

novosti i zanimljivosti

Uređuje: Mirko Klaić, dipl. ing.

Nanotehnologija

Ono što se zadnjih godina događa u području, koje ćemo ukratko prikazati, neki nazivaju revolucijom u znanosti i tehnologiji. Zacijelo je to tako, budući da su rezultati dosadašnjih istraživanja, slobodno se može reći, fantastični, a očekuje se da će utjecaj na društvo biti vrlo velik. Interes za nanotehnologiju naglo je porastao u razvijenim zemljama, prije svega u SAD-u, Japanu i Europi. Posebno su žive aktivnosti u SAD-u, gdje je niklo više od 30 istraživačkih centara i interdisciplinarnih skupina pri sveučilištima; samo njih 10 posto postoji oko dvije godine ili više. Bivši predsjednik B. Clinton je 2000. godine osnovao National Nanotechnology Initiative (NNI), kao više-agencijski program sa svrhom da se osigura značajnije financiranje nanoznanosti i inženjeringa. 422 mln \$ u federalnoj financijskoj 2001. godini, koja završava 30. rujna, znači skok od 56 % u financiranju nanotehnologije prema prethodnoj godini. Inicijativa je na dobrom putu da osigura povećanje od daljnjih 23 % u financijskoj godini 2002., budući da je administracija predsjednika Busha najavila smanjenje financiranja mnogih federalnih agencija, ali i povećanje sredstava za istraživanja i razvoj.

Nanoizam nije ograničen samo na SAD. U ostalim zemljama ukupna sredstva za poticanje nanotehnologije porasla su od 316 mln \$ u 1997. godini na oko 835 mln \$ u 2001. godini. Europska komisija predložila je iznos od 1,3 mrd eura kao poticajna sredstva za nanotehnologiju u programu istraživanja i inovacija u Europi u idućem četverogodišnjem razdoblju.

Nisu još potpuno usklađena mišljenja o definiciji nanotehnologije, budući da je još u tijeku burni razvoj. Neka nama posluži, možda ne dovoljno precizna, ali razumljiva definicija: *nanotehnologija je skup aktivnosti gradnje i drugih djelovanja na strukturama kojima se dimenzije izražavaju u nanometrima (nm)*, tj. milijarditim dijelovima metra. S druge strane, dosadašnji istraživački rad i otkrića pokazali su u čemu je bit nanotehnologije, što znanstvenici izražavaju riječima: *»Svojstva nekog materijala ne ovise samo o osnovnim gradbenim elementima, dakle o samim molekulama, nego je prije svega također važan raspored i točnost rasporeda tih elemenata«*. I dalje: *»Središnje pitanje budućnosti će biti: koje molekule treba i kako složiti, da bi se dobio materijal željenih mehaničkih, termičkih, optičkih i električnih svojstava«*. Mi ćemo još dodati da se to odnosi i na manje čestice, tj. atome.

Neki drže da je revolucija u nanoznanosti započela 1981. godine pronalaskom naprave *scanning tunneling microscope (STM)* za što su pronalazači Heinrich Rohrer i Gerd K. Binnig iz IBM-a, Zürich, polučili Nobelovu nagradu za fiziku u 1986. godini. Ta izvanredna naprava detektira slabašne struje koje teku između šiljka mikroskopa i uzorka koji se proučava, dopuštajući istraživačima da »vide« čestice i do veličine jednog atoma. Pronalazak STM-a doveo je do razvoja drugih skenirajućih naprava,

uključujući *atomic force microscope (AFM)*. Princip rada AFM-a je sličan onome kod nekadašnjeg gramofona. Sićušna sonda – nit ili šiljak piramidnog oblika tipične širine 2 do 30 nanometara – dovodi se u direktni kontakt s uzorkom. Nakon toga se pomiče prema kraju poluge, koja se savija kako se šiljak kreće po reljefnoj površini uzorka. Pomak u okomitom smjeru mjeri se refleksijom zrake lasera od vrha poluge. AFM može detektirati varijacije u vertikalnoj topografiji koje su manje od dimenzija šiljka.

Osim promatranja mogu se skenirajuće naprave koristiti i za izgradnju nanostrukture. Šiljak AFM-a može se upotrijebiti za fizičko pomicanje nanočestica po površini i njihovo slaganje u neke cjeline. Može se također upotrijebiti za pravljenje nanometarskih ureza po površini. Isto tako STM postaje sićušni izvor elektronskog mlaza kada se poveća struja šiljka i tada može pisati tragove nanometarske veličine. Šiljak STM-a može pomicati pojedine atome po površini pri izgradnji prstenova i žica koje su samo jedan atom široki.

Navedene skenirajuće naprave, uz elektronski mikroskop kojim se dopunjuju, glavni su instrumenti u istraživanju i laboratorijskoj gradnji nanostrukture.

Nanocijevi. Istražuju se mnogi materijali i njihove kombinacije, načini proizvodnje i primjena. Ipak jedan proizvod iz tog područja – *ugljikova nanocijev (carbon nanotube, buckytube)* – jedan je od najzaslužnijih za toliki interes za nanotehnologiju. Bit će to potpuno jasno kada navedemo svojstva tog materijala.

Nanocijevi su izgrađene samo od atoma ugljika. Zamislimo ravnu mrežu pravilnih šesterokuta u čvorovima koji su atomi ugljika, vrlo točno složeni, a mreža je savijena u sićušnu cijev. Cijevi mogu imati jednu ili više stijenki, mogu biti usukane ili ravne, mogu biti odlični vodiči ili poluvodiči. Takva struktura ima sljedeća svojstva:

- Veličina: promjer 0,6 do 1,8 nm
duljina 1 do 10 μm
- Gustoća: 1,33 do 1,40 g/cm^3
- Čvrstoća na istezanje: najmanje 10 puta veća od čvrstoće legiranog čelika, ili oko 20 puta veća
- Čvrstoća na pritisak: dva reda veličine veća nego kod dosad najčvršćih vlakana Kevlar
- Tvrdoća: prosječno oko 2000 gigapaskala, što je skoro dva puta više nego kod dijamanta, dosad najtvrdog materijala na svijetu
- Elastičnost: mnogo veća nego kod metala ili ugljičnih vlakana
- Toplinska vodljivost: predviđa se da je veća od 6000 $\text{W/m}\cdot\text{K}$ (čisti dijamant 3320 $\text{W/m}\cdot\text{K}$)

Temperaturna stabilnost:

u vakuumu do 2800 °C, a zraku do 750 °C (metalni vodovi u čipovima tale se između 600 i 1000 °C)

Vodljivost struje:

procjenjuje se na 1 mrd A/cm²! (bakrena žica izgori pri 1 mln A/cm²)

Emisija elektrona:

aktivira se pri 1 do 3 V uz razmak elektroda 1 μm (molibdenovi šiljci zahtijevaju polje od 50 do 100 V/μm)

Cijena:

1500 \$/g kod Bucky, Huston, SAD u 2000. godini (zlatu iste godine 10 \$/g).

Ugljikove nanocijevi otkrio je 1991. godine industrijski istraživač Sumio Iijima u velikoj japanskoj elektrotehničkoj tvrtki NEC.

Nekoliko skraćenih izjava znanstvenika o nanocijevima: »Nanocijevi su prema mojem mišljenju najbolji emiteri elektrona na svijetu«, prosuđuje prof. Andre Chatelain »najmanje deset puta bolje od dosad raspoloživih izvora elektrona«. Istraživač na Ecole Polytechnique u Lausannei, Švicarska, nastavlja: »Nanocijevi pred sobom imaju basnoslovnu budućnost«.

Na električno vodljivu foliju uspjeli su fizičari složiti »šumu« od desetina tisuća okomitih ugljikovih nanocijevi; svaka debljine oko deset nanometara. Prikluči li se između folije i nasuprotne metalne elektrode napon, skaču elektroni iz vrhova nanocijevi. Fizičari govore o »hladnom pražnjenju iz šiljaka« – suprotno katodnim cijevima u televizorima i monitorima računala, gdje se katode griju da bi se »izvukli« elektroni. Vjeruje se da bi to mogao biti put prema super plosnatim monitorima.

Prof. H. Daniel Wagner iz Weizmann instituta kod Tel Aviva, Izrael, u pogledu mehaničkih svojstava nanocijevi odlazi u sanjarenje: »Čvrstoća na pritisak je apsolutno gigantska, dva reda veličine više od dosad najčvršćih vlakana Kevlara. Tvrdoća skoro dvaput veća od one kod dijamanta, a čvrstoća na istezanje najmanje deset puta veća nego kod čelika, pri samo šestini njegove težine! *Te izvanredne osobine proizlaze potpuno iz molekula, koje su gotovo bez defekata, tj. potpuno su pravilne*«. Prof. Wagneru je uspjelo 1996. godine majstorski izmjeriti vodljivost i tvrdoću jedne jedine nanocijevi.

Znanstvenici su razradili tri načina dobivanja čađe, koja sadrži zamjetan dio nanocijevi. Ipak, metode su s ozbiljnim ograničenjima: sve proizvode smjesu nanocijevi s velikim rasponom duljina, više ili manje defekata i s varijantama usukanosti.

a) u 1992. godini Thomas Ebbesen i Pulichel M. Ajayan, znanstvenici iz NEC Fundamental Research Laboratory, Japan, prvi su objavili metodu za dobivanje makroskopskih količina nanocijevi.

Ostvarili su električni luk između grafitnih elektroda, ugljik je ispario i nakon toga se jedan dio (oko 30 %) rekombinirao u nanocijevi. Visoka temperatura i metalni katalizator pomogli su da grafitne elektrode mogu proizvesti jednostijene i višestijene nanocijevi s nešto ili bez strukturnih defekata. Cijevi su različitih i manjih duljina.

b) Morinubo Endo sa Shinshu sveučilišta u Japanu prvi je proizveo nanocijevi kemijskim napanjanjem. U peći se grije supstrat, a izvana se dovodi plin koji sadrži

ugljik. Plin se raspada, a ugljik se rekombinira u nanocijevi na supstratu. Naknadno pronađenim poroznim katalizatorom uspijeva se veliki dio ugljika iskoristiti, a djelomice je već uspjelo kontrolirati rast nanocijevi. Iskoristi se od 20 do 100 posto ugljika. Metoda je jednostavna i jeftina i daje nanocijevi veće duljine ali su pretežito višestijene i s defektima. Prosječno imaju samo desetinu čvrstoće na istezanje u usporedbi s onima proizvedenim u električnom luku.

c) Richard Smalley i suradnici s Rice sveučilišta, SAD, obasjavaju grafitne štapove snažnim impulsima lasera. Uz odgovarajuće katalizatore uspjeli su usavršiti proizvodnju većih količina jednostijenih nanocijevi, kojima uspijevaju već kontrolirati promjer. Iskoristi se do 70 posto ugljika. Ta metoda je najskuplja jer zahtijeva vrlo skupe lasere.

Samo nešto manje su interesantni *fullereni (buckyball)*, koji se također ubrajaju u nanostrukture. To su šuplje kavezne kuglaste molekule, a sastoje se od najmanje 60 atoma ugljika (npr. C₆₀). Izolirani su i veći fullereni kao C₇₆, C₇₈, C₈₂, C₈₄... C₆₀ sadrži 12 peterokutnih ploha i 20 šesterokutnih ploha (slično nogometnoj lopti) s promjerom kugle 0,71 nm. Fullereni pored grafita i dijamanta čine treću modifikaciju elementa ugljika, a gustoća im je 1,678 g/cm³. Fullereni su otkrili 1985. godine Robert Curl jr., Harold Kroto i Richard Smalley (Nobelova nagrada za kemiju 1996. godine). Svojedobno je inženjer gradatelj Buckminster Fuller u SAD-u sagradio kuglastu zgradu sa peterokutnim i šesterokutnim plohami – po njemu su prozване otkrivene molekule.

Kao i nanocijevi, fullereni se proizvode napanjanjem grafitne elektrode u električnom luku uz helij kao zaštitni plin (Krätschmer-Huffman sinteza). Nakon toga se iz čađe na stijeni reaktora izoliraju nastali fullereni.

Fullereni također posjeduju posebna svojstva i primjenjivat će se, prema predviđanjima, u mnogim područjima – čak kao super E vitamini!

Mikroelektronika je područje, koje je vjerojatno najviše zainteresirano za rješenja nanotehnologije, jer se ide dalje u minijaturizaciji. Kao da se predosjeća da su današnja rješenja mikročipova već blizu granica, te se izlaz vidi u odlasku u područje molekula i atoma. Viziju o budućem razvitku imao je već 1959. godine nobelovac Richard Feynman (Kalifornijski institut za tehnologiju), kada je u svom govoru o minijaturizaciji u elektronici rekao: »*There's Plenty of Room at the Bottom*« (Tamo dolje ima mnogo prostora) misleći na razine molekula i atoma.

Znamo da to ima već i praktičnih rezultata, a znanstvenici su razvili niz tehnika za gradnju struktura manjih od 10 nanometara. Kratko ćemo prikazati četiri načina uz pomoć njihovih prednosti i nedostataka.

a) *Fotolitografija*. Elektronička industrija je već familijarna s tom tehnologijom, jer se i sada koristi za proizvodnju mikročipova. Proizvođači mogu modificirati tu tehniku za proizvodnju nanometarskih struktura korištenjem mlazova elektrona, rendgenskih zraka ili ekstremno ultraljubičaste svjetlosti.

Potrebne modifikacije bit će skupe i tehnički teško ostvarive. Korištenje mlazova elektrona za »krojenje« struktura je skupo i sporo. Rendgenske zrake i ekstremno ultraljubičasto svjetlo mogu oštetiti uređaje korištene u procesu.

- b) *Metoda skeniranja*. Scanning tunneling microscope i atomic force microscope mogu biti upotrijebljeni za pomicanje pojedinih nanočestica i slaganje u strukture. Instrument može graditi prstenove i niti širine samo jednog atoma. Metoda je prespora za masovnu proizvodnju. Primjena mikroskopa će vjerojatno biti ograničena na proizvodnju specijaliziranih naprava.
- c) *Meka litografija*. Ta metoda dopušta istraživačima jeftinije reproduciranje uzoraka složenih litografijom pod a) ili drugim srodnim tehnikama. Meka litografija ne zahtijeva specijalne uređaje i može se koristiti u običnom laboratoriju.
- d) *Metoda Bottom-up*. Točno kontroliranim kemijskim reakcijama istraživači mogu jeftino i lako slagati atome i molekule u najmanje strukture s dimenzijama između 2 i 10 nanometara. Zbog toga što se tom metodom ne mogu proizvesti međusobno spojene strukture, ona nije pogodna za gradnju elektroničkih naprava npr. čipova.

Teško je još govoriti o proizvodima nanotehnologije, jer su to pretežito eksperimentalni primjerci ili prototipovi. Iznimke su nanocijevi i fullereni koji se ne proizvode opisanim tipičnim postupcima nanotehnologije.

Najviše se piše o primjeni u mikroelektronici, što je i razumljivo. Istraživači su već kreirali elektroničke komponente nanometarske veličine – *tranzistore, diode, releje, logička vrata i spojne vodove* – od organskih molekula, ugljikovih nanocijevi i također od poluvodičkih nanocijevi. Već 1987. godine u Bell Laboratories, SAD, sagrađen je prvi jednoelektronski tranzistor (SET) nanometarske veličine. 1998. godine na Delft University of Technology, Nizozemska, kreiran je tranzistor od ugljikovih nanocijevi. Kreiran je i FET tranzistor od nanocijevi. Sada je izazov spajanje tih sličnih komponenti međusobno.

Čini se da će izbijanje elektrona (field emission) iz nanocijevi biti veliko i važno područje. Već su proizvedeni prvi svijetleći uređaji i displeji. S obzirom na svojstva nanocijevi će vjerojatno biti upotrijebljene za vođenje velikih struja a posebnim slučajevima i isto tako kao vodiči topline.

Vjeruje se da će se i memorije velike gustoće podataka rješavati nanotehnologijom. Tvrtka IBM već ima glavu s više nanometarskih slojeva za čitanje vrlo gusto spremljenih podataka na novim diskovima.

Posebno je zanimljiva medicina kao perspektivno područje primjene nanotehnologije. Mnogo se o tome piše (često čak zvuči kao znanstvena fantastika), a čini se da su sljedeće primjene realne:

- objekti nanometarske veličine od anorganskih materijala moći će poslužiti u biomedicinskim istraživanjima, dijagnozama i isto tako u terapiji;
- biološki testovi koji mjere ponašanje ili aktivnost odabranih supstancija postaju brži, osjetljiviji i fleksibilniji ako se određeni djelići nanometarske veličine uključe da funkcioniraju kao oznake ili etikete;
- nanostrukture bi mogle biti upotrijebljene za dostavu lijeka (drag carrier) upravo tamo gdje je potreban, izbjegavajući štetne popratne efekte koji su često rezultat jakih lijekova;
- umjetne nanometarske građevine mogle bi jednog dana biti upotrijebljene da pomognu reparirati tkivo kao kožu, hrskavicu ili kost, a to bi moglo pomoći pacijentu regenerirati organe.

I druga područja i primjene su također interesantne. Sigurno je, a već se na tome radi, da će ugljikove nanocijevi zahvaljujući svojim izvanrednim mehaničkim svojstvima biti korištene kao armatura za kompozite velike čvrstoće i žilavosti. Senzori su, a posebno oni mnogobrojni koji moraju biti minijaturni, također područje za primjenu rješenja nanotehnologije. Radi se već na specijalnim filterima svjetla, dosad nepoznatih osobina, s nanometarskom strukturom. Također će poslužiti pri raznim specijalnim procesima kao katalizatori ili sl.

Fullereni su »gladni« za elektronima i smatraju se super E vitaminom. Isto tako će se koristiti kod plastičnih solarnih ćelija. Kod npr. laserskih pisača traži se veća gustoća točkica, tj. sitnije čestice tonera. Vjeruje se da su pravo rješenje kuglaste molekule fullerena.

Jedno malo šaljivo predviđanje: silicijski čipovi, štampane pločice i lemila su ikone moderne elektronike. Ali elektronika budućnosti mora sve više gledati na pribor kemičara, jer će možda jednog dana računalo biti proizvedeno u laboratorijskoj posudi.

S obzirom na veliki interes i aktivnosti, idućih godina će se sigurno mnogo toga događati u nanotehnologiji. Sve češće će nas mediji obavještavati o novostima u tom području.

Sc.Am. Dec. 2000, Sept. 2001, bdw 6/1999, 1/2001

Superračunalo IBM za prognoze vremena

Njemačka meteorološka služba (DWD) zatražila je od tvrtke IBM da izgradi superračunalo sa snagom 1,9 Teraflops/s – to odgovara oko 1,9 bilijuna računskih operacija u sekundi. Isti kapacitet bi se postigao kada bi svaki stanovnik Zemlje a jednoj sekundi proveo oko 250 računskih operacija. Novo računalo će pretežito služiti za povećanje točnosti kratkoročnih (do 2 dana) vremenskih prognoza.

Novim sustavom, za koji će se utrošiti preko 20 mln DEM, proširuje DWD znatno svoje dosadašnje kapacitete i također zamjenjuje dosada korišteni sustav tip CRAY T3E. U novom računalu će biti u paralelnom radu 1280 procesora tip POWER 3.

Pored Njemačke meteorološke službe u Offenbachu instaliraju superračunala tvrtke IBM i mnogobrojni drugi korisnici u području istraživanja i industrije. Tvrtka vodi popis Top-500 instalacija svojih superračunala ASCII White.

telekom praxis 9/01

Novo rješenje za sigurnost

Mobilni osobni aparat za pozive u nuždi i za određivanje položaja HI-PER (High Precision Personal Location System) tvrtke Bosch nudi funkcije stupa za pozive u nuždi. Sa svojih samo 140 g težine i svojim vanjskim izgledom usporediv je s običnim hendijima GSM i prikladan za nošenje u ručnoj torbi, u naprtnjači i sl. Radi sa GPS prijammikom i GSM radijskim modulom. Aparat određuje svoj položaj na slobodnom s točnošću do oko 5 m, prenosi izračunate koordinate preko službe kratkih poruka (SMS) i uspostavlja vezu za razgovor. Oslobodi li korisnik poziv u nuždi, ide taj prema Bosch centru za pozive u nuždi i servis. Tamo osoblje primi koordinate položaja,

preuzima vezu za razgovor i poduzima za konkretni slučaj potrebne mjere za pružanje pomoći ugroženom.

Posluživanje aparata je jednostavno jer ima samo tri tipke; pogreške su praktički isključene, što je posebno važno u kritičnim situacijama. Tipkom za poziv u nuždi ili servis, koja se nalazi na sredini gornje strane aparata oslobađa korisnik odgovarajući poziv. Tipka za razgovor na suprotnoj strani aktivira prijam dolaznog govora i počinje uspostavu veze za razgovor prema datom pozivnom broju. Ako je za to programiran broj telefonskog posrednika, može se preko njega dobiti bilo koji telefonski pretplatnik. Ta funkcija čini HIPER univerzalno primjenjivim hendijem. Oni koji traže pomoć mogu poslati i »tihi alarm«, tako da nitko drugi ne bude upozoren alarmom. Treća tipka služi za uključenje i isključenje aparata, ali poziv u nuždi šalje i isključeni aparat neodgodivo.

ntz 10/2001

Mobilna telefonija: standardi i usporedba

- **GSM** (Global System for Mobile Communication): Današnje mreže mobilne radiotelefonijske u Europi rade prema standardu GSM u frekventijskim pojasevima 900, 1800 i 1900 MHz. Standard mobilne radiotelefonijske druge generacije (prva generacija su bile stare analogne mreže) temelji se na postupku vremenskog multipleksa: više hendija (do osam) emitira na istoj frekvenciji i to u kratkim vremenskim intervalima jedan za drugim. Prekapčanja slijede tako brzo da korisnik ništa od toga ne zamijeti. Nedostatak: svaki spoj blokira jedan dio kapaciteta mreže, također i kada se ne govori. Sa 9,6 odnosno najviše 14,4 Kbit/s GSM je prespor za rad u Internet mreži, pa i sa WAP standardom (Wireless Application Protocol) za koji je još upitno da li je promašaj.
- **HSCSD** (High Speed Circuit Switched Data): Ta tehnika za mreže GSM sjedinjuje po četiri kanala i povisuje tako kapacitet prijenosa na maksimalno 57,6 Kbit/s. Nedostatak: kanali su zauzeti kada i ne prenose, ali se to također plaća.
- **GPRS** (General Paket Radio Service): Kod te nadgradnje za mreže GSM podaci se dijele u male pakete i šalju s paketima drugih sudionika. Prednost: kada hendi ne prima podatke, mreža nije opterećena. Korisnik može uvijek ostati online i plaća samo za stvarno prenesene količine podataka. Nedostatak: u udarnim vremenima snižava se brzina prijenosa prema ništici. Sa sadašnjih okruglo 30 Kbit/s je GPRS znatno sporiji od prvobitno najavljenog (obećavalo se preko 100 Kbit/s). Za WAP je to dovoljna brzina.
- **EDGE** (Enhanced Data Rates for Global Evolution): Ova tehnologija povećava kapacitet kratkih vremenskih intervala u mrežama GSM – maksimalno je moguće 384 Kbit/s. Time je EDGE zanimljiv za provajdere koji nemaju licenciju za UMTS. Prije svega to bi se moglo primjenjivati a SAD-u.
- **UMTS** (Universal Mobile Telecommunication System): Ovaj standard prijenosa koristi dva frekventijska pojasa (1920 do 1980 i 2110 do 2170 MHz). Radi s postupkom WCDMA (Wideband Code Division Multiplexing Acces). Pritom se svi podaci svih korisnika unutar jedne radio ćelije istovremeno prenose. Podaci se »označavaju« da bi prijammnik mogao iz »salate valova«

izdvojiti odgovarajuće podatke. Prednost: korisnici UMTS-a su uvijek online, a plaćaju samo stvarno prenesene količine podataka. Zahvaljujući širini frekventijskog pojasa, brzina prijenosa je visoka – realno između 64 (ISDN brzina) i 384 Kbit/s. Nedostatak: brzina prijenosa se smanjuje s udaljenošću od antenskog stupa i pri visokim brzinama kretanja. U automobilu pri brzini 120 km/h iznosi brzina prijenosa samo još jednu petinu, a u vlaku ICE pri brzini 300 km/h samo još jednu četrnaestinu.

bdw 11/2001

Nobelova nagrada za fiziku u 2001. godini

U 1995. godini Eric A. Cornell i Carl E. Wieman sa University of Colorado u Boulderu, i neovisno Wolfgang Ketterle s Massachusetts Institute of Technology proizveli su jednu od najtraženijih supstancija u fizici: Bose-Einstein kondenzat (BEC). Prema pretpostavci koju su postavili prije 70-ak godina indijski fizičar Satyendra Nath Bose i Albert Einstein, ta supstancija je novo stanje materije pri apsolutnoj temperaturi ništice u kojem se atomi vrlo sporo kreću i kondenziraju se u »superatom« koji se kreće i ponaša kao jedna čestica. Dugo vremena nije bilo moguće dokazati postojanje tog kondenzata, jer su potrebne temperature vrlo vrlo blizu apsolutne ništice, kada se postiže da se energija čestica smanji skoro na ništicu.

Radeći s plinovima rubidija i natrija, istraživači su usporili pojedine čestice hlađenjem plinova do desetinke milijuntog dijela stupnja iznad apsolutne ništice. BEC obećava postizanje dragocjenog uvida u kvantno mehaničke procese i mogla bi jednog dana biti primijenjena za litografiju, nanotehnologiju i ultraprecizna mjerenja.

Prva dva istraživača prvi su proizveli BEC, ali je četiri mjeseca kasnije W. Ketterle proizveo veći i stabilniji kondenzat koji je mogao prvi puta opisati i složiti prvi atomski laser.

Sc.Am. 10/2001

Investicije u budućnost

Finska je zemlja, koja najviše ulaže u svoju tehnološku budućnost računato po stanovniku. Neupadljivi narod sa europskog sjevera osigurao je u novoj statistici Ujedinjenih naroda (UNDP) o perspektivama za budućnost prvo mjesto među 72 zemlje – i to ispred SAD-a. Prvi puta se sa Technology Achievement Index (TAI) u izvještaju o razvoju čovječanstva 2001. godine ocjenjuje vrijednost tehnološkog napretka zemalja. Taj indeks treba pomoću ljestvice od 0 do 1 dati točnije predviđanje o budućim razvojnim perspektivama naroda. Pri izračunavanju indeksa uzima se u obzir osam parametara; među ostalim broj prijava patenata ili izdaci za istraživanja i znanost. U grafikonu su radi zanimljivije usporedbe navedene vrijednosti indeksa za 12 odabranih zemalja; broj ispred naziva zemlje je mjesto u spomenutom izvještaju. Njemačka je na 11. mjestu, a Austrija na 16. Za Švicarsku nema podatka. Poredak u grafikonu odražava dosta dobro gospodarske snage zemalja. Iako primjerice Indija raspolaže s odlično školovanim ekspertima za računalstvo, nalazi se ipak daleko na 63. mjestu. Nekolicina eksperata ne može značajnije poboljšati perspektive jedne zemlje.

Mjesto	Indeks tehnološkog napretka (TAI)
1 Finska	0,74
2 SAD	0,73
3 Švedska	0,70
11 Njemačka	0,58
16 Austrija	0,54
19 Španjolska	0,48
30 Malezija	0,40
43 Brazil	0,31
45 Kina	0,30
63 Indija	0,20
65 Pakistan	0,17
71 Sudan	0,07

bdw 10/2001

Ulaz u terabit svijet

Novi rekord u brzini prijenosa u jednoj postojećoj optičkoj mreži postigao je WorldCom a suradnji sa Siemens Information and Communication Networks (ICN) i Siemens Optisphere Networks Inc. i to s brzinom prijenosa podataka od 3,2 terabit/s. U laboratorijskim uvjetima postigao je Siemens već u jesen 2000. godine u svojim laboratorijima u Münchenu rekord od 7 terabit/s.

Više od 3 mln spojeva na Internet mrežu kroz jednu jedinu staklenu nit. Za pokus je korištena mreža sa staklenim nitima tvrtke WorldCom u jednom dijelu grada Dallasa (SAD). Postignuti kapacitet prijenosa od 3,2 terabit/s

odgovara više od 3,2 mln priključaka na Internet velike brzine ili okruglo 41 mln telefonskih razgovora istovremeno preko jedne jedine niti. Mogućnost prijenosa još veće količine podataka ograničena je korištenjem i efikasnošću postojeće mreže. Tom tehnologijom dolazi WorldCom u položaj da ispuni zahtjeve za većim kapacitetima prijenosa i primjenom multimedije i drugih službi.

Da bi postigao navedene kapacitete, koristio je WorldCom postupak Dense Wave Division Multiplexing (DWDM). Taj postupak omogućuje prijenos informacija s različitim duljinama vala svjetla istovremeno kroz jednu staklenu nit. Pritom se na svakoj valnoj duljini postiže kapacitet od 40 gigabit/s. Kombinacijom od 80 različitih valnih duljina postignuta je širina opsega od 3,2 terabit/s.

Dosljedni razvoj tehnologije velikih mogućnosti radi smanjenja troškova. Pokus je temeljen na petogodišnjem razvoju u području 40 gigabit tehnologije i demonstrira dosad najveću širinu opsega pod realnim radnim uvjetima izvan laboratorija. Novi rekord je postignut uz korištenje platforme TransXpress-Infinity-DWDM i multiplexera TransXpress-FOX-40 G bit/s tvrtke Siemens/Optisphere. Pritom je 80 WDM kanala s kapacitetom svakog od 40 Gbit/s prenošeno preko tri segmenta standardnih staklenih niti s ukupnom duljinom 250 km.

WorldCom i Siemens intenzivno surađuju već nekoliko godina na razvoju inovativnih rješenja kod optičkih mreža. 1998. godine je WorldCom kao prvi servis provajder primijenio 16-kanalni DWDM sustav Siemens sa 10 Gbit/s.

Novi svjetski rekord predstavlja daljnju prekretnicu u zajedničkim nastojanjima obje tvrtke u optimiranju optičkih mreža. Za budućnost prognozira odjel za istraživanje i razvoj tvrtke Siemens još značajnija povećanja kapaciteta.

telekom praxis 9/01