

## KORIŠĆENJE GORIVIH ČELIJA ZA ZGRADE

Američka firma "International Fuel Cells" isporučila je svoj sistem gorivih ćelija sa fosfornom kiselinom Odseku za snabdevanje vodom i energijom Los Angelesa, koji će biti instalisan u jednom od predgrađa kao 17. uređaj ispušten u Kaliforniji od početka proizvodnje 1991. Sistem snage 200 kW namenjen je velikom trgovačkom i rezidencijalnom centru u izgradnji, koristeći kao gorivo zemni gas iz gasovoda i biće u početku povezan sa gradskom električnom mrežom, da bi kasnije snabdevao stanovnike centra potrebnom električnom i toplotnom energijom. Odsek je ranije od iste firme naručio 3 gorive ćelije sa istopljenim karbonatom snage 250 kW od kojih je prva postavljena u njegovoj upravnoj zgradi, a ostale treba da se isporuče krajem 2001 i početkom 2002.

Državno preduzeće "Gaz de France" (GdF) naručilo je od svog američkog partnera firme "H Power" 6 beta rezidencijalnih, kogeneracionih postrojenja, a, pored toga, ugovorom je predviđeno da će GdF biti prioritetni partner američke firme za korišćenje gorivih ćelija u Francuskoj. Partneri su započeli rad na dobijanju kodnih i standardnih obeležja neophodnih za upotrebu i prodaju proizvoda unutar EU. U 2000. GdF je instalirao rezidencijalni, kogeneracioni sistem sa gorivim ćelijama na zemni gas iste firme u kući-modelu svog centra za razvojna istraživanja. GdF i "H Power" smatraju da Francuska i druge evropske zemlje predstavljaju idealno tržište za ove sisteme, a ugovor predstavlja 5. internacionalni sporazum američke firme, ranije zaključenih sa partnerima u Finskoj, Japanu i Kanadi.

Američka firma "Plug Power" zaključila je sa jednim preduzećem za komunalne usluge ugovor na 7 mil. dolara za isporuku svojih sistema sa gorivim ćelijama, uključujući instalisanje, održavanje, inženjering, obuku i druge tehničke servisne usluge, kao i razvoj kompjuterskog programa za daljinsko upravljanje; isporuka treba da počne sredinom 2001. Osnovni cilj ugovora i isporuke je iskustvo u radu, kontroli, mrežnim međuvezama, ekološkim faktorima i načinu rada sistema radi kasnije primene za komunalne usluge uključujući i buduće rezidencijalne primene. Za svoje sisteme "Plug" je završio testove i ocene potrebne za internacionalni sertifikat CSA, i sa njim dobio dozvolu za proizvodnju ovih sistema za SAD. Kanadska organizacija "CSA International" je jedna od vodećih svetskih organizacija za izra-

du standarda, sertifikaciju i registraciju.

Nemačka firma MTU pustila je u rad elektranu kapaciteta 250 kW u jednoj bolnici, koju je ona projektovala, u Nemačkoj, korišćenjem sistema sa gorivim ćelijama američke firme "Fuel-Cell Energy"; ovo je druga praktična proba ovog sistema posle uspešne na Univerzitetu Bielefeld. Pored električne, dobijaće se i ekvivalent od 170 kW toplotne energije koja se može koristiti za dobijanje vodene pare visokog pritiska za sterilizaciju i kondicioniranje vazduha.

Proizvođač auto-guma "Michelin" predviđa postavljanje istog sistema u svojoj fabrici u Nemačkoj, gde će dobijena toplota biti korišćena za vulkanizaciju guma za kamione. U drugom projektu, koji treba da počne sredinom 2002, učestvovala je firma za komunalne usluge i proizvodnju energije EnBW iz Karlsruhe-a u Nemačkoj. Novi tehnološki sektor firme MTU saraduje sa partnerima na daljem razvoju transformacije energije korišćenjem usavršenog sistema "Fuel-Cell Energy" i elektrolizera velike efikasnosti.

## KORIŠĆENJE GORIVIH ČELIJA ZA MOTORNA VOZILA

"General Motors" postavio je više internacionalnih rekorda za vozila pokretana gorivim ćelijama pri programu izdržljivosti u toku 24 h, izlaganjem vozila rekordnoj toploti u pustinjском opitnom centru u SAD. Modifikovani Opel Zafira minivan prešao je 1387 km, prosečnom brzinom od 58 km/h, te predstavlja prvo vozilo sa sistemom gorivih ćelija koje je za 1 dan prešlo preko 770 km vožnjom na temperaturi od 38°. Vozilo sa sistemom HydroGen 1 izdržalo je probu izuzetno dobro, specijalno s obzirom na visoku spoljnu temperaturu, te projektanti navode da je test sličan onima koji su inženjeri i auto-entuzijasti vršili početkom 1900-ih da utvrde koja su od vozila pokretanih vodenom parom, gasom ili električnom energijom najbrža i najizdržljivija. Za razvoj sistema HydroGen 1 izvršeno je oko 150 testova na 13 mesta na svih 5 kontinenata, od kojih su neki tako ekstremni da svaki pređeni kilometar odgovara 75 km normalne, svakodnevnje vožnje.

Multinacionalni proizvođač teških kamiona, autobusa i motora "Scania", sa sedištem u Švedskoj prikazao je na izložbi Internacionalne asocijacije za putnički prevoz prototip autobusa sa gorivim ćelijama koji pokreće hibridni električni propulzioni sistem. Gorive ćelije sa vodonikom daju pogonsku energiju, a energija kočenja se recikljuje. Auto-

bus je proizveden u okviru istraživačkog programa za nenuklearnu energiju EU, koji je snosio 50% ukupnih troškova od 4,3 mil. evra. U programu je učestvovala grupa preduzeća i ustanova radom na specifičnim zadacima: francuska firma "Air Liquide", kao koordinator projekta, francuski Komesarijat za atomsku energiju, na testovima gorivih ćelija, italijanska firma "Nuvera", na projektovanju i proizvodnji ćelija, Univerzitet u Đenovi, na studiji projekta vazdušnog kompresora i nemačka firma ZF, na isporuci prenosnog mehanizma, a ocena projekta vršena je u saradnji sa Tehnološkim institutom u Lundu (Švedska). Tehnologije novih električnih prenosnih mehanizama, zajedno sa usavršenom kontrolom saobraćaja i informacionim sistemima, može se pokazati kao idealno rešenje prevoza za gradove srednje veličine, dok će integrisana sa postojećom nadzemnom i podzemnom železničkom mrežom biti takođe pogodna za veće gradove, usled velike fleksibilnosti. Osnovni cilj projekta je sticanje iskustva sa gorivim ćelijama i hibridnim električnim prenosnim mehanizmom u "Scania"-i i Institutu u Lundu, kao i program obuke u ovim oblastima. Po završetku istraživačkog projekta EU, prototip autobusa će biti detaljno ispitani radi utvrđivanja potencijala nove tehnologije i metoda optimizacije utroška energije, buke i vibracija, a dobijeni podaci predstavljaju bazu za program simulacije kompletnih autobusa sa korišćenjem novih tehnologija. Tome će slediti nove studije koncepcije i procene rizika, koji obuhvata troškove u toku trajanja vozila, infrastrukturu snabdevanja gorivom i legalne zahteve.

Savet reona Westminster u Londonu otkupio je prvi kamion sa gorivim ćelijama iznet na tržište od američke firme "ZeTek", koja ima proizvodne pogone u Nemačkoj i SAD a planira izgradnju novog u Italiji. Kamion će se koristiti za održavanje londonskih parkova, a plaćen je 47.000 dolara, dok firma navodi da je stvarna proizvodna cena, sa sistemom alkalnih gorivih ćelija od 5 kW, nekoliko puta veća. Firma takođe navodi da pregovara sa velikom firmom za usluge prenošenja materijala radi proizvodnje većeg broja vozila.

## SARADNJA NA RAZVOJU GORIVIH ČELIJA ZA MOTORNA VOZILA

Firme "Shell Hydrogen" i "Energy Conversion Devices" (ECD) zaključile su sporazum o daljem razvoju i industrijskom korišćenju postupka za smeštaj zaliha čvrstih hi-

drida na kojima radi ECD, čemu će "Shell" doprineti svojim iskustvom na ponovnom punjenju i distribuciji. Ova saradnja će pomoći težnji da se vozila pokretana gorivim ćelijama iznesu na tržište do 2004, tako da će ECD odmah početi tržišni razvoj, a izrada prototipa predviđena je do 2001. "Shell Hydrogen" smatra da je vodonik idealno gorivo za ova vozila, ali treba rešiti probleme smeštaja njegove zalihe u vozilu i infrastrukturu distribucije za koje je i namenjen ovaj sporazum.

Firme "Shell Hydrogen" i "International Fuel Cells" predviđaju osnivanje zajedničkog preduzeća sa učešćem 50:50 za razvoj, proizvodnju i prodaju uređaja za preradu goriva za rastuće tržište gorivih spregova i vodoničnog goriva. Zajedničko preduzeće će usmeriti delovanje na automobile, autobuse, generatore energije i distribuciju vodonika kao goriva u npr. benzinskim pumpama i odgovarajućim prodavnicama i po kućama.

### **NAJVEĆI SVETSKI SOLARNI PROJEKAT**

Velika britanska naftna kompanija BP započela je aktivnost na izvođenju najvećeg svetskog solarnog projekta snabdevanja energijom 150 izolovanih sela na Filipinima u sporazumu sa španskom i filipinskom vladom. Ovaj veliki projekat sledi prethodnu ruralnu elektrifikaciju na Filipinima, za koju je utrošeno 30 mil. dolara, a stečeno iskustvo u poznavanju oblasti i posebnim uslovima instalisanja uređaja u takvoj sredini koristiće novom projektu. Projekat od 48 mil. dolara finansira španska vlada, a on je podeljen u 2 faze. Prva treba da počne krajem 2001, koštaće 25 mil. dolara, i biti korišćena za 35 komunalnih zajednica sa oko 70 sela osnovanih agrarnom reformom. U toj prvoj fazi se predviđa korišćenje solarne energije za: sisteme osvetljavanja 5500 kuća, 25 irigacionih sistema, 97 sistema za snabdevanje vodom za piće, 68 škola, 68 komunalnih centara, 35 zdravstvenih klinika i 100 komunalnih svetiljki, kao i 35 novih energetskih sistema za naizmeničnu struju namenjenih zapošljavanju. U projekat su takođe uključeni menadžment, instalisanje 428 kompletnih solarnih sistema, socijalne pripreme, razvoj komunalnih zajednica i obuka 200 komunalnih organizacija. Druga faza koštaće 23 mil. dolara, treba da počne početkom 2003. i proširi korišćenje solarne energije na dalje 44 komunalne zajednice osnovane agrarnom reformom. Ciljevi ove faze obuhvataju daljih: 9500 sistema osvetljavanja kuća, 44 irigacionih sistema, 79 škola, 80 komunalnih centara, 2 zdravstvene klinike, 193 komunalne svetiljke i 44 sistema za snabdevanje naizmeničnom strujom

radi zapošljavanja. BP preuzima odgovornost za menadžment projekta i instalisanje dalja 442 kompletna solarna sistema i servis za 220 komunalnih organizacija. Predviđa se završetak radova na projektu u 2005.

### **POVEZIVANJE ITALIJANSKE I AUSTRALIJSKE FIRME ZA KORIŠĆENJE SOLARNE ENERGIJE**

Italijanski proizvođač solarnih ćelija "Eurosolare", filijala kompanije "Eni", povećala je na 25% svoje imovinsko učešće u australijskoj firmi "Pacific Solar", što predstavlja podstrek za napredak i značajan razvoj fotogalvanske tehnologije ove firme. To se specijalno odnosi na tehnologiju nanošenja tankog filma kristalnog silicijuma na staklenu podlogu solarnog fotogalvanskog sistema, za koju se predviđa da će značajno smanjiti troškove korišćenja sunčeve svetlosti za dobijanje elektriciteta. "Pacific Solar", osnovan od Univerziteta Novog Južnog Velsa, sve više razvija svoju delatnost od čisto istraživačke i razvojne u komercijalnu, povezano sa realizacijom svog proizvoda Plug & Power, modularnog solarnog fotogalvanskog sistema, postavljenog na krovu zgrade koju snabdeva elektricitetom, dok višak energije odlazi u lokalnu elektromrežu. Italijanska firma će, kao strateški partner, biti od koristi za uvođenje ove tehnologije van Australije, i omogućiti pristup evropskom tržištu fotogalvanskih uređaja koje se brzo povećava.

### **NAJVEĆI SVETSKI KROV SA SOLARNIM ĆELIJAMA**

Holandska energetska grupa "Nuon" naručila je od nemačke firme "Siemens Solar Industries" 25.000 m<sup>2</sup> fotogalvanskih ploča ukupnog energetskog kapaciteta 2,3 MW, koje će se koristiti za najveći svetski krov sa 19.000 solarnih panela za jednu hortikulturalnu izložbu 2002. u Holandiji. Solarni moduli će predstavljati krov za poluotvorene staklenike i omogućiti da sunčana svetlost dopre do drveća i cveća unutar zgrade, a proizvodiće i električnu energiju za lokalnu električnu mrežu.

### **ITALIJANSKI PROGRAM KORIŠĆENJA SOLARNIH ĆELIJA ZA ZGRADE**

Italijanska vlada namenila je oko 28 mil. dolara za program postavljanja solarnih fotogalvanskih ćelija na krovovima zgrada, od čega oko 9 mil. dolara za projekte na javnim zgradama (opštinske, provincijske, univerzitetske itd.), a ostatak za projekte kućevlasnika i privatnih preduzeća; u oba slučaja maksimalna dotacija iznosi do 75% investicionih troškova sistema, a rok podnošenja projekta je juli 2001. Finansirani sis-

temi treba da budu snage 1–50 kW, integrirani u zgradu i povezani sa električnom razvodnom mrežom. Državni elektroprivredni sistem dozvoljava da fotogalvanski sistemi ispod 20 kW budu povezani sa razvodnom mrežom, i da elektricitet, isporučen preko dana, bude razmjenjen sa uzetim iz mreže noću po istoj ceni; obračun će se vršiti jednom godišnje. Predviđeno je takođe smanjenje zakonske takse na javne prihode za 36% za sve investicije namenjene uštedi energije u zgradama (od izolacije krova do instalisanja sistema za korišćenje obnovljive energije) ali primenu ograničava složeni administrativni postupak.

### **IZGRADNJA POSTROJENJA ZA SOLARNE ĆELIJE U NEMAČKOJ**

Nemačka firma "Deutsche Solar", filijala američke firme "SolarWorld", planira proizvodnju solarnih ćelija u Nemačkoj usled udvostručenja prodaje 2000. Firma će ubrzati početak proizvodnje solarnih ćelija izgradnjom, do kraja 2002, proizvodnog postrojenja za 25 MW ćelija, sa mogućnošću povećanja kapaciteta do 50 MW. Pored toga "Deutsche Solar", čije učešće na svetskom tržištu kristalnih solarnih komponenta je preko 20%, predviđa izgradnju fabrike za proizvodnju 25 MW solarnih modula, takođe sa mogućnošću povećanja kapaciteta do 50 MW. U razvojnim planovima je predviđena i izgradnja postrojenja za reciklovanje radi rekuperacije upotrebljenog silicijuma iz otpadnog materijala, što će za firmu predstavljati još jedan način obezbeđenja silicijuma kao solarne sirovine. Procenjeno je da će za novu postrojenje biti potrebno 25.000 m<sup>2</sup> površine i ukupne investicije od 250 mil. DM do 2004.

### **PROIZVODNJA HLORA U ZAPADNOJ EVROPI**

Organizacija Euro Chlor, udruženje zapadnoevropskih proizvođača hlora i alkalija, iznela je da je proizvodnja hlora 2000. bila najveća od 1988. sa porastom od 9,22 Mt u 1999. za 5,2% na 9,7 Mt. Iako su troškovi električne energije povećani, slab evro je poboljšao konkurentnost proizvođača na svetskom tržištu. Najveći proizvođač 2000. je Nemačka sa proizvodnjom od oko 3,8 Mt i učešćem na tržištu od 39,4%, na drugom mestu je Francuska sa 16,3%, slede V. Britanija, Belgija i Italija sa oko 8% i sve druge zemlje sa 20,2%. Hlor je važan proizvod usled njegove ključne uloge u sintezi mnogih industrijski značajnih proizvoda kao što su poliuretani, polikarbonati i PVC, a zajedno sa kaustičnom sodom učestvuje sa 55–60% u prometu zapadnoevropske hemijske industrije.

## RAZVOJNA ISTRAŽIVANJA U OBLASTI GORIVIH ČELIJA

Američka firma "Delphi Automotive Systems" najavila je sporazum sa velikom francuskom naftnom i hemijskom kompanijom "TotalFinaElf" o saradnji na istraživanju i proveru tehnologije gorivih ćelija i reforminga goriva za njih. Glavni cilj saradnje je bolje poznavanje uticaja sastava goriva i korišćenih aditiva na efikasnost reforminga goriva za motorna vozila i druge primene, a istraživanje i provera izvodice se u tehničkoj centru "Delphi" u SAD i evropskim postrojenjima "TotalFinaElfa". U početku će istraživanja biti usmerena na upotrebu benzina, a zatim dizela, ložulja i tečnog naftnog gasa (LPG). Sporazum predstavlja značajnu podršku "Delphi" na proveru i tehničkom znanju o izboru goriva, te se smatra da će kombinacija njenog iskustva u oblasti gorivih ćelija, u saradnji sa kanadskom firmom "Global Thermoelectric", i iskustva "TotalFinaElfa" u oblasti rafinacije i marketinga motornih goriva i aditiva dovesti do razvoja od koristi za oba partnera.

Japanska firma "Aisin", filijala "Toyote", razvija hibridni gasni i električni pogonski sistem za "Forda", sličan onom za "Toyotin" model Prins, namenjen za "Fordov" sportski auto Escape; razvoj treba da se završi do 2003. Ovaj ugovor sa "Fordom" ne bi mogao biti zaključen bez odobrenja "Toyote", što predstavlja promenu njene strategije s obzirom na postojeće dalekosežne sporazume sa "General Motorsom" o razmeni tehnologije, uključujući hibridne sisteme.

Japanska firma "Nissan Motor" i njen suvlasnik "Renault" odlučili su se na razvoj automobila sa gorivim ćelijama, koji će kao gorivo koristiti benzin, za koji će zajedno utrošiti 700 mil. dolara i auto izneti na tržište do 2005. Ova odluka doneta je sa sličnim ciljem kao sporazum "Toyote" sa "General Motorsom" i "ExxonMobilom" o razvoju specijalne vrste benzina, "čisto ugljovodonično gorivo", za upotrebu u vozilima, uključujući vozila sa gorivim ćelijama.

Italijanska firma "Nuvera" i nemačka RWE osnivaju zajedničko preduzeće za razvoj i isporuku sistema sa gorivim ćelijama za snabdevanje toplotnom i električnom energijom snage do 50 kW koji se može koristiti za stambene zgrade i male trgovačke potrošače energije. Zajedničko preduzeće predviđa iznošenje sistema na tržište do 2004. i prodavaće ih svim potrošačima, iako će RWE biti prioritetni kupac, a za pogon će koristiti zemni gas, propan i druga goriva. Terenske probe radi optimizacije

sistema planiraju se sredinom 2002. u Nemačkoj, a partneri će takođe ispitati i druge interesantne primene, npr. telekom. "Nuvera" takođe saraduje sa kanadskom firmom "Sustainable Energy Technologies" na razvoju potpuno integrisanog energetskog sistema sa gorivim ćelijama za potrebe severno-američkog rezidencijalnog tržišta. Integrisani sistem bi povezao modul za upravljanje energijom kanadske firme sa "Nuverinim" sistemom gorivih ćelija, a koordinacijom kontrole i integrisanom proizvodnjom postigli bi se maksimalna efikasnost celog sistema i smanjenje troškova.

Američka firma "International Fuel Cells" i "Shell Oil Products" osnovali su, prema propisima EU, zajedničko preduzeće "Hydrogen Source LLC" koje treba da razvija, proizvodi i prodaje prerađivače goriva za gorive ćelije. Preduzeće će imati sedišta u SAD, a snabdevaće širok krug potrošača, uključujući proizvođače motornih vozila i energetskih postrojenja sa gorivim ćelijama.

Kanadska firma "Synergy Technologies" uspešno je izvršila reforming zemnog gasa, radi dobijanja goriva bogatog vodonikom potrebnog za gorive ćelije, korišćenjem svog reaktorskog sistema od 2,5 l. Sistem je razvijen za prikaz i optimizaciju projekta reforminga gasa za zgrade i vozila, ali se može takođe koristiti za in-situ optimizaciju konverzije vodenog gasa radi maksimalne proizvodnje vodonika za alkalne i druge gorive ćelije, koje ne mogu da troše CO. Proces izaziva reakcija CO sa injektovanom vodom, rekuperisanom iz gorivih ćelija, čime nastaju CO<sub>2</sub> i dodatni vodonik. Ispitivanja izvršena u Francuskoj su pokazala da se sistemom postavljenim in-situ može postići velika konverzija CO. Firma smatra da njen reaktorski sistem od 2,5 l ima značajne prednosti u odnosu na veličinu i cenu za mnoge stacionarne gorive ćelije, i da će se pokazati vrlo pogodnim za ugradnju u vozila sa sistemom ćelija koje troše fosilna goriva.

Oko 30 japanskih firmi osnovala su istraživačku grupu za razvoj pogodnih komercijalnih tehnosti koja bi apsorbovala vodonik potreban za rad gorivih ćelija, a mogla bi se nabavljati na postojećim benzinskim pumpama. Više firmi iz grupe "Toyota" ispituje tečne organske supstance, kao benzen i naftalin, koje vezuju do 8 mas. % vodonika, iz kojih se on može lako ekstrahovati i reap-sorbovati; bazna tehnologija razvijena je na Univerzitetu Hokaido.

Japanska firma "Tokyo Gas" razvila je poboljšani desulfurizacioni agens za kogeneracioni sistem sa gorivim ćelijama snage do 1 kW namenjen rezidencionalnoj upotrebi, u kojem zemni gas mora najpre da se prečišćava radi smanjenja sadržaja S. Novi agens je, navodno, 5 puta efikasniji od postojećeg i smanjuje godišnje troškove prečišćavanja za 50%. U toku godine potrebno je samo 200 ml agensa da se sadržaj S u zemnom gasu smanji na 10 ppb, što omogućuje da oprema za desulfurizaciju bude 20% manja.

## RAZVOJ I PERSPEKTIVA SOLARNIH ČELIJA

U toku poslednje dekade pionirsku ulogu u razvoju fotogalvanskih solarnih ćelija imali su istraživači fotogalvanskog istraživačkog centra australskog Univerziteta Novi Južni Vels, koji su poboljšali efikasnost silicijumovih ćelija do blizu 25% konverzije sunčeve energije što je preko 50% iznad najboljih potvrđenih rezultata početkom 80-ih godina. U Australiji je 1993. postavljen prvi fotogalvanski sistem priključen na elektroenergetsku mrežu koji zadovoljavajuće radi već godinama, a najveće instalacije su izgradnja 4 kW hibridnog sistema u 2 nacionalna parka. Ove ćelije se danas smatraju kao proizvodi tehnologije 1. generacije i sa njima je britanska firma "BP Solar", sa licencom Centra, razvila tehnologiju izrade i realizovala 1994. u Španiji prvu veliku instalaciju za jednu komunalnu energetsku organizaciju što je u to vreme bio najveći evropski fotogalvanski sistem. Drugi uspeh ovih ćelija bio je njihovo korišćenje u vasionkim letilicama što su komercijalizovali američka firma "Teclstar" i japanska "Sharp".

Ćelije razvijene u Centru ispitane su uspešno u automobilima, kada je auto japanske firme "Honda" pobedio na takmičenju solarnih automobila u Australiji 1996. prešavši stazu od 3000 km prosečnom brzinom od 90 km/h, što predstavlja neprevaziđeni rekord.

U daljem radu razvijena je 2. generacija fotogalvanskih solarnih ćelija taloženjem vrlo tankog filma mikrokrystalnog silicijuma na staklenu podlogu. Ova tehnologija postala je u toku poslednje dekade tržišno sve značajnija usled smanjenja proizvodnih troškova, tako da se sve više ćelija proizvodi na taj način. Kod ovih ćelija, Centar je potigao efikasnost konverzije sunčeve energije 19,8%, dok je najbliži najbolji rezultat 18,6%, a u oblasti kompletnih modula solarnih ćelija postignuta je 22,7% a naj-

bliži najbolji rezultat je 21,6%. Nove ćelije su se pokazale vrlo pouzdanim, pa je australijska elektroenergetska firma "Pacific Power" osnovala novu "Pacific Solar" koja je 1998. počela sa proizvodnjom solarnih pilot-modula i planira iznošenje nove tehnologije na tržište do 2005. Ova tehnologija pokazuje prednost u odnosu na ostale, a rad na njenom razvoju podstaknut je uključivanjem 2000. u komercijalni konzorcijum velikog evropskog proizvođača ćelija, italijanske firme "Eurosolare".

Rad na solarnim ćelijama 3. generacije podstaknut je niskom efikasnošću konverzije sunčeve svetlosti u elektricitet postojećih solarnih ćelija od nešto preko 30%, dok je termodinamička granica moguće konverzije blizu 95%. Međutim, osnovni razlog za rad na novim ćelijama je ekonomski. Prema proceni 1. generacija ćelija na bazi silicijuma postiže efikasnost od 10–15%, sa 20% kao mogućim ciljem, proizvodni troškovi iznose više stotina dolara po m<sup>2</sup>, sa mogućim ciljem od 150 dolara/m<sup>2</sup>, a cena proizvedene energije iznosi 1,5–3,5 dolara/W. Druga generacija ćelija sa tankim filmom ima mnogo niže proizvodne troškove po m<sup>2</sup>, ali sa smanjenom efikasnošću konverzije energije, a u slučaju veće industrijske proizvodnje, mogla bi se postići cena energije od 0,50 dolara/W. U razvoju ćelija 3. generacije veliki uspeh bi bio povećanje efikasnosti u odnosu na prvu i drugu, uz zadržavanje prednosti 2. generacije na smanjenju proizvodnih troškova po jedinici površine, a smatra se da je moguće postići cenu energije od 0,10–0,40 dolara/W. Za razvoj ovih ćelija izučavaju se mnoge ideje, od relativno nerizičnih, kao što je sistem ćelija od kojih svaka odgovara različitim talasnim dužinama sunčeve svetlosti, do više ambicioznih, kao što su ćelije sa "vrućim nosačima". Ove ćelije bi skladištile adsorbovanu sunčevu svetlost pomoću visokoenergetskih elektrona u materijalu ćelije, što bi zahtevalo potpuno novu tehnologiju proizvodnje, teško ostvarljivu za kraće vreme čak i pri brzem razvoju nauke o materijalima i tehnologije poluprovodnika.

Polazeći od malih količina, industrija fotogalvanskih solarnih ćelija postigla je u toku poslednjih 5 godina godišnji porast od 30% (preko 40% u 2000.), te predstavlja opciju proizvodnje elektriciteta za snabdevanje elektroenergetske mreže sa najbržim rastom. U toku sledeće dekade očekuje se da će njihova glavna primena biti u sve većem snabdevanju električnom energijom rezidencijalnih sistema povezanih sa gradskom elekromrežom. Ova primena danas često uključuje subvenciju, kao deo ekološkog programa smanjenja emisije gasova staklene bašte, od lokalnih ili državnih organa. Međutim, stimulisanjem potro-

šnje ovim programima će verovatno primenu za ove svrhe učiniti potpuno ekonomičnom do kraja naredne dekade. Takođe se u budućnosti može očekivati nastavak sadašnje stope rasta ove proizvodnje podržane samo tržištem, a sredinom ovog veka fotogalvanske ćelije mogle bi proizvoditi značajan deo svetske energije, na način koji je ne samo ekološki znatno povoljniji već i ekonomičniji od sadašnje na bazi fosilnih goriva.

## PRIMENA SONOELEKTROHEMIJE

Istraživači sa 2 britanska univerziteta razvili su novi postupak za dobijanje tetrametiladipinske kiseline (TMMA) koja se koristi u proizvodnji poliestarskih smola i poliamidnih vlakana, a potencijalno se može koristiti i za druge primene. Ova kiselina se obično proizvodi dobro poznatom Fentonovom reakcijom koja može da aktivira njene molekule, kao što je pivalinska kiselina (2,2-dimetilpropanonska kiselina) koja dimerizuje u TMMA. U klasičnoj Fentonovoj reakciji, vodonik-peroksid reaguje sa fero-jonima iz fero-sulfata, oslobađajući vrlo reaktivne hidroksil-radikale koji odvajaju N-atom od jedne od metil-grupa pivalinske kiseline i nastaju C-radikali koji međusobno reaguju stvarajući dimer. Potrebne velike količine fero-soli su sprečavale industrijsku primenu ove reakcije, pa su istraživači kombinovali ultrazvuk (zvuk iznad obično čujne granice od 20 kHz) i elektrolizu u tehniku sonoelektrohemijske i uspeli da stvore reaktivne feri-jone potrebne za reakciju umesto dodavanja stehiometrijske količine soli gvožđa u polaznu smešu. Sonoelektrohemijska omogućuje kontrolu rastvaranja metalnog gvožđa iz metalnih traka čistoće 99,9%, a ultrazvuk predstavlja efikasan energetski izvor za disperziju novo nastalih jona u reakcionoj smeši. Korišćenje metalnog gvožđa umesto fero-sulfata takođe poboljšava ukupnu atomsku efikasnost, jer nastaje znatno manje sulfatnog otpada, a pored toga deo gvožđa se može reciklovati.

Ispitivani su različiti reakcioni uslovi, kao intenzitet ultrazvuka, temperatura, koncentracija reagenata, kiselog rastvora i električna struja, i utvrđeno je da su prinosi veći od onih dobijenih korišćenjem bilo ultrazvuka sa klasičnom Fentonovom reakcijom, bilo njenim elektrohemijским izvodenjem. Takođe je utvrđeno da povećanje temperature u uskom intervalu povećava prinos.

## ELEKTROHEMIJSKO PREVLACENJE METALA FILMOM TITAN-NITRIDA

Hemičari sa Univerziteta u Edinburgu su razvili jeftin elektrohemijjski postupak prevlačenja predmeta titan-nitridom (TiN), što može dovesti do korišćenja ovog tehnološki zna-

čajnog materijala za različite primene, uključujući medicinsku implantaciju npr. veštačkog kuka i alate za precizno sečenje. TiN je vrlo tvrd materijal, otporan na koroziju sa velikom električnom provodljivošću, te bi alati za sečenje obloženi tankim filmom ovog materijala mogli biti otporniji na habanje, a njegove električne osobine predstavljaju korisne difuzione prepreke za mikroelektronske uređaje. TiN takođe reflektuje UV-zrake, te bi bio dobar optički premaz za zgrade, a pošto ima površinu boje slične zlatu, mogao bi se koristiti i za nakit. Za prevlake predmeta sa TiN obično se koriste visoke temperature i skupa oprema, a pokušano je sa anodizacijom Ti ali je ona moguća samo na naponu 1500–3000 V. Prevlake dobijene ovom i sličnim metodama takođe imaju značajnu količinu nečistoća koje sadrže ugljenik, a druge elektrohemijske metode se izvode na povećanim temperaturama. U novom postupku izbegnuti su ovi problemi i ostvaren čist elektrohemijjski postupak koji se izvodi na niskoj temperaturi i mnogo je jeftiniji. Dok se u postojećim postupcima elektricitet koristi za zagrevanje uzorka i/ili za pogon vakuum-pumpi, u novom se koristi samo za dobijanje TiN. U postupku se na normalnoj temperaturi vrši elektrohemijjska oksidacija Ti elektrode u rastvoru kalijum-amida u tečnom amonijaku. U zavisnosti od gustine struje, TiN se taloži kao tanak film ili u obliku nano-čestica. Postupkom se stvara samo nitrid, te dobijeni film ne sadrži ugljenik, kiseonik ili halogene, što se objašnjava korišćenjem rastvora tečnog amonijaka, koji sadrži bazni elektrolit kalijum-amid, a ne organske rastvarače koji su korišćeni u ranijim postupcima. Postupak predstavlja alternativnu metodu za nanošenje prevlaka na metalne površine na normalnoj temperaturi ne koristeći naknadno zagrevanje.

## ELEKTROLITIČKO PREČIŠĆAVANJE VODE ZA HLAĐENJE

Japanska firma "Reiken" razvila je elektrolitički postupak prečišćavanja vode za tornjeve za hlađenje, kotlove i druge industrijske uređaje, što se normalno vrši hemikalijama radi čišćenja od rđe, mulja i algi i sprečavanja stvaranja kamenca. U novom postupku visoko-frekventna naizmenična struja od 20 kHz i 100 V prolazi kroz vodu u sudu za elektrolitičku reakciju, gde smanjuje sadržaj kiseonika reakcijom sa vodonikom koji nastaje na površini elektrode. Obradna voda sprečava stvaranje rđe, mulja i algi, a smanjuje i rastvara kamenac. Firma procenjuje da se investicija u opremu amortizuje za godinu dana uštedom troškova za hemikalije, održavanje i prekide rada postrojenja.

### NOVI TIPOVI GORIVIH ČELIJA

Nemačka firma "Smart Fuel Cells" razvila je za samo 18 meseci rada i prikazala prototip malog sistema gorivih ćelija, koji kao gorivo koristi metanol, namenjen elektronskim uređajima široke potrošnje, kao što su prenosivi kompjuteri i kamkorderi. Firma je već ugovorila praktične probe sa dobro poznatim kompanijama, a proizvodnja malih serija predviđena je krajem 2001. ili početkom 2002. Firma je za ovaj razvoj primila novčanu nagradu i proglašena za "Bavarsko preduzeće srednje veličine godine".

Posle reorganizacije saradnje između američkih firmi "General Motors" i "Hydrogenics", prvi zajednički projekat biće isporuka sistema gorivih ćelija operatoru mobilnih telefona firmi "Nextel". "Nextel" će ugraditi sistem u jedan od svojih transmisionih tornjeva, što je od posebnog značaja za Kaliforniju gde prekidi struje predstavljaju veliki problem za firmu, usled znatnih troškova da se obezbedi rad u toku prekida. Sve tri firme smatraju da sistem gorivih ćelija predstavlja čisto i ekonomično rešenje za probleme prekida struje, tako da će pilot-sistem biti ispitan početkom 2002. Ako test bude uspešan, "Nextel" će kupiti do 35, a ako terenski rad bude uspešan verovatno će biti instalirano znatno više ovih sistema.

Najnoviji sistem gorivih ćelija "General Motorsa" postigao je svetski rekord gustine snage. Zapreminska efikasnost novog sistema je 1,75 kW/l u poređenju sa do sada najvećom gustinom od 1,1 kW/l koje navode drugi proizvođači gorivih ćelija.

Japanska firma "Sony" razvila je gorive ćelije sa membranom za protonsku izmenu, veličine kreditne kartice i napona od 1,2 V, koje ne stvaraju vodu paru. Ovo je postignuto izradom slojeva supstrata od fullerena (sferne strukture sa 60 i više C) koji omogućuje da za prolazak gasova nije potrebna voda. To olakšava konstrukciju sistema kao i mogućnost korišćenja niskih temperatura, a firma predviđa proizvodnju sistema za prenosive uređaje do 2003.

### PUMPNA STANICA ZA GASOVE

Belgijska firma "Citensy" ugovorila je sa firmom "Chart Industries" projektovanje, izradu i instalisanje u Belgiji prve svetske kombinovane pumpne stanice za tečni zemni gas (LNG), tečni komprimovani zemni gas (LCNG) i vodonik. Predviđeno je da izgradnja počne početkom, a završi se sredinom 2002.

### BRZI DETEKTOR VODONIKA

Jedna francusko-američka istraživačka grupa razvila je mali de-

tektor vodonika sa vrlo brzim odzivom, zasnovan na jedinstvenom dejstvu vodonika na paladijum. Detektor se sastoji od žica paladijuma prečnika nekoliko nm, što obezbeđuje veliku međufaznu površinu, koje se istežu u prisustvu vodonika čime smanjuju svoj električni otpor usled smanjenja defekta strukture i sličnih mesta u paladijumu. Koncentracija vodonika u intervalu 2-10% može se odrediti za 75 ms.

### APARAT ZA ODREĐIVANJE TRENJA U TEČNOM VODONIKU

Nemački Federalni institut za istraživanje i ispitivanje materijala razvio je primenu tribometra, aparata za ispitivanje trenja, habanja i podmazivanja, za istraživanje ovih pojava u tečnom vodoniku. Istraživanja u ovom institutu započela su pre oko 10 godina radi razvoja pumpi za gorivo glavnog motora rakete Ariane V. Istraživanja u ovoj oblasti su od interesa ne samo zbog niske temperature tečnog vodonika već i zbog njegovih hemijskih osobina, pošto kao redukciono sredstvo sprečava stvaranje zaštitnog oksidnog sloja na materijalima u dodiru.

### USAVRŠENA CISTERNA ZA VODONIK

Američka firma "Quantum Technologies" proizvela je troslojnu cisternu za skladištenje vodonika "TriShield", specijalno projektovane i izrađene od jednog bešavnog komada materijala otpornog na permeaciju, obloženu ugljeničnim kompozitom radi povećanja jačine i stavljanje u oblogu otpornu na udar. Ova čvrsta, jeftina i ultralaka cisterna povećava radijus kretanja i bezbednost vozila na vodonik i komprimovani zemni gas. Cisterna je predviđena za vodonik pod pritiskom od 70 Mpa, dok je pri testu izdržala pritisak od 165 Mpa, što predstavlja faktor bezbednosti od 2,35 u odnosu na predloženi.

Uzorak cisterne je poslat na nadmatanje "Kamioni budućnosti 2001", koje organizuje američki Sekretarijat za industriju radi podsticaja proizvođača na razvoj tehnologije, proizvodnje teretnih vozila normalne veličine sa smanjenom emisijom gasova staklene bašte; cisterna će biti ugrađena u hibridni kamion sa vodoničnim gorivim ćelijama. Pored toga, predviđa se otvaranje najsavremenije svetske laboratorije za ispitivanje skladišnih cisterni za vodonik u jednom preduzeću za proizvodnju raketa NASA, koja će, po ugovoru, pripadati i njom rukovoditi "Quantum" i "Thiokol Propulsion". Laboratoriju će moći koristiti proizvođači skladišnih cisterni komprimovanih

gasova za automobilsku, svemirsku, vojnu i druge industrijske grane.

### RAZVOJ UREĐAJA ZA DESULFURIZACIJU GORIVA ZA GORIVE ČELIJE

Kanadski Nacionalni istraživački savet zaključio je sa firmom "Fuel Cell Technologies" ugovor na 130.000 dolara za razvoj ekonomski povoljnih malih, dugotrajnih uređaja za desulfurizaciju specijalno projektovanih za energetski sistem sa gorivim ćelijama snage 5 kW, koji koristi ugljovodonična goriva, uključujući zemni gas. "Fuel Cell" je prenela preliminarni stupanj razvoja na jednog od svojih strateških partnera firmu "Kinetics", koja ima veliko iskustvo u izgradnji ovih uređaja, koje je stekla radom na razvoju velikih energetskih sistema sa gorivim ćelijama sa firmom "Siemens Westinghouse", koja sa "Fuel Cells" zajednički razvija sistem snage 5 kW. "Fuel Cells" će integrisati svoj proizvodni i kontrolni sistem sa skupom ćelija koje "Siemens" proizvodi za ovaj proizvod. Probe demonstracionog postrojenja počće početkom 2002. a proizvodnja za tržište predviđena je do kraja iste godine.

### ZAKONSKI PROPISI ZA VOZILA NA VODONIK

Za korišćenje vozila sa gorivim ćelijama na vodonik u Evropi postoje značajne zakonske prepreke. Za dozvolu upotrebe motornih vozila sada postoji 47 direktiva i samo se po uspešnom ispunjenju svih testova prema ovim direktivama, dobija dozvola za vozila tog tipa. Nasuprot tome, ako se traži dozvola za vozila sa gorivim ćelijama na vodonik, testovi za emisije, potrošnju goriva i snagu motora ne mogu se vršiti prema postojećim direktivama, uglavnom što ne postoje standardizovano referentno gorivo ili postupak za određivanje snage motora. Neke direktive mogu se formalno ispuniti, ali sa tehničke tačke gledišta i one bi se morale revidirati. Pored toga, u postojećim direktivama ne postoje uslovi za bezbednost skladištenja vodonika u vozilu. Prema predlogu proizvođača ovih vozila usklađivanje evropskih propisa moglo bi doneti sledeće prednosti:

- vozila identičnog tehničkog nivoa bila bi na raspolaganju širom Evrope, stvoreni usklađeni uslovi (legalni propisi) bi smanjili vreme i troškove za dozvolu njihovog korišćenja,

- legalni organi garantuju građanima da mogu koristiti proizvod iznet na tržište (vozila na vodonik) pod bezbednim uslovima (povećana bezbednost vozila na vodonik uporediva sa motornim vozilima na postojeća goriva),

– glavna potencijalna primena usklađenih zakonskih propisa predstavlja mogućnost da internacionalne administrativne ustanove mogu društvu da ponude poboljšanje kvaliteta života,

– industrija proizvodnje vozila će takođe imati koristi, jer mogu biti uklonjene administrativne prepreke marketinga tehnologije koja će uskoro biti korišćena,

– istovremeno, biće unapređeno društveno prihvatanje ovih proizvoda.

### **PRECIZNE PUMPE ZA VISOKE PRITISKE**

Američka firma "Oilgear" koja, elektronskom kontrolom izlaznog toka iz hidraulične pumpe u intenzifikator, kontroliše temperaturu u reaktoru tako da se ona menja u vrlo uskom opsegu. Pumpe su osetljive na signale jačine 4–20 mA tako da se u svakom hemijskom procesu postiže tačnost reakcione temperature od  $\pm 0,5\%$ . One se, između ostalog, koriste za injekciju katalizatora i modifikatora katalizatora, prvenstveno za proizvodnju PENG do pritiska od 420 bara, injekciju hemikalija, hidrostatičke testove do 130 bara itd. Ista firma proizvodi pomoćne ventile za gasoviti etilen do pritiska od 420 bara.

### **NOVI SOLARNI UREĐAJI I MATERIJALI**

Američka firma "SunWize" proizvodi Uni-Solar sisteme koji obuhvataju uokvirene i fleksibilne solarne panele i integralne solarne kućne krovove. Moduli se proizvode od jakog, trajnog nerđajućeg čelika i koriste savremenu fotogalvansku tehnologiju, u kojoj su silicijumove solarne ćelije zaštićene fleksibilnim polimerom otpornim na vremenske uslove, radi upotrebe u oblastima sa oštrom klimom.

Holandska firma "Akzo Nobel" proizvodi fotogalvanske folije podu-prte nosačem koje sadrže više slojeva i zajedno proizvode struju pod dejstvom svetlosti. Paralelno uz fotogalvanske folije nalazi se sa jedne strane sloj zadnjih elektroda, a sa druge sloj providnog provodljivog sloja. Proizvodnja obuhvata više stupnjeva: postavljanje privremene podloge, nanošenje providnog provodljivog sloja, nanošenje fotogalvanskih slojeva, uklanjanje privremene podloge i, optimalno, postavljanje gornjeg iznad providnog provodljivog sloja. Postupak omogućuje korišćenje valjaka za proizvodnju čvrstih fotogalvanskih folija ili uređaja, istovremeno kao i svakog željenog providnog provodljivog materijala i postupka taloženja, ne ugrožavajući proizvodnju struje u fotogalvanskim slojevima.

Američka firma "Evergreen Solar" proizvodi materijal za oblaganje modula solarnih ćelija ili proizvodnju laminiranog stakla, koji se sastoji od metalocenskog PE postavljenog

između 2 sloja kiselog kopolimera PE. Materijal se proizvodi tako da se sloj metalocenskog PE postavlja uz zadnju površinu jednog sloja kopolimera, a drugi sloj kopolimera postavlja uz zadnju površinu PE.

Japanska firma "Honda" razvila je solarnu ćeliju koja se sastoji od izolacionog materijala kao podloge, na čijoj donjoj površini se formira elektrodni sloj, a na njemu poluprovodnički fotoelektrični konverzioni sloj. Providni elektrodni sloj sa gornje strane formira se na poluprovodničkom fotoelektričnom sloju, a neprovidni elektrodni sloj, koji sadrži više međusobno razdvojenih neprovidnih provodnih traka, postavlja se iznad transparentnog sloja. Solarna ćelija dalje sadrži dodatni donji elektrodni sloj na suprotnoj površini podloge kao i više provodnika koji povezuju donji elektrodni sloj sa dodatnim elektrodnim slojem kroz otvore ili proreze probijene kroz podlogu.

Japanska firma "Canon" proizvodi vrlo efikasne, fleksibilne i jeftine solarne ćelije korišćenjem posebnog postupka za poluprovodničku komponentu. U postupku se na površini podloge stvara porozan sloj i potom ona uroni u rastop sa elementima koji svojim rastom stvaraju poluprovodnički sloj, pa se, u redukcionoj atmosferi i na visokoj temperaturi, kristalni poluprovodnički sloj taloži na površini poroznog sloja. Druga podloga se vezuje za površinu prve, na kojoj se nalaze porozan i poluprovodnički sloj i najzad, odvaja od prvog supstrata duž poroznog sloja.

### **PRENOSNI SOLARNI UREĐAJ**

Američka firma "Solardyne" razvila je i proizvodi uređaj za korišćenje sunčeve energije Solar Power Pack koji se može prenositi u prtljaku automobila, i tako prevazići teškoće snabdevanja energijom u udaljenim oblastima sveta. Uređaj se sastoji od sklopivog monokristalnog solarnog panela, akumulatora, utikača, kablova i svetiljke, može proizvesti 120 Wh snage dnevno i snabdevati elektronske uređaje jednosmernom i naizmjeničnom strujom do 300 W. Glavna odlika uređaja, težine oko 10 kg, je da ga jedna osoba može koristiti i prenositi. Solar Power Pack snabdeva energijom njen solarni panel, a osvetljenje u toku 6 h daje dovoljno energije za 3 h rada prenosivog kompjutera ili 14 h rada ugrađene vrlo efikasne svetiljke. Pri projektovanju je posebno vođeno računa o trajnosti i ceni uređaja, i postignuto je da solarni panel traje 20 godina a akumulator, koji se može zameniti i reciklovati, oko 600 ciklusa punjenja, što odgovara 2 godine svakodnevnog rada sistema. Uređaj je uspešno prošao testove za upotrebu u vojsci, a potencijalne primene su: rekreaciona vozila, terenska istraživanja, korišćenje u kućama u slučaju vandrednog stanja i ele-

mentarnih nesreća i internacionalna pomoć.

### **UREĐAJ ZA TAČNO MERENJE SNAGE FOTOGALVANSKOG SISTEMA**

Nemački Fraunhoferov Institut za sisteme solarne energije (ISE) razvio je referentne ćelije i metodu merenja u elektronskom uređaju sa širokim opsegom primene. Uređaj vrši tačno predviđanje snage koju će davati fotogalvanski sistem, što omogućuje projektantima i proizvođačima ovih sistema da smanje troškove eliminisanjem potrebe skupog predimenzionisanja radi sigurnosti. Konkurencija u ovoj oblasti je velika i proizvođači se međusobom takmiče da ponude proizvod pouzdanog kvaliteta po povoljnoj ceni. Istraživači ISE su otkrili merenjem 25 sistema različitih proizvođača, da samo jedan odgovara navedenoj specifikaciji, dok svi ostali pokazuju razliku od nje i do 20%. Na osnovu toga, ISE je razvio kalibrisane referentne ćelije za praćenje efikasnosti fotogalvanskih sistema u toku proizvodnje, što omogućuje proizvođačima da svojim kupcima garantuju specifikovanu efikasnost. Referentne ćelije su čvrsto montirane solarne ćelije, izmerene u ISE i služe kao senzori radijacije. Pri kalibrisanju jačina struje iz referentne ćelije je povezana sa radijacijom Sunca, da bi se odredila efikasnost solarne ćelije ili modula. Merni sistem ISE će pomoći smanjenju troškova korišćenja fotogalvanske energije.

### **VOLTAMETRIJSKA ANALIZA**

Britanska firma "Metrohm UK" proizvodi kompaktne instrumente za voltametriju, sa povoljnom cenom, koje omogućuju analizu vode, ekoloških uzoraka ili ultračistih hemikalija velikom preciznošću. Voltametrijska analiza supstanci u tragovima ima izuzetno nisku granicu detekcije, ne ometaju je velika koncentracija soli i može da analizira nemetale, kao anjone, ili organska jedinjenja. Primeri granice detekcije (ppb): Pt i Rh 0,1; U 25; Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Mo, Ni i Tl 50; As i Hg 1 00; Fe i W 200; Sb i Bi 500.

### **NOVI FOTOGALVANSKI UREĐAJ ZA MONTAŽU NA KROVU**

Japanska firma "Kubota" razvila je fotogalvanski uređaj za montažu na krovu, za koji navodi da je 36% efikasniji od postojećih. Uređaj sadrži ćeliju sa tankim filmom kristalnog silicijuma postavljenom sa gornje strane amorfnе solarne ćelije, čime se razlikuje od postojećih sistema koji koriste samo amorfnе solarne baterije. Dodatak sloja tankog filma kristalnih silikonskih ćelija dovodi do jedinica veličine 439x910 mm i snage od 38 W što predstavlja povećanje od 10 W u odnosu na postojeće sisteme, a istovremeno znači potrebu manjeg broja panela.

### SPREČAVANJE ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNE SREDINE ŽIVOM

Hlor je jedan od najznačajnijih i najvećih baznih proizvoda hemijske industrije, jer oko 55% hemijskih proizvoda zavisi na neki način od korišćenja hlora, tako da se njegova proizvodnja stalno povećava a proizvodni postupci usavršavaju. Međutim, pojava zagađenja životne sredine neurotoksičnom živom dovela je do značajnih problema u ovoj proizvodnji i do zaključka da je to neophodno sprečiti i izvršiti konverziju klasičnih postrojenja za hloralkalnu elektrolizu sa živinim ćelijama na postupke bez korišćenja žive. To se posebno odnosi na Z.Evropu, koja raspolaže sa 55% svetskih kapaciteta za proizvodnju hlora, a u kojoj je, za razliku od drugih razvijenih područja, ova konverzija spora tako da najveći deo kapaciteta još uvek koristi postupak sa živinim ćelijama. Krajem 2000. u Z.Evropi postojalo je 48 postrojenja sa živinim ćelijama tako da je njihovo učešće u ukupnim kapacitetima iznosilo 55% (1995. bilo je 65%) dok učešće drugih postupaka iznosi: sa membranskim ćelijama 22% i ćelijama sa dijafragmom 24%. Radi rešenja ovog ekološkog problema 15 zapadno-evropskih zemalja, sa obala Severnog Atlantika i Severnog mora i onih čije se reke ulivaju u ta mora, osnovale su 1999. komisiju nazvanu Oslo-Pariz (Ospar) za rad na sprečavanju zagađivanja životne sredine živom, koja je tada iznosila 4,1 g žive po t proizvedenog hlora, i složile se da njene odluke obavezuju zemlje-članice. Pariska konvencija o sprečavanju zagađivanja mora donela je 2 bitne odluke: postojeće hloralkalne elektrolize sa živinim ćelijama smanjiće do kraja 1996. emisiju žive u atmosferu na 2 g/m<sup>3</sup> proizvedenog hlora, sa izuzetkom preduzeća koja planiraju potpunu konverziju ovih postrojenja na druge postupke do 2000., pri čemu je u emisiju uključena i živa koja odlazi sa vodonikom u atmosferu ili potiče od spaljivanja fabričkog otpada, i preporuku da elektrolize sa živinim ćelijama prestanu sa radom što je pre moguće, a kao krajnji rok je određena 2010.

Udruženje Euro Chlor, sektor Saveza evropske hemijske industrije (Cefic), koje u Z.Evropi predstavlja proizvođače hlora, hlorovanih rastvarača i parafina i ima sve veći broj članova iz Centralne Evrope, tražilo je 1997. ponovno razmatranje ove odluke Ospara jer smatra da se konverzija postrojenja sa živinim ćelijama ne može izvesti do 2010. i predlaže da krajnji rok bude 2020. do kada će i inače, možda i znatno

ranije, sva ova postrojenja biti zatvorena iz ekonomskih razloga. Euro Chlor navodi kao razloge za ovaj predlog: između 1982. i 1995. konvertovano je ili prestalo sa radom 150 kt/god kapaciteta sa živinim ćelijama, emisija žive smanjena je od 26,6 u 1977. na 1,3 g/m<sup>3</sup> proizvedenog hlora u 1999, odnosno na 9 t žive što predstavlja samo 10% ukupne emisije u Z.Evropi, a potiče od modernizacije kao i od prekida rada postojećih postrojenja, rok za prekid rada do 2010. bi uticao na konkurentnost zapadne-evropske hemijske industrije i na socijalne prilike, industrija vrši stalnu konverziju elektroliza sa živinim ćelijama i zatvara ih tako da do 2020. neće više ni postojati. Kao primer se navodi da je u Nemačkoj, najvećem zapadno-evropskom proizvođaču hlora, predviđena konverzija 60% postrojenja do 2010.

Ospar treba da donese definitivnu odluku juna 2002. a Euro Chlor smatra da ako se prihvati predlog za 2020. on će biti prihvaćen od svih 15 članica dok će, ako se odluka ne primeni, morati da se posebno pregovara sa svakom vladom. Pored toga Euro Chlor predlaže više dobrovoljnih obaveza proizvođača:

- neće se povećavati kapaciteti sa živinim ćelijama,
- neće se, posle prekida rada, ova postrojenja prodavati ili ustupati radi njihove ponovne upotrebe,
- postepeno smanjenje emisija žive na prosečno 1 g/m<sup>3</sup> proizvedenog hlora u svim zemljama, a nije; dno postrojenje neće preći 1,5 g/m<sup>3</sup> proizvedenog hlora,
- prihvatanje kontrole od trećih lica,
- kontrola 12 kt čiste žive koju danas koristi zapadno-evropska industrija hlora,
- konverzija ili prekid rada svih postrojenja sa živinim ćelijama do 2020. pod uslovom opšteg prihvatanja Pariske konvencije za sprečavanje zagađivanja mora iz zemaljskih izvora, pri čemu se kao najbolja rešenja predlažu membranski postupak i postupak sa dijafragmom bez korišćenja azbesta.

Za razliku od Z. Evrope situacija u drugim razvijenim zemljama je bitno drugačija. U SAD učešće pojedinih postupaka u ukupnom kapacitetu hloralkalnih elektroliza iznosi (%): sa dijafragmom 55%, sa membranama 17%, sa ćelijama sa živom oko 13% (od 35% u 1995.) i "mešoviti" postupci oko 18%; broj proizvodnih postrojenja biće smanjen od 35 pre više decada na 10 do kraja 2001. Propisi Agencije za zaštitu okoline (EPA) praktično onemogućuju izgradnju novih postrojenja sa živinim ćelijama, potpuni prekid rada nije

određen, ali se smatra da je ekonomičan radni vek ovih postrojenja oko 60 godina. Procenjuje se da će potrošnja žive u SAD 2001. biti 220 t, od čega 23% iz hloralkalnih elektroliza, a prema podacima EPA najveće učešće od 31% u zagađivanju živom imaju termoelektre na uglj, dok je učešće proizvodnje hlora samo 5% i stalno opada.

U Japanu, koji proizvodi oko 10% svetske proizvodnje hlora, problem zagađivanja živom iz ove proizvodnje je potpuno rešen, jer je već sredinom 80-ih 60% kapaciteta bilo konvertovano u membranski, a 40% u postupak sa dijafragmom. Kasnije je izvršena i konverzija dijafragmalnog postupka, tako da sada 95% kapaciteta koristi ćelije sa membranama.

Poseban problem predstavlja izvoz reciklovane žive iz zatvorenih ili konvertovanih postrojenja, čija se količina stalno povećava, u zemlje u razvoju gde su propisi za njeno korišćenje manje strogi. U tim zemljama ona se koristi za eksploataciju zlata, narodne lekove, kozmetiku, proizvodnju baterija i kao pesticid što je sve zabranjeno u razvijenim zemljama. Jedan od najvećih uvoznika je Indija u koju je 1999. samo iz SAD uvezeno 85 t reciklovane žive.

Vađenje žive iz rudnika je sve manje, ali je teško dobiti tačne podatke, a iz statistike svetske trgovine metalima iz rude je 1999. dobijeno 1800 t žive što je polovina količine proizvedene 1994. SAD spadaju u 12 zemalja koje imaju rudnike žive, ali se oni ne koriste već oko 10 godina. Međutim, zbog smanjenja eksploatacije rudnika korisnici će biti sve više upućeni na reciklovanu živu.

### ELEKTROHEMIJSKA REKUPERACIJA HLORA IZ OTPADNE HLOOROVODONIČNE KISELINE

"Bayer" i italijanska firma "De Nora" razvili su elektrohemijski postupak za konverziju otpadne hlorovodonične kiseline, iz proizvodnje vinil-hlorida i drugih procesa, u hlor čistoće 99,4% i vodu. Elektrolizer se sastoji od katode depolarizovane kiseonikom i uobičajene anode, obe izrađene od titan-paladijumove legure, razdvojenih jonoizmenjivačkom membranom. Na anodu se dovodi vodeni rastvor 20%-ne hlorovodonične kiseline, gde se hlorni joni oksidišu u gasoviti hlor, a protoni (H+) prolaze kroz membranu i reaguju sa dovedenim kiseonikom (redukovanim na katodi) dajući vodu. "Bayer" je izgradio demonstraciono postrojenje kapaciteta 10 kt/god hlora u kojem je potrošnja energije 1.080 kWh/t hlora pri gustini struje od 4

$\text{kA/m}^2$ , dok ona u hloraikalnoj elektrolizi sa membranskim ćelijama iznosi oko 2650 kWh/t hlora pri 5  $\text{kA/m}^2$ . Postrojenje se rekonstruiše radi korišćenja poboljšane katode sa rodijumovim katalizatorom, a proračuni pokazuju da ekonomičnost zavisi od cena električne energije i kiseonike i količine utrošenog vodonika.

#### **ELEKTROLITIČKI POSTUPAK ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA**

Japanska firma "Mitsubishi Kakoki" nudi postupak za razaranje organskog otpada iz postrojenja prehrambene i drugih industrija, za koji navodi da su troškovi 75% manji od obrade aktiviranim muljem. U postupku, otpadna voda najpre prolazi kroz prvi reaktor sa magnetnim poljem od 5–30 kG, u kojem se organski molekuli sređuju za dalju obradu, a zatim kroz drugi u kojem frekvencije naizmjenične struje od 10–20 kV razaraju organska jedinjenja u manje molekulske delove. Voda potom prolazi kroz 3 sukcesivna reaktora za elektrolizu, koji sadrže elektrode od različitih materijala, i u kojima se jednosmerna struja od 50–500 V može podešavati radi optimizacije oksidacije ili redukcije molekula. U sledećem stupnju dalje razlaganje i gasifikacija organskih jedinjenja vrši se dejstvom ultrazvučnih talasa od 20–30 kHz, pa se u sudu za finalnu obradu dejstvom visokofrekventne struje (200–300 MHz), mikrotalasa (10–20 GHz) i ultrazvuka (950 kHz) organska jedinjenja dalje razlažu, voda pasteriše i koagulira neorganske soli. U testovima sa postrojenjem kapaciteta 10–100  $\text{m}^3/\text{dan}$ , iz otpadne vode sa preko 10.000 ppm BPK, 1000 ppm azota i 500 ppm fosfora, dobijena je prečišćena voda sa ispod 20 ppm BPK, 10 ppm azota i 8 ppm fosfora. Firma procenjuje da bi investicija za postrojenje kapaciteta 100–500  $\text{m}^3/\text{dan}$  iznosila 10–15.000 dolara/ $\text{m}^3$  a procesni troškovi 0,05–0,06 dolara/ $\text{m}^3$ .

#### **SMANJENJE EMISIJA UGLJEN-DIOKSIDA U ATMOSFERU**

Početkom 2001. "Ford" je prvi od velikih proizvođača automobila objavio koliko  $\text{CO}_2$  njegova vozila i proizvodna postrojenja doprinose svetskoj emisiji gasova staklene bašte. Prema izveštaju, ukupna količina iznosi 400 Mt godišnje ekvivalenta  $\text{CO}_2$ , od čega iz vozila 388 a iz proizvodnih postrojenja 12 Mt; svetska emisija iz svih izvora je ukupno 22.560 Mt. Ekološke grupe kritikovale su "Ford" da nastavlja sa reklamiranjem sportskih vozila koja traže mnogo benzina, dok istovremeno brine o svetskoj promeni klime. Međutim, u izveštaju je izneto da je "Ford" preduzeo mere da smanji emisije  $\text{CO}_2$ , planira da 2003. iznese na

tržište hibridno-električna sportska vozila i da potrošnju goriva ovakvih vozila smanji za 25% do 2005. U Evropi, firma se dobrovoljno saglasila da emisiju  $\text{CO}_2$  iz novoprodučenih vozila do 2008. smanji za 25% u odnosu na 1995. "Ford" takođe do kraja 2002. planira terensko ispitivanje svojih vozila sa gorivim ćelijama, koje, prema mišljenju predstavnika firme, mogu kroz 25 godina postati pretežan energetski izvor zamenjujući motore sa unutrašnjim sagorevanjem. Danas postoji više nego dovoljno podataka za preduzimanje neposrednog i smišljenog delovanja povodom promene klime, ali firma naglašava da je, nasuprot delovanju državnih organa, promena koju podstiču tržište i konkurencija najveća nada za brzo i efikasno rešenje ovog problema.

#### **UREĐAJ ZA SMANJENJE IZDUVNIH GASOVA AUTOMOBILA**

Istraživači sa univerziteta Teksas u saradnji sa stručnjacima "Ford" projektovani su destilacioni sistem koji može da se smesti u motor vozila i obezbedi smanjenje emisije izduvnih gasova za 30%. Projekat se zasniva na podatku da, pri polasku vozila, samo oko 20% benzina injektovanog u ventile isparava i sagoreva, što dovodi do velike emisije pre nego što se motor zagreje. Destilaciona kolona veličine oko 150x50 mm to sprečava, izdvajajući 20% dela goriva isparljivog na okolnoj temperaturi i sakuplja ga u malom pomoćnom sudu radi upotrebe pri pokretanju vozila. U toku vožnje, pumpa za gorivo ubacuje u motor više benzina nego što je potrebno, i višak se vraća u rezervoar. Ovo gorivo, temperature oko 50°, odlazi u destilacionu komoru a skretni ventili kontrolišu potreban tok goriva. Predviđaju se u kasnijoj fazi projekta terenski testovi sa novim Ford Lincoln Navigator.

#### **KONTROLA HEMIKALIJA U EU**

Evropska komisija objavila je početkom 2001. dugoočekivani propis koji predstavlja panevropski program regulisanja kontrole hemikalija. Očekivano je da se propis donese 2000. ali je do zastoja došlo usled zahteva za postizanje ravnoteže između zaštite ljudskog zdravlja i okoline sa obezbeđenjem konkurentnosti industrije. Osnovu propisa predstavlja sistem od 3 grupe koji se odnosi na postojeće (u prodaji pre septembra 1981) i nove hemikalije. Prva grupa obuhvata registraciju sa osnovnim informacijama za oko 30.000 supstanci koje se proizvode preko 1 t/god, sa krajnjim rokom do kraja 2012. Druga grupa obuhvata proveru svih supstanci koje se proizvode preko 100 t/god, uključujući testove, posebno sa naglaskom na efekte dugotrajnog izlaganja, sa krajnjim rokom do kraja 2008, a treća

supstance koje se proizvode preko 1000 t/god sa krajnjim rokom prijave do kraja 2005. Proizvodnja karcinogenih, mutagenih ili toksičnih za reprodukciju, kao i otpornih organskih zagađivača mora biti autorizovana. Savet evropske hemijske industrije (CEFIC) je pozdravio donošenje propisa ali sumnja da se on može sprovesti na opisan način. To se posebno odnosi na autorizaciju, koja se zasniva na suštinskim osobinama hemikalije a ne na realnom riziku koji ona može da predstavlja, te se proizvodnja nekih hemikalija može proizvodljivo ograničiti ili zabraniti.

#### **ZAGAĐIVANJE ATMOSFERE PLEMENITIM METALIMA**

Istraživači iz francuskog Univerziteta u Grenoblu našli su da se koncentracija plemenitih metala u snegu na Grenlandu dramatično povećala od uvođenja katalitičkih konvertora u motorna vozila. Koristeći masenu spektrometriju istraživači su ispitivali uzorke snega iz centralnog Grenlanda iz 1991–95. i 1969–88, kao i uzorke leda koji se procenjuje da je star 7000 godina. Uzorci starog leda predstavljali su bazu za "prirodnu" koncentraciju plemenitih metala, i nađeno je da su koncentracije platine 6 a rodijuma 45 veće od prirodne u uzorcima sakupljenim pre 1975, odn. pre uvođenja konvertora. Istraživači smatraju da povećane koncentracije potiču od niza faktora uključujući vađenje ruda i topljenje plemenitih metala i njihovo korišćenje u hemijskoj industriji, i proizvodnju gvožđa i čelika. U uzorcima posle uvođenja konvertora koncentracija platine je bila 40 a rodijuma 120 puta veća od prirodne, a nađeni odnos Pt:Rh (oko 8:1) je sličan onom u izduvnim gasovima iz vozila sa konvertorima. Istraživači su zaključili da njihov rad ukazuje na značajno zagađivanje atmosfere Severne hemisfere i pozivaju na detaljno ispitivanje zdravstvenog rizika od plemenitih metala.

#### **KOMPAKTNI SKRUBER ZA UKLANJANJE $\text{NO}_x$**

Američka firma Tri-Mer proizvodi kompaktni skruber sa kojim se postiže efikasnost uklanjanja  $\text{NO}_x$  i  $\text{NO}_2$  u otpadnim gasovima od 99%. Za razliku od uobičajenih skrubera u obliku kolona sa punjenjem, u uređaju se za uklanjanje  $\text{NO}_x$  koriste nezavisni stupnjevi gasne faze i hemijske reakcije, koji se odigravaju jedan za drugim. Gasovi se potiskuju kroz sistem filter-podova u koje je ubačena specijalna supstanca MultiChem radi postizanja oksidacije i redukcije. Fakultativno, za kontinualnu struju sa velikim sadržajem  $\text{NO}_x$ , sistem obuhvata postrojenje za rekuperaciju kiseline.

**NOVE KNJIGE**

---