



Uređuje: Mirko Klaić, dipl. ing.

## UMTS u Europi

Tko je svoj odmor ljeti 2003. godine proveo u Austriji, mogao je baciti pogled u budućnost. Za razliku od Njemačke, u alpskoj republici počelo je doba UMTS-a, kao i u Italiji i Velikoj Britaniji. U Austriji je *Mobilkom* uključio svoju mrežu UMTS 25. 4. 2003. godine, a tvrtka »3« dva tjedna kasnije.

U Njemačkoj je došlo do znatnog kašnjenja, a četiri posjednika licencije: *T-Mobile* (kćerka *Telekoma*) i *O<sub>2</sub>* najavili su svoj start za konac rujna 2003. godine, *Vodafone* do konca iste godine, dok je *E-Plus* to planirao za početak 2004. godine.

Te četiri tvrtke, operatori, ukupno su 17. 8. 2000. godine platile za licenciju za mreže UMTS 99,37 mrd njemačkih maraka. U početku su sve te tvrtke planirale uključiti svoje UMTS mreže do 2002. godine, da bi dulje vrijeme odgađale start. Za to su pretežito okrivljavali proizvođače telefonskih aparata jer nisu bili u stanju pravodobno dati na tržište kvalitetne proizvode. Ipak, nezavisni eksperti tvrde da je plaćanje velikog iznosa za licenciju i veliki troškovi izgradnje mreže oslabilo te tvrtke i stoga će Njemačka u tom projektu biti među zadnjima u Europi.

Da za tehniku ima još mnogo razvojnog rada, pokazuje prva iskustva iz zemalja u kojima UMTS već radi. Na primjer telefoni: do srpnja 2003. godine bila su u Europi samo dva mobitela za UMTS – *Motorola A830* i *NECe606*. Iza telefona *Siemens U10*, kojeg nudi *Mobilkom Austria*, krije se također aparat *Motorole*. *Siemens* iz Münchena nije na vrijeme mogao ponuditi svoj telefon, pa je stavio, prema dogovoru, na *Motorolin* telefon svoju oznaku proizvođača. Oba telefona izgledaju napadno prije svega zbog svoje veličine. Tako je *Siemens U10* (alias *Motorola A830*) dugačak preko 15 centimetara. Isto tako je veliki nedostatak brzo pražnjenje akumulatora – oba telefona izdrže u stanju čekanja samo oko jedan dan. Tko s mobitelom *NEC* telefonira uz video oko pola sata, ima nakon toga prazan akumulator. Posebno je za korisnike neugodno automatsko prebacivanje razgovora između mreža UMTS i GSM, tzv. *Handover*, jer često ne funkcionira. Zbog toga je vrlo važna tehnička ispravnost aparata u početnoj fazi nove generacije, jer će još neko vrijeme pokrivenost biti mala i bit će potrebna češća prekapčanja. Tako *Mobilkom Austria* iznosi da može signalom pokriti nešto iznad 40 % stanovništva Austrije i to pretežito u područjima velikih gradova. Pri vožnji automobilom ili vlakom kroz slabije pokrivena područja, dolazi do češćih prekapčanja. Uzroci poteškoćama pri *Handoveru* su uz različitost frekvencija mreža UMTS i GSM još i različiti načini prijenosa. Dok GSM koristi tzv. *Time Division Multiple Access* (TDMA), da bi mogao razdvajati razgovore međusobno, UMTS radi na principu *Wideband Code Division Multiple Access* (WCDMA). Kod tehnike TDMA razgovori se prekidaju i prenose u kratkim vremenskim

intervalima. Nasuprot tome kod tehnike WCDMA signali svakog telefona se kodiraju i svi razgovori se prenose istovremeno, a odvajaju se pomoću kodova. Svaki telefon za mrežu UMTS mora biti izveden za obje mreže i pri prekidu na mreži UMTS mora izvanredno brzo prekopčati na GSM. Najveći proizvođač mobitela, *Nokia* u Finskoj najavila je izlazak na tržište sa svojim mobitelom 6650 u srpnju 2003. godine. Ni *Nokia* ne tvrdi da su svi problemi kod UMTS-a riješeni.

Također, nisu još ostvarene sve najavljivane mogućnosti rada. Tako telefoniranje uz video s aparatom *Siemens/Motorola* nije moguće. Mobitel tvrtke *NEC* to omogućuje, ali prije toga treba izvaditi iz torbe specijalni dio i priključiti ga na telefon.

Da bi tvrtke povećale apetit korisnika za raznolike mogućnosti mobilne telefonije, propagiraju ih na razne načine. Navodi se tako da će se mnogi opći podaci, svakodnevno potrebni građanima, moći bez teškoća dobivati bez obzira gdje se korisnik nalazi. *Nokia* i *Kodak* zajednički planiraju razvoj mobitela za UMTS s televizijskim prijnikom, itd.

Kao poticaji razvojnim timovima služe najnovije prognoze o prihvaćanju takvih multimedijских ponuda. Prognoze govore da sve veći broj korisnika prihvaća novotarije i spreman ih je platiti. Potvrda za to su i sadašnji mobiteli s digitalnom kamerom, koji se brzo šire i koriste.

Ipak je ulazak u doba UMTS-a izrazito spor. U Italiji, Velikoj Britaniji i Austriji prikupili su operateri do sredine srpnja 2003. godine samo nekoliko desetaka tisuća pretplatnika. Do konca te godine očekuje se oko milijun korisnika u Velikoj Britaniji i Italiji. Čak i u Japanu, koji je u zadnjim godinama predvodnik u tim tehnologijama, teče razvoj treće generacije mobilne telefonije sporo. Tvrtka *NTTDoCoMo* nudi Japancima, zaljubljenicima u tehniku, već od jeseni 2001. godine mrežu *FOMA*, koja je temeljena na sličnoj tehnologiji kao i europski UMTS. Nakon dvije godine samo je oko 500 000 korisnika te mreže, a to je oko jedan posto od 40 milijuna korisnika tvrtke *NTTDoCoMo*.

U Europi operateri UMTS-a privlače kupce sve boljim ponudama. U Austriji i Italiji jedna tvrtka je snizila već pretplatu kao i cijenu za telefone. U Velikoj Britaniji ne moraju pretplatnici pri sklapanju ugovora za UMTS od kolovoza 2003. godine plaćati neki iznos za *NEC* telefone, a prije toga trebali su kupci za telefon izdati i više od 500 eura.

I sljedeće je posebno zanimljivo: *Wireless LAN* ili kratko *WLAN* zove se tehnologija koja se već dvije godine širi svijetom nevjerovatnom brzinom. Tom tehnikom je moguće na putu s prijenosnim računalom brzo, jednostavno i razmjerno jeftino ući u mrežu interneta, uzimati potrebne podatke i slati i primati E-poštu. Uz brzinu pri-

jenosa podataka od 54 Mb/s šalje WLAN podatke daleko brže kroz mrežu nego UMTS, kojemu je najveća brzina 2 Mb/s i to samo u ćelijama promjera najviše 60 m. Sve što je potrebno za to jest jedna kartica veličine poštanske marke po cijeni od nekoliko desetaka eura, koja se utakne u računalo. Sve više novih prijenosnih računala ima već normalno ugrađen WLAN čip.

Nedostatak mreže WLAN je svakako ograničeni dolet od najviše oko 100 metara. Radijski odašiljači se zbog toga postavljaju na mjestima, gdje se prije svega poslovnim partnerima omogućava bežični pristup internetu. Izvan tog područja pristup mreži nije moguć. Takvi »Hotspots« postavljaju se npr. na aerodromima, željezničkim kolodvorima, u konferencijskim centrima i sajamskim prostorima. Tako su Njemačke željeznice početkom 2003. godine pod nazivom *rail&mail* instalirale na svojim kolodvorima u foajeima prvog razreda WLAN Hotspots. Lufthansa će od početka 2004. godine opremiti sve svoje zrakoplove na dugim prugama tehnikom WLAN, da bi i kad su iznad oblaka, putnicima osigurala priključak na svjetsku mrežu podataka. Ukupno 80 zrakoplova tip Boeing 747-400 kao i Airbus A340 i A330 bit će postupno opremljeno tom tehnikom. Spoj na internet ostvarit će se preko satelita.

Prema procjeni američke tvrtke *Gartner Dataquest* u Europi će u 2003. godine broj ćelija *Hotspots* formalno eksplodirati: od 829 na preko 15 000. U cijelom svijetu trebalo bi ih biti oko 71 000. Za 2005. godinu predviđa se u Europi oko 40 000!

Da li se operateri mreža UMTS trebaju bojati konkurencije WLAN-a, upitno je. Oni u takvoj situaciji nastoje za sebe osigurati što veći dio kolača zvanog WLAN. U zadnjim mjesecima sva četiri posjednika licencije za UMTS u Njemačkoj u svoje ponude uključuju i tehniku WLAN.

Nagli razvoj konkurentskih tehnologija traži da se i kod UMTS-a »pritisne gas«, umjesto da se pritišće kočnica, kao do sada. Da li će mreže UMTS u Njemačkoj započeti radom do kraja 2003. godine, još nije sigurno. Tako je *Vodafone* obznanio da je start pomaknut na 2004. godine. Isto tako i *T-Mobile* ne isključuje mogućnost pomaka roka za završetak radova. Time te tvrtke ne će ispuniti obvezu, koju su dali, da će najkasnije od 30. 12. 2003. godine davati usluge u mrežama UMTS za najmanje 25 % stanovništva Njemačke. Čini se da to ne će biti veliki problem, jer je npr. u Francuskoj u srpnju 2003. godine državna uprava prihvatila ponovno produljenje roka u 2004. godine bez većeg protivljenja. Vjerojatno će se Nijemci i mnogi drugi u skijaškoj sezoni 2003./2004. godine u Austriji diviti ponovno UMTS-u kao egzotičnoj i kod kuće nepoznatoj tehnici!

bdw 9/2003.

## Sljedeća generacija GPS-a

Nekih 20 mln ljudi sada redovito koristi tehnologiju GPS-a, pouzdavajući se u svako vrijeme na signale emitirane od 24 US NavStar satelita koji kruže oko Zemlje na visini od oko 20 000 km. GPS geolociranje pokazalo je svoju važnost u ratovima u Afganistanu i Iraku. S druge strane svaki dan špediterske tvrtke prate svoja vozila, a putnici iz unutrašnjosti nose ručne uređaje GPS koji ih vode kroz divljine bez puteva. Sada već *Motorola*, *Nextel* i

druge tvrtke proizvode mobitele opremljene čipovima za GPS. Jedna tvrtka je projektirala tanki senzor za GPS, koji se može ugraditi u mobitel.

Prema nekim mišljenjima, nije jasno da li ima dovoljno prostora za poboljšanja u sadašnjem GPS-u. Ipak su u SAD-u počeli službeno planirati sljedeću generaciju satelitske navigacije poznatu kao GPS III (sadašnji sustav je druga generacija). Razlozi pokretanja akcije su bolja točnost i pouzdanost, bolje tehnike za suzbijanje smetnji drugih odašiljača, različiti geolokacijski servisi i nove sofisticiranije primjene kao inteligentni sustav sigurnosti na autocestama i inače u prometu.

Nedavno je US Air Force zatražio ugovor za dvogodišnji razvoj vrijednosti 25 mln US dolara. Početak lansiranja satelita sustava GPS III može se očekivati najranije u 2010. godine. Natjecatelji za program od više milijardi dolara *Boeing* i udruženi *Lockeed Martin* i *Spectrum Astro* najavili su svoj interes.

Per Enge, direktor laboratorija za GPS na sveučilištu Stanford, vidi tri »megatrenda« u skorašnjoj evoluciji tehnologije GPS-a. Prvi je povećanje broja frekvencija, što je zapravo već usmjereno na postupnu zamjenu starih satelita GPS II. Kada bude kompletirana, konstelacija moderniziranih satelita će opskrbiti civilne korisnike s tri nova signala za pozicioniranje. Osim toga će opskrbiti oružane snage SAD-a s dva dodatna signala, koji su veće snage i otporniji na smetnje. Dodatna redundancija frekvencija pomoći će borbu s pogreškama u vremenu koje su rezultat lomljenja valova signala GPS-a u ionosferi, izložio je Enge.

Drugi veliki trend bavi se svladavanjem radio-frekvencijskih smetnji (RFI). »GPS emisije su ekstremno niske snage – ekvivalentne snazi oko pet žarulja«, obrazlaže Enge. »Uz primanje snage razine  $10^{16}$  vata, signal može biti lako nadjačan od okolnih radio odašiljača«. Prijamnici mogu isključiti smetnje određivanjem faze između primanog koda za udaljenost i kopije koda memoriranog u prijamniku. Kada su faze valova točno određene, prijamnik može koristiti razliku vremena između signala kao preciznu referenciju i pomoću nje se točno locirati.

Treći megatrend vrti se oko instaliranja »*integrity machines-systems*«, koji garantira da pogreška pozicioniranja bude manja od datih veličina. U srpnju 2003. godine *US Federal Aviation Administration* (FAA) predstavio je tehnologiju GPS-a s povećanom pouzdanošću za vođenje zrakoplova u civilnom zrakoplovstvu. Nazvan *Wide Area Augmentation System*, s konceptom koji je razvijen u FAA u suradnji s laboratorijima Engea u Stanfordu i drugdje. Koristeći tehniku diferencijskog GPS-a za povećanje točnosti, sustav dobiva ažurirane informacije za korekciju pogreške od komunikacijskih satelita u geostacionarnoj putanji.

ScAm Sept. 2003

## Ekonomija vodika

Ideja o ekonomiji vodika nije tako nova. Još 1875. godine francuski pisac Jules Verne preokao je da komponente vode, vodik i kisik, mogu osigurati neograničene količine električne energije i topline. Ali sve do danas, to je ostala znanstvena fantastika.

Čovječanstvo ipak postaje sve svjesnije da put kojim ide u energetici ne vodi nikuda. Korištenje pretežito fosilnih goriva za dobivanje energije dovelo je već do velikih globalnih problema, rješenje kojih već sada traži visoku cijenu.

Na sreću tu je vodik, energent izvanrednih osobina, koji bi mogao sve promijeniti. Kao gorivo je potpuno čist, neograničeno pristupačan i također dostiziv za zemlje, koje danas nemaju pristup energiji i blagostanju. Vodikova revolucija, kako je neki nazivaju, može dovesti svijet do toga da se više ne koriste fosilna goriva za proizvodnju energije i za transport. U tom svijetu ne će više biti prijetnje globalnog zatopljenja ili geopolitičkih konflikata na Bliskom i Srednjem istoku. Ne će više biti ispušnih cijevi stotina milijuna vozila s otrovnim plinovima, a dimnjaci će biti rijetkost. Procjenjuje se da će 2020. godine u svijetu biti oko 1,1 mrd automobila.

*Prvi veliki korak* u ekonomiji vodika je organizacija njegove ekonomične proizvodnje u velikim količinama. S jedne strane to i nije tako velik problem, jer su postupci poznati, a vodika se danas proizvodi između 500 i 600 mrd kubnih metara godišnje za potrebe kemijske industrije, istina pretežito iz fosilnog goriva – zemnog plina. Bolji način od toga je dobivanje vodika iz vode poznatom elektrolizom. Predviđa se da će to biti glavni način jer se može, a to se zahtijeva, koristiti ekološki proizvedena električna energija, iz obnovljivih izvora.

O ekonomiji vodika moguće je razmišljati i na nešto drugačiji način i tada se dolazi do vrlo zanimljivog zaključka. Kada se vodik proizvodi samo pomoću obnovljive energije, *svaka obnovljiva energija je energija Sunca*, to znači da se pritom u njemu akumulira energija Sunca. Vodik se tada može prenositi ili transportirati na bilo koje mjesto, gdje se pomoću gorivnih ćelija ili drugih načina akumulirana energija pretvara u električnu i toplinsku energiju.

Bit svega je *direktno korištenje energije Sunca*, a vodik je samo vrlo pogodan medij za takav proces. Sunce šalje na Zemlju više tisuća puta toliko energije, koliko se na Zemlji ukupno troši. Ta energija se pretežito dobiva iz fosilnih goriva, a obnovljive energije proizvodi se toliko malo da je to zanemarivo mali dio energije koju dobivamo od Sunca.

Prema tome, ekonomija vodika *temeljena na obnovljivoj energiji* može dovesti, u to treba vjerovati, do jedinog pravog rješenja problema energije na Zemlji. O tome da se takav smjer potpuno slaže s programom održivog razvoja, ne treba uopće govoriti.

*Drugi veliki korak* je organizacija primjene energenta vodika, ali toliko široke i obuhvatne da se gotovo potpuno iz uporabe izbace fosilna goriva. To nije lagan zadatak, no čini se da ne treba biti pesimist. Uređaj, koji omogućava da se iz energije vodika na potpuno čist način i uz visoku korisnost dobije električna energija je tzv. gorivna ćelija. Nije široko poznata, ali je zadnjih godina postala jedan od najvažnijih proizvoda u razvoju. Posebno je pogodna za primjenu u vozilima za dobivanje električne energije iz vodika u spremniku, kojom se napajaju pogonski motori vozila. U prošlim nekoliko desetljeća razvijan je električni automobil na osnovi akumulatora velikog kapaciteta, no nisu postignuti značajniji rezultati. Električni automobili s gorivnim ćelijama, nasuprot tome, prihvaćeni su vrlo brzo

od svih proizvođača automobila u svijetu, a u SAD-u je već uloženo preko 2 mrd dolara u razvoj. Da je to tehnologija budućnosti, potvrđuje i činjenica da zajedno s proizvođačima automobila na razvoju rade i tvrtke iz područja nafte. Ima već veći broj prototipova i malih serija takvih automobila u eksploataciji. Predviđa se da će serijska proizvodnja automobila početi oko 2010. godine.

Isto tako tvrtke iz elektroenergetike s partnerima razvijaju gorivne ćelije nešto većih snaga za svoje potrebe, a neke tvrtke već imaju prototipove gorivnih ćelija manjih snaga za individualnu proizvodnju električne energije i topline za kućanstva, obrte, servise, trgovine i manja poduzeća.

Nakon uvodnog dijela, upoznat ćemo se ukratko s konkretnim problemima u ekonomiji vodika.

*Osobine vodika.* Kako bi sve bilo jasnije, navodimo najvažnija fizikalna svojstva vodika kao energenta:

- specifična masa plinovitog vodika 0,08995 g/dm<sup>3</sup>
- ukapljenog vodika 0,0700 g/cm<sup>3</sup>
- ogrjevna moć (donja) 10,79 MJ/m<sup>3</sup><sub>n</sub> (120 MJ/kg).

Vodik se praktički uvijek javlja u molekularnom obliku H<sub>2</sub>, jer je atomni vodik H kratkog života – samo oko 0,5 s, i vrlo brzo ulazi u spojeve. Od svih elemenata gradi najveći broj spojeva. Kao plin lakši je od svih ostalih plinova i 14,4 puta lakši od zraka. Ukapljeni vodik je najlakša tekućina.

*Proizvodnja vodika.* Već smo naveli da se vodik već duže vrijeme proizvodi i to u značajnim količinama (danas između 500 i 600 mrd kubnih metara plina godišnje) za kemijsku industriju. Računa se da bi ta količina zadovoljila oko 10 % potreba goriva koje se danas troši u transportu.

Sirovine za proizvodnju vodika su pretežito plinovi ugljikovodici i voda. Iz plinova, zemnog i rafinerijskih, proizvodi se vodik pretežito postupkom reformiranja, a kad su manje količine u pitanju dobiva se iz nekih drugih sirovina na druge načine.

Najjednostavniji i ekološki najbolji, ali i skuplji način proizvodnje vodika je poznati nam postupak elektrolize vode. Za idealni proces bez gubitaka potrebno je za proizvodnju 1 kg vodika H<sub>2</sub> utrošiti nešto više od 32 kWh električne energije. Zbog električnih otpora u krugu nastaju gubici, pa se potrebna energija poveća na 37 do 53 kWh/kg. Ti podaci su zanimljivi, jer se predviđa da će se u budućnosti vodik pretežito proizvoditi na ekološki potpuno prihvatljiv način, tj. električnom energijom dobivenom samo iz obnovljivih izvora. Računa se na obnovljive izvore kao što su hidroenergija, vjetar, solarne ćelije, biomasa i još neke druge.

Zagovara se, naročito u SAD-u, primjena nuklearnih reaktora, jer proizvode relativno jeftinu električnu energiju. Neki tipovi reaktora s vrućim plinom mogli bi ekonomično proizvoditi vodik termokemijskom dekompozicijom vode. Za proizvodnju velikih količina vodika ne će se moći brzo osigurati dovoljne količine energije iz obnovljivih izvora, te će se vodik jednim dijelom proizvoditi kao i do sada reformiranjem prirodnog plina. Kada ekonomija vodika bude već dovoljno razvijena, obnovljivi izvori električne energije bit će pretežiti opskrbljivači elektrolizera energijom.

To je važno i zbog problema koje izaziva velika promjenjivost snage vjetroelektrana i solarnih ćelija. Kada ih bude mnogo, očekuju se problemi s radom na mrežu. Rješenje bi bile velike akumulacije, no pogodnih za to nema, jer vjerojatno velike promjene snage nisu dobre ni za reverzibilne hidroelektrane.

Vodik kao energent, moglo bi se reći, dolazi u pravi čas da omogući rješavanje problema. Pretvorbom energije obnovljivih izvora u elektrolizerima u energiju vodika, dobiva se izvanredna mogućnost akumuliranja energije. Vjeruje se da promjenljivost snage za elektrolizer vode nije veliki problem i da će se moći riješiti.

*Primjena vodika.* Kada se govori o ekonomiji vodika, u prvom redu se misli na ekološki prihvatljivu proizvodnju vodika u velikim količinama i primjenu u dva velika sektora: transportu i energetici.

U transportu vodik treba zamijeniti današnje energente: benzin, dizelsko gorivo i sl., koji služe za pogon mnogih vrsta vozila i plovila. Vodik iz spremnika u vozilu pušta se u gorivnu ćeliju iz koje se dobiva električna energija za napajanje elektromotora na pogonskim kotačima, ili za pogon propelera.

Drugi sektor je distribuirana energetika, tj. proizvodnja električne energije i topline za vlastite potrebe u domaćinstvima, obrtu, servisima, trgovinama, manjim poduzećima i sl. u tzv. »elektranama u podrumima«. Također i za brojne autonomne i udaljene potrošače, za koje nije ekonomično dopremiti električnu energiju vodovima. Vodik će se nabavljati na stanicama i prenositi u spremnicima do gorivnih ćelija ili drugačije.

Sada je teško reći što će se dogoditi u području energetike velikih snaga, tj. današnjih elektrana na fosilna goriva.

Vodik nije potrebno uvijek pretvarati u električnu energiju u gorivnim ćelijama. On može izgarati i u nekim ložištima, jer je to ekološki potpuno u redu; na kraju ostaje samo voda.

U sektoru transporta, koji je broj jedan među zagađivačima zraka danas, uzburbano se radi na razvoju električnih automobila koji će koristiti vodik kao gorivo. Ima već znatan broj prototipova i na pomolu su male serije, ulažu se velika sredstva u taj razvoj, a tu problematiku neke su vlade digle na visoku razinu.

Ekonomičnost budućih pogona automobila nije upitna: stupanj djelovanja gorivnih ćelija je oko 60 % i oko dva puta je veći od stupnja djelovanja motora s unutrašnjim izgaranjem: do 30 %. Neki tvrde da je cijena danas proizvedenog vodika već blizu konkurentnoj, dok drugi čak tvrde da se vodik već danas može proizvoditi tako da bude konkurentan. U SAD-u uz navod da je 1 kg vodika energetski ekvivalentan jednom galonu (oko 3,8 L) benzina, misle da će vodik biti konkurentan kada mu cijena za 1 kg bude dvaput viša od cijene galona današnjeg goriva. Faktor dva je tu zbog dvaput većeg stupnja djelovanja gorivnih ćelija.

Gorivne ćelije, treba reći, još su vrlo skupe. Cijene im polako padaju i moguće je da će se teško postići konkurentnost novog rješenja, ali njegova je vrijednost zaista vrlo velika. A to se mora platiti, jer se mnogo i dobiva. Danas je toga mnogo u razvoju i sve će biti jasnije jednog dana kada se uspostavi velikoserijska proizvodnja. Tako

se npr. konstrukcija automobila koncipira da bude što jeftinija za proizvodnju. Na taj način se djelomice kompenzira visoka cijena gorivnih ćelija.

Krenulo se s osobnim automobilima i autobusima, a u idućim godinama će biti obuhvaćena vozila drugih vrsta. Također će to rješenje biti prihvaćeno i za manje brodove, kod kojih već danas postoje male elektrane, obično s dizelskim motorima, za više različitih potrošača. Da se s tom tehnologijom može ići vrlo široko, potvrđuje primjer napravljenog prototipa rudničke lokomotive.

U sektoru opskrbe energijom također se tehnologija razvija i već ima rezultata. Tu se radi o gorivnim ćelijama u širem rasponu snaga – od nekoliko kW do više stotina kW, kod kojih će se vjerojatno istosmjerna struja pretvarati u današnje sustave izmjenične struje. Ne ćemo se čuditi ako počne razvoj nekih trošila za napajanje istosmjernom strujom. S druge strane, nusproizvod gorivne ćelije je vruća vodena para koja će se koristiti za zagrijavanje vode i prostorija. Tako poznata tvrtka *Vaillant* ima već prototipove gorivnih ćelija od 4 kW električne snage i 9 kW toplinske snage za kućanstva. Vodik će se nabavljati u manjim spremnicima u trgovačkoj mreži ili će se nešto veće količine skladištiti u domaćinstvima.

Tvrtke u elektroenergetici s partnerima razvijaju gorivne ćelije od nekoliko stotina kW, kakvih je već nekoliko u probnom pogonu i proizvedenu električnu energiju daju u opću mrežu.

Sigurno će se u idućim godinama pojaviti još mnogo raznih primjena te tehnologije, kao i korištenje vodika na drugi način, tj. bez gorivnih ćelija.

*Skladištenje i transport vodika* nisu tako teški zadaci, no ipak će trebati više toga riješiti. Dosad se s vodikom radilo na malo mjesta i to profesionalno. Sada, međutim, vodik izlazi na javna mjesta, i njime će se baviti veliki broj nestručnih ljudi. Zbog toga se pitanja sigurnosti znatno pooštravaju.

Ima nekoliko načina skladištenja vodika, i u plinovitom, i u tekućem stanju. Za vodik u obliku plina koriste se spremnici često za tlak od 350 bara, dok će se npr. za električne automobile tražiti i 700 bara kako bi mogli sadržavati dovoljno plina za potrebni akcijski polumjer automobila. Zbog toga što se nalazi u nekom vozilu, a time postoji mogućnost udaraca, spremnici moraju biti dodatno pojačani.

Spremnici se danas rade i od skupih materijala kao npr. ugljikovih niti da bi bili lakši. Rade se i od čelika, no tada su teški. Kod ugradnje u automobil problem su dimenzije.

Drugi način skladištenja je u tekućem stanju, a za to treba vodik ohladiti čak do  $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ . U odgovarajućim spremnicima vodik ipak malo isparava, te ga se mora ispustiti. To može biti i značajan gubitak za automobile koji mnogo vremena nisu u pogonu.

Jedno rješenje je zanimljivo i perspektivno: spremanje vodika u metalne hidride. Kod toga se vodik zadržava u međuprostorima prešanog praha od metalnih slitina, slično kao što spužva upija vodu. Čini se da će se tom tehnikom moći ostvariti sigurna spremišta velikog kapaciteta. Ipak za odvajanje vodika od metalnih hidrida potrebna je temperatura od 150 do 300  $^{\circ}\text{C}$ . Radi se na tome da se ta temperatura snizi na oko 80  $^{\circ}\text{C}$ .

Za ilustraciju: pronađene su nedavno tzv. nanokockice, koje imaju vrlo mnogo pora i kanala. Već 2,5 grama materijala ima unutrašnju površinu jednaku površini nogometnog igrališta.

O velikim spremnicima ne ćemo govoriti, ali ćemo samo napomenuti da se razmišlja o podzemnom skladištenju vodika npr. u nekim iskorištenim bušotinama.

Što se tiče transporta vodika, nema se ništa posebno reći. Transportirat će se do potrošača u spomenutim spremnicima. U automobile će se »pretakati« vjerojatno slično kao danas tekuća goriva na crpnim stanicama. Za veće potrošače ili veća konzumna područja vjerojatno će se graditi plinovodi, a moguće i mreže plinovoda. Već danas u nekim zemljama postoje plinovodi i većih duljina za vodik u plinovitom stanju pod tlakom od nekoliko desetaka bara.

ScAm Oct 2002, et 1/2 2003, ew 24 2003.

## Što su postigle solarne ćelije

Solarne ćelije ostaju mali igrači u svijetu lakomom za energijom, djelomice i zbog toga što ne mogu pretvarati svjetlost u električnu energiju s većom iskoristivošću. Iako ćelije napravljene od posebnih materijala kao što je galij arsenid mogu postići iskoristivosti blizu 30 %, zbog cijene one se primjenjuju samo za satelite i sl., a iskoristivost tipičnih komercijalnih ćelija već godinama čezne za postocima 15 do 16. U prošlim nekoliko mjeseci, međutim, nekoliko tvrtki objavilo je bitna postignuća da mogu proizvoditi ćelije znatno veće iskoristivosti.

Solarni moduli su često ugrađeni u ograničene prostore, kao što su npr. krovovi. Eric Daniels, potpredsjednik proizvođača solarnih ćelija *BP Solar*, kaže da su mnogi kupci spremni platiti višu cijenu za ćelije s većom efikasnošću pretvorbe. Solarne ćelije tipično koštaju 4 do 8 US dolara po vatu.

Današnje komercijalne ćelije temelje se na kristalnom siliciju. Svjetlost, padajući na poluvodič, uzbuđuje elektrone u njemu, te se oni kreću prema jednoj od elektroda, što je zapravo proizvodnja električne energije. U nastojanju da poboljšaju iskoristivost, proizvođači moraju ili povećati količinu svjetlosti koju će ćelija upiti ili smanjiti gubitke snage izazvane električnim otporom. Tvrtke koriste razne trikove za to. Jedni izvode stražnju stranu ćelije tako da reflektira svjetlost koja tako dva puta prolazi kroz ćeliju. Drugi s prednje strane ćeliju prevuku slojem amorfne silicija, koji upija svjetlost bolje od kristalnog silicija.

U ožujku 2003. godine, *BP Solar* je objavio da ima ćelije s iskoristivošću od 18,3 %. U istom mjesecu *Sanyo* je uveo ćelije s 19,5 % iskoristivosti. U svibnju, *Sunpower Corporation*, Sunnyvale, Kalifornija, objavio je da ima ćelije s iskoristivošću većom od 20 %.

*Sunpower* duguje svoje postignuće djelomice svojoj konstrukciji s kontaktima na stražnjoj strani. Mnoge solarne ćelije imaju svoju prednju stranu prekrivenu finom mrežom žica koje odvede struje iz poluvodiča. Iako su vrlo tanke, te žice pokrivaju ipak znatni dio površine na koju zbog toga ne pada svjetlost. *Sunpower* je premjestio sve žice i konektore na stražnju stranu.

U svojoj unikatnoj izvedbi u letjelici NASA-e bez posade »*Helios*«, *Sunpowerove* ćelije s kontaktima otraga imale su iskoristivost od blizu 23 %. (*Helios* je u lipnju 2003. godine pao u Pacifik, ali NASA je kao krivac odvojila i spasila ćelije). Tvrtka će uložiti neka sredstva i adaptirati te ćelije za masovnu proizvodnju i sniziti cijenu. Proizvodne količine novih ćelija bit će dostupne u 2004. godini.

Kristalni silicij vjerojatno ne će moći zauvijek dominirati u industriji solarnih ćelija, potvrđuje Dick Swanson, osnivač *Sunpowera*. Neki znanstvenici su izračunali da najveća iskoristivost za kristalni silicij iznosi 25 %. Ali nitko još nije proizveo komercijalnu supstanciju koja to postiže. Ćelije tankog filma od amorfne silicija ili poluvodička slitina kao kadmij-telurid mogu postići navedene brojke. Organske solarne ćelije imaju stvarno iskoristivost koja se izražava jednoznačnim brojem. Nitko još ne vidi materijal koji bi pretekao silicij u najmanje 10 idućih godina.

ScAm Sept. 2003

## Novi nuklearni reaktor za Finsku

Konzorcij u kojem su francuski *Framatome ANP* i njemački *Siemens* isporučit će u finsko mjesto Olkiluto novi europski nuklearni reaktor s vodom pod tlakom – EPR.

EPR (*European Pressurized Water Reactor*) je novo rješenje, napravljeno snagama pretežito iz tvrtki *Siemens* i *Framatome*, a na principu poznatog reaktora s vodom pod tlakom PWR. Novi reaktor ima nekoliko važnih prednosti pred postojećim reaktorima: značajno mu je povećana sigurnost, troškovi proizvodnje električne energije su za 10 % niži, a potrošnja urana smanjena je za 15 %. Održavanje je pojednostavljeno tako da je raspoloživost reaktora veća od 90 %.

*Framatome ANP* i *Siemens* potpisali su 18. prosinca 2003. godine u Helsinkiju ugovor o isporuci s finskom elektroenergetskom tvrtkom *Teollisuuden Voima Oy (TVO)*. Ukupni troškovi projekta *Olkiluoto 3* prema podacima *TVO* iznose oko 3 mrd eura. Nuklearni dio će isporučiti *Framatome ANP*, a konvencionalni dio *Siemens Power Generation (PG)*.

Radi potpunosti recimo da kod mjesta Olkiluoto već radi nuklearna elektrana s dva reaktora i također u mjestu Loviisa elektrana s dva reaktora. Ukupna instalirana snaga svih je oko 2500 MW, a 2000. godine proizvedeno je u tim elektranama 32 % od ukupno proizvedene električne energije u Finskoj.

Isporuka *Siemensa PG* obuhvaća konvencionalni dio elektrane s parnom turbinom, generatorom, elektromehaničkom opremom kao i sustav vođenja. Električna snaga elektrane koja treba ići u pogon 2009. godine, je oko 1600 MW.

»Europski reaktor s vodom pod tlakom EPR je sigurno važan putokaz za daljnji razvoj u području nuklearne energije. S prvim ugovorom Finska utire put za daljnje projekte. *Siemens* očekuje da će finski primjer biti škola i za druge zemlje«, pojašnjava član predsjedništva koncerna *Siemens AG*.

ew 3/2004