

Prof. dr Zoran Mašić,

Prof. dr Milan Mihajlović,

Filip Radotić

Fakultet za menadžment u sportu, Beograd

NANOTEHNOLOGIJA I SPORT

1. Uvod

Moderna tehnologija poput nanotehnologije, u današnje vreme omogućava drugačije karakteristike materijala, obzirom da nanotehnologija može omogućiti da materijali budu sve tanji, lakši i čvršći, otporniji na trenja ili visoko efikasni prilikom otklanjanja efekata sile, otpora ili poboljšanja aerodinamičnosti.

Zbog svih performansi koji poznati materijali nude, promenom njihovih struktura u nanosvetu, dobija se veoma široki spektar mogućnosti primene takvih materijala u raznim industrijskim granama pa i u sportu.

Uticao nanotehnologije na sport, danas, predstavlja samo jednu početnu fazu kreiranja i plasiranja proizvoda, koji profesionalnim sportistima omogućavaju bolje performanse i mogućnosti kakvih do sada nije bilo. Obzirom da se radi o sportskoj opremi nove generacije, koja sa jedne strane privlači veliku pažnju i interesovanje svih sportskih aktera kao i sportskih stručnjaka i naučnika iz raznih oblasti, a sa druge strane, formira se mišljenje o štetnosti nove tehnologije ne samo na zdravlje ljudi i okoline već i na stvaranje negativnih efekata u sportu primenom tzv. “Hi-tec inovativnih rešenja”.

2. Uvod u nanotehnologiju – nauka mikročestica

Nanotehnologija predstavlja najnovije tehnološko rešenje kojim se vrši manipulacija materijom na skali atoma i molekula, čime dolazi do poboljšanja performansi različitih materijala, ili dobijanja potpuno novih elemenata koji su jači, otporniji ili duplo lakši od postojećih.

Nanotehnologija nije izolovan industrijski sektor, već niz tehnika koje se koriste za manipulaciju materija u nanosvetu, gde se veličine mere milijarditim delovima metra. Nanometar (nm), potiče od grčke reči “nanos” što znači patuljak, i jednak je jednom milijarditom delu metra. Da bi se dobio jedan nanometar potrebno je da se, jedan do drugog, poredaju 10 atoma vodonika.

U nano svetu osobine materijala mogu dramatično da se menjaju. Samo sa smanjenjem veličine (ispod 100 nanometara), a bez promene supstance, materijali mogu da pokažu nove osobine kada je reč o provodljivosti elektriciteta, elastičnosti, jačini, boji i hemiskoj sposobnosti reagovanja, karakteristike koje potpuno iste supstance ne ispoljavaju na mikro ili makro skali. Jedan od primera je ugljenik u obliku grafita (“srce olovke”), mek je i savitljiv, a u nanodimenzijama ugljenik može biti jači od čelika i šest puta lakši.

Kompanije danas proizvode nanočestice koje se korsite kod stotinu komercijalnih proizvoda, od boja otpornih na pucanje, do odeće otporne na fleke. Primer nanotehnologije koja se danas primenjuje u komercijalnoj proizvodnji su televizori i kompjuterski monitori napravljeni od tečnog kristala poznatijih kao LCD. Tečan kristal daje

mogućnost da monitori budu tanji, lakši i sa većim kontrastom.

Iako se nanotehnologija ponekad senzacionalistički reklamira, ona nije neozbiljna, a njen društveni uticaj zaista će biti džinovski. Samo u 2004. godini od strane velikih korporacija i vlada vodećih zemalja uloženo je preko 10 milijardi dolara u razvoj nanotehnologije. Evropska Unija, Japan i Sjedinjene Države vodeći su nanoinvestitori sa približno istom ulošnom sumom novca. Oko 60 zemalja osnovalo je nacionalne nanotehnološke istraživačke programe. Nacionalna inicijativa za nanotehnologiju (NIN) američke vlade je od 2001. god. potrošila više od 5 milijardi dolara na istraživanje i razvoj nanotehnologije, što predstavlja najveće javno ulaganje u nauku od kako je Apolo sleteo na Mesec.

Procenjuje se da je do danas formirano više od 1.200 nanotehnoloških kompanija, od kojih se polovina nalazi u Sjedinjenim Državama. Skoro sve kompanije sa liste Fortune 500, investiraju u istraživanje i razvoj nanotehnologije. Nacionalna naučna fondacija u SAD procenjuje da će do 2015. godine nanotehnološko tržište nadmašiti hiljadu milijardi dolara.

Danas se nanotehnologija smatra “tehnološkom platformom”, što znači da ima potencijal da promeni ili kompletno transformiše sadašnji najviši nivo razvoja u svakom velikom industrijskom sektoru. Nanotehnologija nudi mogućnost razvoja jačih, lakših materijala, jeftinijih solarnih ćelija i senzora, brzih kompjutera sa većim kapacitetom memorije, filtera za čišćenje kontaminirane vode, molekula koji ubijaju rak i još mnogo toga.

3. Primena nanotehnologije u sportu

Prema rečima multinacionalnih preduzeća koja se bave proizvodnjom sportske odeće, obuće i sportskih rekvizita, kao i drugih sportskih pomagala, nanotehnologija se u sportu koristi radi poboljšanja performansi sportskih elemenata koji pružaju pomoć sportistima radi postizanja što boljih rezultata.

Primer za ovo su sportske patike koje bolje i efikasnije podnose “šokove” prilikom skakanja ili udaranja u tvrdo tlo i time bolje apsorbuju silu čime omogućavaju sportisti lakšu i precizniju manipulaciju loptom, ili bolji i jači odraz, odnosno smanjuju procenat rizika prilikom doskoka ili udarca.

Jedan od primera za tzv. “pametne patike” jeste Adidas-1 koncept atletske patike, koja u sebi ima mikro čip koji može izvršiti 5.000.000 operacija u sekundi.

Prilikom trčanja telo tri do četiri puta apsorbuje sopstvenu težinu pri svakom koraku. Pametne patike pomažu pri apsorpciji velike sile i omogućavaju veću zaštitu najosetljivijih, odnosno najranjivijih područja, i takođe unapređuju komfor i stabilnost.

Pored sportske obuće, nanotehnologija ima veoma veliki uticaj na proizvodnju novih generacija teniskih reketi, palica za golf, kao i palica za bejzbol, koji postaju sve lakši, jači i otporniji na udarce uz pomoć karbonskih nanotuba.

Nanotube privlače veoma veliku pažnju još od 1985. godini kada su prvi put otkrivene, zbog izvanrednih svojstava. Ugljenikove nanotube predstavljaju kristalno čiste molekule ugljenika, kao što su dijamant i grafit (jedini poznati oblici kristala ugljenika). Nanotube mogu da budu šuplje kao cevi (poznate kao jednoslojne), ili urolane kao posteru u tubu za pakovanje (višeslojne). Nanotube su 100 puta jače i 6 puta lakše od

čelika. Mogu biti poluprovodnici ili izolatori, u zavisnosti od rasporeda ugljenikovih atoma. Osnovni efekat jeste povećanje jačine bez povećanja težine za proizvode kao što su teniski reketi ili ramovi za bicikle.

Prema izveštaju o nanotehnologiji magazina Forbes iz 2004. godini, u prvih 10 najzanimljivijih i najviše kotiranih proizvoda našla su se i 4 proizvoda namenjena profesionalnim sportistima. Pored lakših i otpornijih teniskih reketa i palica za golf, našla su se i odela za profesionalne skijaše koja omogućavaju veću otpornost prilikom kontakta sa vlagom (snegom i kišom), kao i poboljšanje performansi u pogledu “držanja” temperature i povećanja otpornosti odela prilikom trenja.

Međutim, bez obzira na sve mogućnosti koje nanotehnologija pruža poboljšanjem performansi sportske artikala, ova tehnologija još nije uspela da “preplavi” sportsko tržište. Jedan od razloga je i taj što je finalni proizvod mnogo skuplji od standardnog - klasičnog kao i to što je tehnologija eksploatacije i dalje jako komplikovana. Velike sportske kompanije i dalje “oslušuju” sportsko tržište sakupljajući informacije, koliko želja i potreba postoji za ovakvim proizvodima među profesionalnim i amaterskim sportistima, kao i način njihovog prihvatanja od strane sportskih aktera.

Veličina sportskog nanotehnološkog tržišta je još uvek zanemarljiva i veoma mala. Generalno sportsko nanotehnološko tržište je tek u početnoj fazi razvoja, koje pretenduje da u narednih 5 do 10 godina postane ekstremno veliko. Procenjeno je da je 2004. godine vrednost nanotehnoloških proizvoda iznosila 13 biliona dolara koji su bili inkorporirani na globalnom tržištu. To je predstavljalo manje od 0,1% globalnog autputa, prema istraživanjima Nano Business Alliance. Bez obzira na gore navedeni podatak, procenjuje se da će rast do 2014. god. iznositi 2,6 triliona dolara ili 15% od ukupnog godišnjeg proizvodnog autputa.

Uticaj nanotehnologije vidljiv je u mnogim sportovima poput golfa, gde je uz pomoć nano-kompozitnih materijala napravljena nova generacija golf štapova od kompanije Wilson Staff, koji su mnogo lakši i omogućavaju bolju preciznost prilikom udara u lopticu.

Firme Easton Sports i Zyxex u međusobnoj kooperaciji napravili su upravljač bicikla koji je lakši i jači od klasičnog, a primenu karbon nanotuba planiraju i na ostalim delovima bicikla. Upravljač napravljen od karbon nanotuba je lakši 15% do 20% od klasičnog upravljača bicikla.

Nanotehnologija u današnje vreme ima sve snažniji uticaj na razne sportove zbog proizvodnje lakših, otpornijih i jačih materijala koji mogu imati značajan uticaj na postizanje sportskog rezultata. Međusobna usklađenost sportskih performansi samog sportiste i performansi sportske opreme nesumnjivo ima presudnu ulogu pri stremljenju ka ostvarivanju boljeg sportskog rezultata.

4. Potencijalni rizici nanotehnologije

Dosadašnje analize uticaja nanotehnologije na zdravlje ljudi i okoline pokazuju da bi proizvedene nanočestice mogle da predstavljaju jedinstveni rizik. Više od 1000 proizvoda koji sadrže nanočestice, koje nisu registrovane i označene, nalaze se na tržištu, a još hiljade ih stiže.

Proizvedene nanočestice već se pojavljuju u preparatima za negu kože (kozmetika, kreme sa zaštitnim faktorima), sredstvima za prskanje polja (pesticidi) i u mnogim aditivima koji se koriste u prehrambenoj industriji. Jedan od primera je i firma Smith & Nephew koja je koristeći antibakterijska svojstva srebra u nanosvetu, napravila zavoje za rane obložene nanokristalima srebra koji sprečavaju infekciju. Takođe, titan-dioksid je transparentan i blokira ultraviolettne (UV) zrake, pa se zbog toga u ovom obliku koristi za izradu filtera protiv UV zraka i providne folije za pakovanje namirnica koja ne propušta UV zrake, a koja se uveliko koristi u domaćinstvima i pojedinim industrijskim granama.

O proizvedenim nanočesticama postoji veoma mali broj toksikoloških analiza, ali sve dosadašnje analize pokazuju da su nanočestice u principu mnogo toksičnije zbog svoje veličine. Kada se smanje na nanoveličinu, čestice imaju veću površinu koja im daje mogućnost veće hemijske reaktivnosti. Kako se veličina čestica smanjuje, reaktivnost se povećava, pa supstanca koja se pokazuje kao inertna na mikro i makro skali može da dobije opasne karakteristike u nanoveličini.

Pretpostavlja se da bi povećana reaktivnost mogla da šteti živom tkivu, tako što bi delovala do povećanja “slobodnih radikala” koji mogu da izazovu upalu, oštećenja tkiva ili rast tumora. Nanočestice mogu da se udišu, progutaju ili apsorbuju preko kože. Kada se nađu u krvotoku nanočestice mogu da se “provuku” pored uobičajenih čuvara sistema koji obezbeđuju imunitet organizmu.

Istraživači američke nacionalne administracije za aeronautiku i svemir (NASA) sačinili su izveštaj 2005. godine u kome ističu da su ugljenikove nanotube, dostupne na tržištu, ubrizgane u pluća pacova izazvale značajna oštećenja pluća. U jednoj od poslednjih studija u 2005. godini naučnici sa nacionalnog instituta za profesionalnu bezbednost i zdravlje, registrovali su značajna oštećenja DNK srca i aorte miševa koji su bili izloženi ugljenikovim nanotubama.

Naučnici ipak veruju da mogu ublažiti toksično dejstvo nanočestica kontrolom površinske hemije nanomaterijala ili oblaganjem zaštitnim supstancama.

Ostaje da se vidi da li će nanotehnoški propisi biti sačinjeni na osnovu postojećih koji važe za hemijska sredstva, ili će prevladati novi pristup koji zahteva predostrožnost u primeni nove tehnologije.

5. Zaključak

Nanotehnologija polako ali sigurno osvaja sportsko tržište, nudeći sportistima bolje i snažnije performanse integrisane u sportsku opremu najnovije generacije. Iako je trenutni uticaj nanotehnoških rešenja u sportu i dalje neznan, tokom narednih godina možemo očekivati pravi tehnološki “bum” u ovoj sferi.

Za sada proizvodnja nanotehnoških rešenja je jako komplikovana i veoma skupa, što predstavlja presudni faktor u široj primeni ovih proizvoda, obzirom da krajnji proizvod potencijalno kupca može koštati i do 300% više u odnosu na standardni proizvod.

Nanotehnoški sportski proizvodi sportistima nude poboljšane performanse poput veće aerodinamičnosti, čvrstoće, manje težine, smanjenog trenja ili otpora, što u nekim slučajevima, poput svetskih takmičenja, može predstavljati presudan faktor za po-

stizanje dobrog rezultata. Još jedna prednost nanotehnoških rešenja prema časopisu USA Today iz 2004. godine je i ta, da razvijene nanočestice srebra pomešane sa materijalima poput plastike, najlona i pamuka u proizvodima poput patika, dresova, šlemova, čarapa i drugih delova sportske opreme koji su u kontaktu sa telom sportiste, mogu uticati na neutralisanje neželjenih mirisa ubijajući bakterije i mikrobe.

Međutim, bez obzira na sve blagodeti koje nanotehnologija može pružiti ne samo sportistima već i celokupnom čovečanstvu, ova tehnologija ima i neželjena svojstva, koja se manifestuju u obliku veće toksičnosti. Prapatni toksični efekti proizvedenih nanotuba mogu biti veoma veliki i razorni obzirom da se ovakva toksičnost pokazuje isključivo na nanobazi, dok je takva toksičnost inertna na mikro i makro skali. Za sada ne postoje precizna istraživanja o toksičnosti proizvedenih nanotuba, kao i konkretni propisi koji regulišu navedenu oblast.

Postoji i sasvim drugačije, negativno mišljenje pojedinih stručnjaka o načinu primene nanotehnologije u sportu. Doktor Tim Gabriel, sa Huddersfield Univerziteta u Engleskoj, osvrće se na probleme određenih sportova u Engleskoj, kao i trendove sportista da koriste nova tehnološka rešenja samo u svrhu pobede protivnika.

Uticaj novih tehnologija u narednom periodu biće sve prodorniji i učestaliji u sportu. Ostaje da se sačeka i vidi koje sve to prednosti, a koje mane, takva tehnologija donosi sportu.

6. Literatura

1. Grupa autora, 2004, *Nanotech Report*, Forbes Wolfe
2. Grupa autora, 2007, *Productive Nanosystems*, Battelle Memorial Institute and Foresight Nanotech Institute
3. Grupa autora, 2006, *State of the World*, The World Watch Institute
4. Maney K, 2004, *Nanotech could put a new spin on sport*, USA Today
5. Mašić Z, 2006, *Teorija sporta*, Fakultet za menadžment u sportu, Beograd

NANOTECHNOLOGY AND SPORT

We can say that sports are continuously evolving. To improve the quality of this work, changes are being made in all of these segments: development and selection of athletes, the improvement of technology for preparation and performance tactics, training methods for relaxation. On the other hand these are followed by rule changes, modern sports facilities, as well as legal regulations. One direction in the improvement of sports results is an attempt at rational spending of existing resources for athletes, regardless of whether in team or individual sports.

Nanotechnology is also contributing toward this direction.

This paper points out the appearance of nanotechnology, its essence, i.e., the way it may effect the development of sports. Of course, it also points to the potential risk of applying nanotechnology to sports.

Key words: *quality sport, nanotechnology, risks*