

## Zlato – od alkemije do nanočestica

**Martina Špehar\***, **doc.dr.sc. Iva Rezić\*\***(mentor), **dr.sc. Alica Grilec Kaurić\*\*\***

*\*Studentica diplomskog studija na Tekstilno tehnološkom fakultetu*

*\*\* Zavod za primijenjenu kemiju, Tekstilno tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu,  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb 10000.  
e-mail: [iva.rezic@ttf.hr](mailto:iva.rezic@ttf.hr)*

*\*\*\* Zavod za dizajn tekstila i odjeće, Tekstilno tehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu,  
Prilaz baruna Filipovića 28a, Zagreb 10000.  
e-mail: [alica.grilec@ttf.hr](mailto:alica.grilec@ttf.hr)*

---

### Sažetak:

Ovaj rad govori o zlatu, od alkemije do nanočestica. Po tematici se može podijeliti u tri dijela. Prvi dio govori općenito o zlatu: njegovom utjecaju na ljude i okoliš, povijest i tržište zlata te korištenje zlata u medicini, stomatologiji i gospodarstvu te je objašnjena alkemija kao starodrevna vještina. Drugi dio obuhvaća opis nanotehnologije i nanočestica zlata. Treći dio rada odnosi se na istraživanje o zlatu koje je provedeno anketiranjem studentske populacije

---

**Ključne riječi:** zlato; alkemija; nanočestice; istraživanje

---

### 1. UVOD

Zlato je jedan od prvih metala koji su ljudi naučili obrađivati. Koristi se već preko 6000 godina. Otada ljudi ne mogu odoljeti zlatu i potrazi za njim. Zbog svoje ljepote i sjaja predmet je divljenja i umjetnici ga oblikuju u predmete. Otkad zlato postaje novac (u 7. stoljeću prije Krista) tj. službeno sredstvo plaćanja, potražnja za njim još više raste, ono postaje predmet ljudskih ambicija i sve jače utječe na povijesna zbivanja. Zlato je postalo valutom koju vole i cijene diljem planete i kojom bi se mogla određivati vrijednost svega ostalog.

Zlato je kemijski element koji u periodnom sustavu elemenata nosi simbol Au. To je metal s karakterističnim žutim sjajem, mekan, lagan i dobar za obradu prilikom koje ne gubi svoja svojstva. Otporan je na vanjske utjecaje (vlagu, kiseline, lužine) Pored srebra i bakra zlato spada u najbolje vodiče električne struje i topline. Zlato je vrlo teško — zlatna kugla veličine loptice za golf teška je oko jedan kilogram. Gotovo redovito nalazi se u prirodi u čistome elementarnom stanju, u vidu zrnaca ili listića unutar kvarcnih stijena ili kvarcnoga pijeska koji nastaje trošenjem stijena. Ponekad se može naći i u grumenu. Prvo što se uočava kod zlata njegova je boja i sjaj. Za razliku od većine drugih metala koji su neuglednih tonova sive ili smeđe boje, zlato je sjajnožute boje koja podsjeća na sjaj sunca. Zlato se stoga doživljava najljepšim od metala. Lijepa boja zlata može dobiti razne nijanse ako se pomiješa (legira, slijeva) s drugim metalima. One mogu varirati od bijele i bijeložute do crvenkastih i zelenkastih nijansi.

Od pretpovijesti do dvadesetog stoljeća, zlato se dobivalo iz zlatonosnog pijeska nastalog raspadanjem zlatonosnih stijena i naknadnim ispiranjem prirodnim vodama. U doba alkemičara metode pretvorbe drugih elemenata u zlato bile su glavna preokupacija. Danas se znatan dio zlata dobiva neposredno iz takvih stijena, koje se prethodno podvrgavaju drobljenju i mljevenju. Danas se to izvodi pomoću žive ili cijanidnim postupkom. Zlato je među plemenitim metalima najtraženije kao roba te kao investicijski instrument za trgovanje na financijskom tržištu, a posebno kao "zlatna rezerva" u vremenima krize. Naime,

zlato kao plemeniti metal u vlasništvu, ukoliko nema obvezu prema drugoj strani u vrijednosnom smislu, praktično nema ni rizik. Osim klasičnih uporabnih predmeta, zlato se danas često koristi i u obliku nanočestica.

## 2. ZLATO

Simbol zlata je Au (lat. *aurum*). U elementarnom stanju zlato je plemeniti metal žute boje, jaka sjaja, mekan i rastezljiv, težak (relativna gustoća  $19,3 \text{ g/cm}^3$ ). Talište zlata je  $1064,76^\circ\text{C}$  (Tablica 1). Zlato je mekan metal i član je 11. skupine u periodnom sustavu elemenata. U metalnom obliku ima karakterističnu sjajnu žutu boju, ali je u koloidnom obliku crveno. Na zlato ne djeluju zrak, voda, lužine ni kiseline, osim zlatotopke (*aqua regia*)<sup>1</sup> i selenske kiseline ( $\text{H}_2\text{SeO}_4$ ). Otopit će ga i voda u superkritičnom stanju, a to je voda zagrijana na temperaturi oko  $374^\circ\text{C}$  pod tlakom. Čisto zlato izvanredno je otporno prema zraku, vodi, kisiku, sumporu, sumporovodik, rastaljenim alkalijama, kiselinama i većini solnih otopina; otapa se u klornoj vodi i u smjesama klorovodične kiseline s jakim oksidacijskim sredstvima (nitratnom kiselinom, natrijevim-peroksidom, kromatnom kiselinom, kalij permanganatom itd.), dajući zlato(II)-klorid.

Zlato je jedan od najrjeđih elemenata u Zemljinoj kori. Smatra se da ga ima samo oko dvije milijuntine postotka. U prirodi se pojavljuje redovito samorodno, pa je bilo poznato već u prehistorijsko doba. Na primarnom ležištu nalazi se redovito u obliku zrnaca, ljuskica, ploča ili razgrananih žica u kiselom i neutralnom eruptivnom kamenju, uprskano obično u kremenim žilama (gorsko zlato); ponekad ga prati pirit, arsenopirit, srebro i bakar. Često ga se pronalazi nalazi na sekundarnim ležištima, naplavinama ili pijescima. Prirodno zlato sadržava gotovo uvijek i srebro. Najveće nalazište zlata je na Witwatersrandu u Južnoafričkoj Republici, 1000-3000 m ispod površine Zemlje.

U svojim spojevima zlato je jednovalentno i trovalentno. Najvažniji spoj zlata jest zlato (III)-klorid, u obliku crvenih iglica koje nastaju kad klor nešto iznad  $200^\circ\text{C}$  djeluje na zlato u listićima. Otapa se u vodi dajući smeđocrvenu otopinu koja sadržava kompleksnu trikloro-okso-zlatnu kiselinu  $\text{H}_2[\text{AuCl}_3\text{O}]$ ; ako se toj otopini doda kloridna kiselina, nastaje u otopini zlatoklorovodična kiselina (tetraoklorozlatna kiselina), koja se može dobiti i otapanjem zlata u zlatotopci i uparivanjem otopine s kloridnom kiselinom; tvori kristalne igle sastava  $\text{H}[\text{AuCl}_4] \times 4\text{H}_2\text{O}$ , žute boje poput limuna, koje se na vlažnom zraku raskvasuju, u vodi i alkoholu lako otapaju, a na koži izazivaju plikove; upotrebljava se u medicini, fotografiji i u galvanotehnici (za pozlaćivanje).

### 2.1. ZLATO U POVIJESTI

Zlato je bilo poznato od prapovijesti, a i prvi je metal koji se obrađivao, najviše zbog toga što ga se moglo naći u zrcima, pa čak i u grudama, koji su svjetlucali u koritima potoka i jednostavno se moglo prosijati. Nil je bio plodno nalazište takvog aluvijalnog zlata, ali oko 2000. godine p.n.e. Egipćani su već počeli kopati zlato iz rudnika, gdje su u podzemlje slijedili zlatne žice u stijenama.

Sve su civilizacije cijenile zlato i razvijale su složene načine za njegovu upotrebu, kao na primjer tkanje sa zlatnim nitima i ukrašavanje odjeće ili izlivanje umjetničkih djela zaboravljenom tehnikom pomoću voska. Privlačnost zlata izazivala je ljude da traže načina kako bi ga proizveli pa su alkemičari bezuspješno tražili „kamen mudraca“, tvar koja bi, kako su se nadali, pretvorila osnovne metale, (na primjer olovo) u zlato. U kasnije rimsko doba pojavio se strah da bi alkemičari mogli uspjeti u svojem naumu. Car Dioklecijan, koji je vladao od 285. do 300. godine preplašio se da će alkemičari narušiti njegovu monetarnu reformu pa je naredio da se unište svi alkemičarski zapisi. Tako je u plamen otišla golemo količina kemijskih spoznaja koja su se stoljećima prikupljala u starom Egiptu. Ali ni to nije zaustavilo alkemičarska istraživanja, mada to objašnjava zbog čega su od tada oni radili pod velom tajnosti. U srednjem vijeku je alkemija ponovno postala cijenjena, a u sedamnaestom stoljeću u istraživanja su se uključile neke značajne ličnosti kao što je bio veliki znanstvenik Isaac Newton i njegov kralj Charles II.

### 2.2. ALKEMIJA

Alkemija je drevna vještina preobrazbe neplemenitih metala u plemenite, te težnja za pronalaskom „Kamena mudraca“ odnosno potraga za životnim eliksirom. Naziv je došao u Europu u 13. stoljeću prilikom prevođenja arapskog naziva *al-*

*kimia* na latinski. Engleski prevoditelj nije znao prevesti arapski određeni članak, te ga je ostavio u izvorniku. Tako je u europsku kulturu ušao oblik alkemija. Arapski oblik *kimia* potječe od starogrčkog *hymeia*, u značenju 'mješavina', koju je, kao naziv za umijeće pretvorbe metala, prvi upotrijebio Zosim iz Panopolisa (o.350.-o.420.) oko 400. godine. Postoji i mišljenje da izraz *hymeia*, odnosno *kimya* proizlazi iz riječi *Kem* ("crna zemlja"), imena kojim se u antici nazivao Egipat. Alkemija se izučavala ujedno kao teorijsko umijeće i kao praktična vještina. Glavni ciljevi alkemijskog izučavanja bili su otkrivanje kamena mudraca, odnosno proces transmutacije metala, što je bilo "Veliko djelo" (Magnum opus). Alkemičari su vjerovali kako postoji način pretvorbe bilo koje vrste metala u zlato, uz pomoć kamena mudraca. Pretvaranjem kamena mudraca u tekućinu, trebao se dobiti eliksir života koji je trebao onome tko ga posjeduje omogućiti dugovječnost. Razlikujemo aleksandrijsku protokemiju, arapsku alkemiju te europsku duhovnu alkemiju.

### 3. NANOČESTICE ZLATA

#### 3.1. NANOTEHNOLOGIJA

Nanotehnologija je manipulacija materije na atomskoj i molekularnoj razini. Nanotehnologija je „znanost o malom“ i proučava svojstva materije na nanoskali. Proučava kako se ponaša kad ju formiramo u različite strukture. Mala promjena u strukturi materijala može rezultirati posve novim svojstvima. Precizna tehnologija označava sve procese pri kojima su tijela i površine makroskopskih mjera napravljene vrlo preciznog oblika i glatkoće. Glavno područje primjene ultrapreciznih tehnologija je proizvodnja optičkih površina te posebice glatkih mikro-pločica. Nanotehnologija se razvila tek posljednjih godina iz jednostavnog razloga što znanstvenici prije nisu imali tehnologiju za manipulaciju tako malim veličinama. Pojam nanotehnike podrazumijeva kreiranje funkcionalnih materijala, uređaja i sustava kontroliranjem oblika i veličina na nanometarskoj razini te pojavu novih svojstava i fenomena dobivenih na toj razini. Područje nanotehnike može se podijeliti na tri dijela. Prvoj skupini pripadaju nanomaterijali. To su jednokomponentni ili višekomponentni materijali kod kojih je barem jedna dimenzija komponente u rasponu između 0,1 i 100 nm. Toj skupini pripadaju nanočestice, nanovlakna, nanocjevčice, nanokompoziti i nanostrukturirane površine. Drugu skupinu čine nanoalati. To su alati i tehnike za sintezu nanomaterijala, manipuliranje atomima i proizvodnju struktura za uređaje te za mjerenja i karakterizaciju materijala i uređaja na nanoskali. Treći dio pripada nanouređajima. To su naprave na nanoskali važne u mikroelektronici i optoelektronici.

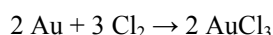
#### 3.2. NANOČESTICE ZLATA

Kao u balastnim tvarima elemenata metal zlata (Au) je već stoljećima vrlo popularan predmet istraživanja u znanosti. Dugo prije razvoja moderne kemije zlata, jedinstvenim "zlatnim" izgledom zlato je vrlo cijenjeno. Vjerojatno, „topljivo“ zlato je nastalo u četvrtom ili petom stoljeću prije Krista u Egiptu i Kini. Koloidno zlato je zatim korišteno za izradu rubin stakla i za bojanje keramike, aplikacije koje su se nastavile i danas. U Srednjem vijeku zlato je uvelike cijenjeno zbog uvjerenja o ljekovitim moćima za različite bolesti. Svi ti aspekti su sastavljeni u prvoj knjizi o koloidnom zlatu koju je napisao F. Antonii 1618. godine.

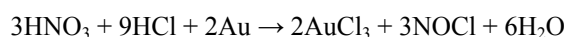
Tehnološki razvoj nanoznanosti (nanotehnologije) unio je revoluciju utjecaja zlata u znanstvene zajednice. U novije vrijeme u našem društvu u obliku vrlo blagotvornih tehnoloških primjena u područjima kao što su znanost o materijalima, energiji i medicini. Trenutno, razvoj novih sintetičkih pravaca je dobiti Au koloide, složene multikomponentne materijale ugrađivanjem Au koloida.

##### 3.2.1. DOBIVANJE ZLATA

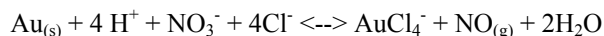
Zlato(III) klorid najčešće se priprema direktnim kloriranjem metala na visokim temperaturama.



Zlato se može samo otopiti u oksidirajućim medijima kao što je zlatotopka (Aqua regia). Zlatotopka ( $\text{HNO}_3 + 3\text{HCl}$ ) je smjesa koncentrirane dušične ( $\text{HNO}_3$ ) i klorovodične ( $\text{HCl}$ ) kiseline u volumnom omjeru 1:3. Sastoji se od jednoga volumnog dijela koncentrirane dušične kiseline ( $\text{HNO}_3$ ) i triju dijelova koncentrirane klorovodične kiseline ( $\text{HCl}$ ). Zbog vrlo jakog oksidirajućeg djelovanja koristi se za otapanje plemenitih metala (osim srebra s kojim tvori netopljivi klorid). Upotrebljava se za izdvajanje zlata, srebra i platinskih metala uz anodnog mulja preostala nakon elektrolitske rafinacije nikla i bakra. Njena reakcija sa zlatom predstavlja se kemijskom jednadžbom:



Otapanjem zlata u zlatotopci nastaju tetrakloraurat(III) ioni, što se izražava jednadžbom:



#### 4. ISTRAŽIVANJE

Anketa kojom se provelo istraživanje sastavljena je od 29 pitanja. Provela se na uzorku studenata Sveučilišta u Zagrebu starosne dobi od 18 do 30 godina. Kod sastavljanja anketnih pitanja koristila se **Likertova skala**. Pri obradi podataka koristili su se osnovni statistički pokazatelji - aritmetička sredina i standardna devijacija. **Aritmetička sredina** je jedna od središnjih vrijednosti koje se koriste u statistici, a računa se tako što se zbroj vrijednosti ispitivanog obilježja podijeli s njihovim brojem. **Standardna devijacija** je statistički pojam koji označava mjeru raspršenosti podataka u skupu. Interpretira se kao prosječno odstupanje od prosjeka i to u apsolutnom iznosu. Za izračun statističkih podataka služilo se Excelom i SPSS 21.

##### 4.1. ANALIZA UZORKA

Od ukupno 446 anketa, ispravno popunjenih bilo je 243, dok je u ovom istraživanju korišteno 235 odgovora obzirom da su odgovori ispitanika starijih od 30 godina izostavljeni obzirom da ih je pristigao vrlo mali broj (31-40 pet odgovora, 41-50 dva odgovora i više od 51 godine jedan odgovor) te se ne mogu smatrati reprezentativnim uzorkom. Distribucija ispitanika prema starosnoj dobi nalazi se u Tablici 1.

**Tablica 1.** Starosna dob ispitanika

Dob	Frekvencija	%
do 20 godina	96	40,85
od 21 do 30 godina	139	59,15
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

U uzorku prikazanom u Tablici 1, studenata u dobi do 20 godina čini 40,85%, a studenta od 21 do 30 godina 59,15%. Ispitanici prema stručnoj spremi roditelja prikazani su u Tablici 2.

**Tablica 2.** Ispitanici prema stručnoj spremi roditelja

Stručna sprema	Frekvencija	%
Završena osnovna škola	5	2,13
Završena srednja škola (SSS)	142	60,43
Završena viša škola, fakultet (VSS)	80	34,04
Završen magisterij, doktorat	8	3,40
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Kako se vidi iz Tablice 2 najviše ispitanika se izjasnilo da je najveći stupanj obrazovanja njihovih roditelja završena srednja škola (60,43%), a najmanje ih ima završenu osnovnu školu (2,13%).

Ispitanici podijeljeni prema područjima znanosti prikazani su u Tablici 3.

**Tablica 3.** Ispitanici prema područjima znanosti

Područje znanosti	Frekvencija	%
Prirodne znanosti	31	13,19
Tehničke znanosti	113	48,09
Biomedicinske znanosti	14	5,96
Biotehničke znanosti	19	8,09
Društvene znanosti	35	14,89
Humanističke znanosti	20	8,51
Umjetničko područje	3	1,28
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Najviše

ispitanika imamo u području tehničkih znanosti što se može vidjeti u Tablici 3, dok ih je najmanje u umjetničkom području, tek 1,28%.

#### 4.2. STUDENTSKA PERCEPCIJA ZLATA

Odgovor na pitanje koliko često nose zlatni nakit, prikazano je Tablicom 4.

**Tablica 4.** Učestalost nošenja zlatnog nakita

Učestalost nošenja nakita	Frekvencija	%
Svaki dan	33	14,04
Jednom mjesečno	12	5,12
Samo u posebnim prigodama	52	22,13
Ne nosim zlatni nakit	138	58,72
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

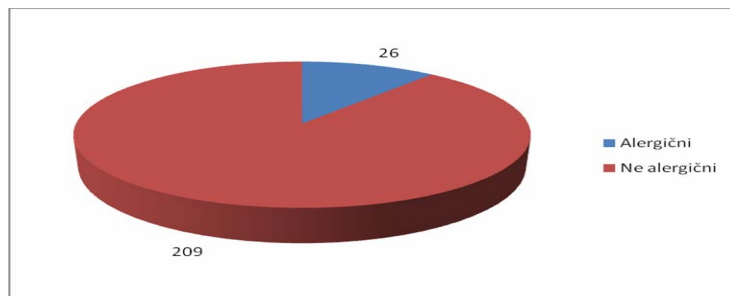
Aritmetičkom sredinom izračunato je da je ovo pitanje ocjenjeno prosječnom ocjenom 3,3 što znači da ukupan broj ispitanih studenata koji nose zlatni nakit, najčešće ga nose samo u posebnim prigodama. 58,72% ispitanika izjasnilo se da ne nose zlatni nakit.

**Tablica 5.** Stav ispitanika naspram cijene zlata

Slaganje s tvrdnjom o cijeni zlata	Frekvencija	%
Potpuno se slažem	29	12,34
Slažem se	52	22,13
Niti se slažem, niti se ne slažem	69	29,36
Ne slažem se	17	7,23
Uopće se ne slažem	1	0,43
Nemam mišljenje	67	28,51
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Prosječna ocjena ove tvrdnje je 2,46 što znači da najviše ispitanika se niti slaže, niti ne slaže s tvrdnjom da je cijena zlata previsoka, dok 67 studenata nema mišljenje o cijeni zlata.

**Graf 1.** Ispitanici alergični na zlatni nakit



Na pitanje da li su alergični na zlatni nakit najviše se studenata izjasnilo kako nije (93,34%), dok ih je osam alergično (3,40%), a deset (4,26%) ne zna.

#### 4.3. INFORMIRANOST STUDENATA O NANOČESTICAMA

Opća informiranost o nanočesticama provjerena je izborom ispitanika o veličini nanočestica, a njihovi odgovori nalaze se u Tablici 6.

**Tablica 6.** Poznavanje veličine nanočestica

Veličina nanočestica	Frekvencija	%
1 nm	47	20,00
10 nm	5	2,13
100 nm	9	3,83
1000 nm	5	2,13
1-100 nm	45	19,15
1-10 nm	21	8,94
Nemaju informacije	103	43,82
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Na pitanje o veličini nanočestica prikazanih Tablicom 6, najveći dio ispitanika (20%) je odgovorio da su to čestice reda veličine 1 nm, slijedilo ih je samo 19,15% ispitanika koji su odgovorili da su to čestice veličine 1-100 nm što je i točan odgovor i 8,94% ispitanika s odgovorom 1-10 nm, dok 103 studenta nemaju informaciju o veličini nanočestica.

Svjesnost o prisutnosti nanočestica u svakodnevnom životu prikazana je Tablicom 7.

**Tablica 7.** Svjesnost izloženosti nanočesticama prema područjima znanosti studenata

Područje znanosti	Prosječna ocjena	Standardna devijacija	Nemaju mišljenje
Prirodne znanosti	1,50	0,7400	9
Tehničke znanosti	1,83	0,7217	66
Biomedicinske znanosti	1,80	0,9189	4
Biotehničke znanosti	1,71	0,7263	5
Društvene znanosti	1,63	0,7188	19
Humanističke znanosti	2,08	0,4935	7
Umjetničko područje	2,50	0,7071	1

Iz Tablice 7 vidi se da je najviše studenata odabralo odgovor kojim se slažu s navedenom tvrdnjom, a to smo dobili prosječnom ocjenom prema kojoj najviše studenata se slaže s tvrdnjom iz humanističkih znanosti (2,08), zatim iz biomedicinskih (1,89) te tehničkih (1,86), dok se ispitanici iz umjetničkog područja niti slažu, niti ne slažu. Standardnom

devijacijom dobili smo kako najveće rasipanje podataka imamo kod ispitanika biomedicinskih i prirodnih znanosti, dok je najmanja standardna devijacija kod humanističkih znanosti.

Svjesnost ispitanika o opasnostima koje prijete od nanočestica prikazane su Tablicom 8.

**Tablica 8.** Svjesnost opasnosti koje prijete od nanočestica

Dovoljno sam upoznat sa opasnostima koje prijete od nanočestica	Frekvencija	%
Potpuno se slažem	2	0,85
Slažem se	8	3,40
Niti se slažem, niti se ne slažem	39	16,60
Ne slažem se	50	21,28
Uopće se ne slažem	26	11,06
Nemam mišljenje	110	46,81
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Na ovu tvrdnju najviše studenata je odabralo da se ne slažu da su dovoljno upoznati s opasnostima koje prijete od nanočestica (21,28%), a najmanje ispitanika se potpuno slaže s tvrdnjom (0,85%), dok 110 ispitanika nema mišljenje.

Stav ispitanika naspram broja tekstilnih materijala koji sadrže nanočestice nalazi se u Tablici 9.

**Tablica 9.** Koji broj tekstilnih materijala sadržava nanočestice

Koji broj tekstilnih materijala sadržava nanočestice?	Frekvencija	%
Vrlo rijetki materijali korišteni samo za posebne namjene	31	14,35
Manji broj tekstilnih materijala	44	20,37
Veći broj raznih tekstilnih materijala	76	35,19
Ogroman broj raznih tekstilnih materijala	29	13,43
Skoro svi tekstilni materijali koji nas okružuju	36	16,67
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Na tvrdnju o broju tekstilnih materijala koji sadrže nanočestice iz Tablice 9 vidimo da ih je najviše odgovorilo kako je to veći broj raznih tekstilnih materijala (35,19%), a najmanje ih smatra da je to ogroman broj tekstilnih materijala (13,43%), dok se 19 ispitanika izjasnilo kako ne zna odgovor na ovo pitanje.

Mišljenje ispitanika o tekstilnim materijalima koji sadrže nanočestice prikazana je Tablicom 10.

**Tablica 10.** Tekstilni materijali koji sadrže nanočestice

Tekstilni materijal	DA	%	NE	%
Vojne odore	53	22,55	182	77,45
Kozmetički tekstil s mikrokapsulama	80	34,04	155	65,96
Zaštitni materijali (vodootporni, ultračvrsti i drugi)	127	54,04	108	45,96
Zaštitni tekstili za čuvanje hrane i pića	61	25,96	174	74,04
Koža i obuća	49	20,85	186	79,15
Donje rublje	29	12,34	206	87,66
Čarape	28	11,91	207	88,09

Iz Tablice 10 vidimo da najviše ispitanika smatra kako zaštitni materijali sadrže najviše nanočestica (54,04%), zatim kozmetički tekstil s mikrokapsulama (34,04%) i zaštitni tekstil za čuvanje hrane i pića (25,96%), dok su se izjasnili da najmanje nanočestica sadrže čarape (11,91%).

Svjesnost ispitanika o korištenju materijala koji sadrže nanočestice podijeljena prema područjima znanosti njihovih fakulteta prikazana je Tablicom 11.

**Tablica 11.** Korištenje materijala koji sadrže nanočestice prema područjima znanosti

Područje znanosti	Prosječna ocjena	Standardna devijacija	Nemaju mišljenje
Prirodne znanosti	2,60	0,9403	11
Tehničke znanosti	2,52	0,8129	55
Biomedicinske znanosti	2,57	0,7868	7
Biotehničke znanosti	2,13	0,6409	11
Društvene znanosti	1,93	1,0716	21
Humanističke znanosti	2,4	1,0750	10
Umjetničko područje	0,00	-	3

Iz Tablice 11 vidi se da su mišljenja podijeljena. Studenti iz prirodnih, tehničkih i biomedicinskih znanosti su se izjasnili da niti koriste, niti ne koriste materijale koji sadrže nanočestice, dok su se studenti iz biotehničkih i društvenih znanosti te iz humanističkog područja složili s tvrdnjom, što znači da koriste materijale s nanočesticama. Ispitanici iz umjetničkog područja nisu imali mišljenje o ovom pitanju. Izračunavanjem standardne devijacije vidimo da je najveće rasipanje podataka oko aritmetičke sredine kod humanističkih i društvenih znanosti, a najmanje kod biotehničkih znanosti.

Ocjena tvrdnje „U budućnosti ćemo više koristiti nanočestice“ prikazana je u Tablici 12.

**Tablica 12.** Korištenje nanočestica u budućnosti

U budućnosti ćemo više koristiti nanočestice	Frekvencija	%
Potpuno se slažem	42	17,87
Slažem se	79	33,62
Niti se slažem, niti se ne slažem	19	8,09
Ne slažem se	5	2,13
Uopće se ne slažem	1	0,43
Nemam mišljenje	89	37,87
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Na ovo pitanje prikazano u Tablici 12 najviše ispitanika je odgovorilo kako se slaže da ćemo u budućnosti više koristiti nanočestice (33,62%), a najmanje njih smatra kako ipak u budućnosti nećemo koristiti nanočestice više nego danas (0,43%), dok 89 ispitanika (37,87%) nema mišljenje.

Stav ispitanika o korištenju materijala s nanočesticama koji bi ih pomladili i uljepšali, ako bi znali da će to možda naškoditi njihovu zdravlju prikazan je u Tablici 13.

**Tablica 13.** Korištenje materijala s nanočesticama za pomlađivanje i uljepšavanje, ako bi znali da će to možda naškoditi zdravlju

Koristio/la bih materijale s nanočesticama	Frekvencija	%
Potpuno se slažem	7	2,98
Slažem se	5	2,13
Niti se slažem, niti se ne slažem	23	9,79
Ne slažem se	70	29,79
Uopće se ne slažem	94	40,00
Nemam mišljenje	36	15,31
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>



Kako vidimo iz Tablice 13 najviše ispitanika ne bi koristilo materijale s nanočesticama koji bi ih uljepšali ili pomladili ali bi možda štetno utjecali na njihovo zdravlje (40%), dok bi samo 7 ispitanika (2,98%) u potpunosti koristili takve materijale. 36 ispitanika, odnosno 15,31% nema mišljenje o ovom pitanju.

Stav ispitanika o informiranosti o opasnostima od nanočestica prikazan je u Tablici 13.

**Tablica 14.** Informiranost o opasnostima od nanočestica

Dovoljno sam informiran/a o opasnostima od nanočestica	Frekvencija	%
Potpuno se slažem	3	1,28
Slažem se	3	1,28
Niti se slažem, niti se ne slažem	29	12,34
Ne slažem se	67	28,51
Uopće se ne slažem	94	40,00
Nemam mišljenje	39	16,60
<b>UKUPNO</b>	<b>235</b>	<b>100,00</b>

Iz Tablice 14 vidimo da najviše ispitanika smatra da nisu dovoljno informirani o opasnostima koje prijete od nanočestica (40,00%), dok ih se samo 6 slaže da je upoznato s opasnostima od nanočestica (2,55%). 39 ispitanika (16,60%) nema mišljenje o ovoj tvrdnji.

## 5. ZAKLJUČAK

Istraživanje provedeno na skupini studenata Sveučilišta u Zagrebu je pokazalo da velika većina studenata nosi zlatni nakit te ih je samo nekolicina alergična na zlatni i ostali nakit. Najveći broj ispitanika smatra da je cijena zlata previsoka. Na pitanje o veličini nanočestica tek je 19,15% studenata odgovorilo točno i to pretežito studenti koji studiraju u području tehničkih znanosti. Ispitanici smatraju da su nanočestice opasne za ljudsko zdravlje, ali da nisu dovoljno upoznati s opasnostima koje prijete od nanočestica, te da one nisu opasne za biljke, životinje i okoliš. Pred studente smo stavili pitanja u kojima trebaju izabrati proizvode, odnosno materijale koji prema njihovom mišljenju sadrže nanočestice pri čemu oni smatraju da su to kozmetički proizvodi i zaštitni materijali. Izjasnili su se kako koriste proizvode koji sadrže nanočestice, ali ne koriste čarape za njegu kože i s antimikrobnom zaštitom te kozmetičke proizvode s antimikrobnom zaštitom, niti bi ikada koristili proizvode s nanočesticama koji bi ih uljepšali i pomladili, ali bi pritom naštetili njihovom zdravlju. Na kraju, gotovo svi studenti su se složili da ćemo u budućnosti puno više koristiti nanočestice i imati veliku korist od njih.

## 7. LITERATURA

Haramija P. ; Njavro Đ.: Zlato-zašto je vrijedno, Izvorni znanstveni članak, Zagreb 2012.

Emsley J.: Vodič kroz elemente, Izvori, Zagreb 2005.

<http://gardengrumblesandcrossstitchfumbles.blogspot.com/2012/05/peacocks-and-wildflowers.html> pristupljeno: 15.04.2014.

<http://www.moj-bankar.hr/Kazalo/Z/Zlato> pristupljeno 17.04.2014

Šercer M. Nanokompoziti i nanotehnika, Znanstveni rad, Sveučilište u Rijeci (2011) pristupljeno 14.05.2014.

Ivanković M.: Nanomaterijali i nanoproizvodi – mogućnosti i rizici, Sveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zagreb 2011.

<http://www.geek.hr/clanak/sto-je-to-nanotehnologija/#ixzz30Reut100> pristupljeno 1.05.2014.

Pelaz B. ; del Pino P.: Synthesis Applications of Gold Nanoparticles

<http://en.wikipedia.org/wiki/Ouroboros> pristupljeno 24.05.2014.

Sabol A.; Štimac D.; Žanetić A.; Žmire M.: Primjena nanotehnologije u sportu, Sveučilište u Zagrebu, Kineziološki fakultet, Zagreb

[http://hr.wikipedia.org/wiki/Aritmeti%C4%8Dka\\_sredina](http://hr.wikipedia.org/wiki/Aritmeti%C4%8Dka_sredina) pristupljeno 7.07.2014.

[http://hr.wikipedia.org/wiki/Standardna\\_devijacija](http://hr.wikipedia.org/wiki/Standardna_devijacija) pristupljeno 7.07.2014.