno se dokazao kao vodeći događaj s područja

slojevitih postupaka brze izradbe prototipova u Europi. Jedan je od najvažnijih svjetskih izvora informacija s toga područja, a zajedno s popratnim događajima i jedan od najbogatije organiziranih sajmova u ovome dijelu svijeta. U sklopu sajma već se tradicionalno održavaju konferencije u organizaciji tvrtke *Wohlers Associates* i *SPE – Europskog društva polimerijskih inženjera*, koje omogućuju predstavljanje najnovijih spoznaja s područja brze izradbe tvorevina i alatničarstva.

Igor DRSTVENŠEK i Damir GODEC

POMOĆ KNJIŽNIČARSTVA POLIMERSTVU

Slobodan pristup informacijama: časopisi i knjige

Priredila: Tamara KRAJNA

O ideji slobodnog pristupa i inicijativama koje su pomogle da se ideja razvije i u stvarnosti počne provoditi pisalo se u prošlom broju.¹ Valja podsjetiti, nazivom slobodni ili otvoreni pristup (e. *open access*, *OA*) označava se neograničen i nesmetan pristup digitalnim sadržajima, pri čemu se ponajprije misli na sadržaje znanstvenoga karaktera.

U prošlom broju *POLIMERA* pisano je o institucijskim repozitorijima u otvorenom pristupu, no postoje baze koje nude slobodan pristup časopisima i knjigama. Ovdje će biti spomenuto nekoliko takvih baza. Osim uvrštavanja časopisa i knjiga u baze s otvorenim pristupom, urednici/autori uvijek se mogu odlučiti cjeloviti tekst ponuditi na svojim stranicama. Kao primjerice časopis *POLIMERI*, koji osim što je uvršten u baze u otvorenom pristupu omogućuje pristup cjelovitim tekstovima i na vlastitim *web*-stranicama.²

Iz poštovanja prema hrvatskoj znanstvenoj zajednici koja uspješno slijedi trendove svjetske znanosti te uredništvima naših znanstvenih i stručnih časopisa koji podupiru ideju slobodnog pristupa, prvi će biti spomenut *Hrčak*,³ portal znanstvenih časopisa Republike Hrvatske. Na *Hrčku* se mogu naći cjeloviti tekstovi većine domaćih znanstvenih i stručnih časopisa. Implementacijom *OAI-PMH* (e. *Open Archives Initiative Protocol for Metadata Harvesting*)-protokola u *Hrčku* omogućena je komunikacija sa sličnim digitalnim arhivima. Nije nevažno da sadržaj portala pretražuju i indeksiraju i veliki internetski pretraživači, *Google* i *Google Scholar*.

Kako je o *Hrčku* već pisano,⁴ pa tako i u *POLIMERIMA*, ovom prilikom više pozornosti posvetit će se nekim drugim bazama.

Časopis *POLIMERI* u *Hrčku* nudi pristup cjelovitim tekstovima od 2003. godine.

Među poznatijim bazama koje nude slobodan pristup znanstvenim i stručnim časopisima je *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*.⁵ Ideja o formiranju *DOAJ*-a predstavljena je javnosti 2002. godine na *First Nordic Conference on Scholarly Communication* u Lundu/Kopenhagenu. Već su tadašnja informatička i komunikacijska tehnologija to omogućavale. Zato se krenulo u kreiranje takve baze kako bi se korisnicima omogućio jednostavan i brz pristup sadržajima časopisa, a s druge strane da se poveća vidljivost i utjecaj časopisa. Koordinator *DOAJ*-projekta knjižnica je *Sveučilišta u Lundu* (Kraljevina Švedska).

Nakon zaprimanja prijedloga o uključivanju novog naslova u *DOAJ*-bazu, uredništvo *DOAJ*-a na osnovi evaluacijskih kriterija odlučuje o uvrštavanju eventualnoga novog naslova:

- kompletan sadržaj mora biti slobodno dostupan, bez ikakvih zabrana
- časopisi moraju biti u sustavu ISSN-a
- mora postojati kontrola kvalitete (urednika, uredničkog odbora, recenzentskog postupka...).

U *DOAJ*-bazu uključeno je pedesetak hrvatskih časopisa, uključujući i, onedavno, časopis *POLIMERI*.

*The National Academies Press*⁶ komercijalna je izdavačka kuća koja nudi mogućnost

besplatnog pristupa, odnosno besplatnog čitanja sadržaja više od 2 500 knjiga, koje se, naravno, mogu i kupiti. Knjige su svrstane u više od dvadeset znanstvenih područja. Odabirom znanstvenog područja otvara se popis naslova unutar pojedine discipline, s kratkim opisom knjige. Odabirom knjige otvaraju se detalji o odabranome naslovu, uključujući i cijenu, te poveznica na besplatnu mogućnost čitanja knjige *online*. Nijedan od ponuđenih naslova nije moguće učitati na vlastito računalo.

Sveučilište u Pennsylvaniji na svojim *web*-stranicama podržava iznimno vrijedan projekt, *The Online Book Page*.⁷ Stranice je 1999. godine pokrenuo John Mark Ockerbloom, tadašnji student američkog sveučilišta *Carnegie Mellon*. Osim slobodnog pristupa cjelovitim tekstovima knjiga, na stranicama se mogu naći i druge korisne informacije.⁸

Na početnoj stranici među ostalim je i poveznica na *books online*, gdje se nudi mogućnost pretraživanja više od 20 tisuća knjiga iz svih područja, uključujući znanost i beletristiku. Pretraživanje knjiga moguće je po naslovu, autoru i predmetnici (predmetna odrednica, predmetna riječ, e. *subject entry*).

*Kalifornijski institut za tehnologiju*⁹ na svojim internetskim stranicama nudi mogućnost pristupa i učitavanja na vlastito računalo više od četrdeset naslova podijeljenih u 12 znanstvenih disciplina.

Svakako treba spomenuti *Projekt Gutenberg*.¹⁰ Godine 1971. Michael Hart došao je na ideju da se sve knjige kojima su istekla autorska prava prenesu u elektronički oblik. Dakle, na tim stranicama neće se naći nove