

GRADSKI PREVOZ U EVROPI AUTOBUSIMA NA GORIVE ČELIJE

Čisti gradski prevoz u Evropi (CUTE) je projekat EU za ispitivanje po 3 autobusa sa pogonom na gorive ćelije Citaro (FC-autobusi) u 9 evropskih gradova. Cilj projekta je ocena izvodljivosti inovativnog, energetski vrlo efikasnog i čistog sistema gradskog javnog prevoza. Ispitivanje obuhvata posebno projektovane autobuse sa gorivim ćelijama za koje će biti izgrađena odgovarajuća proizvodnja vodonika i infrastruktura za snabdevanje gorivom. Ovaj sistem javnog prevoza će doprineti smanjenju ukupne emisije CO₂ što će, uz eliminisanje lokalnih emisija NO_x, SO₂ i čvrstih čestica, poboljšati zdravstvene i životne uslove u gradskim sredinama, uticati na opšte prihvatanje prevoznog sistema sa gorivim ćelijama, sigurnije snabdevanje EU gorivom i realnu primenu izvora obnovljive energije. Ono će takođe povećati konkurentnost industrije EU, otvoriti nova radna mesta i znatno doprineti ispunjenju zaključaka Kyoto-protokola njenih država-članica.

U Londonu gradsko saobraćajno preduzeće i naftna kompanija BP planiraju izgradnju infrastrukture za snabdevanje vodonikom izvan autobuskih garaža, da bi se omogućio pristup drugim potencijalnim potrošačima. Za gradske potrebe, tečni vodonik će, od strane posebnih firmi, biti direktno prenošen do određenih mesta, skladišten u tečnom stanju i isporučivan u gasovitom stanju na mestima za snabdevanje gorivom; ovim takođe treba da se pokaže da je direktan prenos tečnog vodonika tehnički ostvarljiv način snabdevanja. Kretanje FC-autobusa biće prvenstveno autobuskim linijama unutar centralnog dela Londona pored autobusa "na sprat". Usled zakrčenosti saobraćaja i vrlo male prosečne brzine vožnje, London igra veliku ulogu u terenskim probama, jer sada postoji vrlo malo iskustvo kako će sistem sa gorivim ćelijama raditi pri ovim uslovima.

U Hamburgu će stanica za snabdevanje vodonikom i proizvodna postrojenja biti izgrađeni u autobuskoj garaži, a radom svih uređaja zajednički će rukovoditi i održavati ih 2 hamburška gradska preduzeća i firma "Deutsche BP". Korišćenjem električne energije iz gradske mreže za proizvodnju vodonika ispunjeni su svi ekološki i drugi uslovi, a elektroli-

zer pod pritiskom proizvodi vodonik visokog kvaliteta, koji se potom komprimuje na 450 bara i skladišti u lokalne cisterne. Autobusi mogu da se pune sa 40 kg vodonika u toku 10 min, što im omogućuje vožnju od preko 200 km. FC-autobusi će se koristiti uglavnom u centru grada, za normalni prevoz putnika na različitim postojećim autobuskim linijama, da bi se dobilo što veće operaciono iskustvo pri različitim topografskim i saobraćajnim uslovima (protok saobraćaja, posebne autobuske trake itd.).

U Štutgartu je projektovan kompaktni parni reformer za malu proizvodnju vodonika, koji može da radi fleksibilno pri 40–100% nominalnog opterećenja. Ovo rešenje sa reformerom na pokretnoj platformi omogućuje budući decentralizovan sistem snabdevanja vodonikom. Proizvedeni vodonik se skladišti pod pritiskom od 350 bara u sistem lokalnih cisterni, radi obezbeđenja dovoljne količine za snabdevanje autobusa na stanicama za punjenje gorivom; ako parni reformer ne radi, vodonik se prenosi transportnim cisternama. Radna koncepcija u Štutgartu sastoji se od 3 dela: dobijanje vodonika parnim reformingom, rad FC-autobusa i sakupljanje informacija za partnere u projektu. Gradsko saobraćajno preduzeće će koristiti FC-autobuse, po normalnom dnevnom rasporedu na raznim linijama, radi ispitivanja rada pri realnim uslovima. Topografija Štutgarta je od posebnog značaja, te se predviđa dobijanje korisnih informacija o kretanju FC-autobusa na pravcima sa usponom i nagibom od preko 10%. Usled široke rasprostranjenosti stanovništva i gradske topografije, autobusi će voziti mnoge kilometre u uslovima svakodnevnog javnog prevoza.

U Amsterdamu korišćenjem obnovljive energije, koja je zajedno sa vodom osnova za proizvodnju vodonika na mestu potrošnje, elektrolizer pod pritiskom proizvodi vrlo čist vodonik koji se skladišti u lokalne cisterne pod pritiskom od 420 bara. Iduću fazu predstavlja punjenje autobusa gorivom na 350 bara pomoću kompresora povezanog sa sistemom za skladištenje; punjenje traje oko 10 min. Ispitivanje FC-autobusa će se izvršiti u normalnom gradskom autobuskom saobraćaju, tako da će voziti gradskim autobuskim linijama i biti integrisani u svakodnevni saobraćaj.

U Štokholmu će energetska firma "Birka Energi" proizvoditi vodonik i izgraditi stanice za snabdevanje gorivom. Vodonik će se proizvoditi elektroлизom vode, korišćenjem elektroenergije iz gradske mreže, što predstavlja prednost jer se električna struja može svuda dovesti, tako da se proizvodno postrojenje može izgraditi na bilo kom mestu, ako to u budućnosti bude potrebno. U projektu CUTE planirana je izgradnja malog postrojenja u vezi sa autobuskom garažom, u kojoj će se nalaziti FC-autobusi. Ispitivanje autobusa biće u redovnom saobraćaju u centru Štokholma tokom 2 godine, što omogućuje ocenu njihovog rada u hladnoj klimi.

U Madridu vodonik će se proizvoditi kompaktnim parnim reformingom metana, kapaciteta malo ispod maksimalne potrošnje, a dopunsko snabdevanje vrši se cisternama iz centralnog proizvodnog postrojenja, uglavnom kao sporedan proizvod industrijskih procesa. Lokalnu proizvodnju vrše firme "Gas Natural" i "Repsol-UPF" po tehnologiji nemačke firme "Carbotech Anlagenbau", a firma "Air Liquide" je odgovorna za stanice za punjenje gorivom, uključujući skladištenje vodonika, kompresiju i uređaj za punjenje vozila; ona prevozi dopunski vodonik i pomaže snabdevanje. Gradsko saobraćajno preduzeće Madrida će koristiti FC-autobuse na različitim linijama u centralnom delu grada, a, usled visokih letnjih temperatura i vrlo zagušenog saobraćaja, ispitaće se tehničke karakteristike FC-autobusa pod ovim uslovima.

U Barceloni će se vodonik proizvoditi elektroлизom, a pored gradske mreže električna struja će se delimično dobijati korišćenjem solarne ploče, od kojih će neke biti postavljene u garaži za održavanje autobusa čime će biti prikazani proizvodnja i korišćenje vodonika iz obnovljivih izvora. Vodonik će biti uskladišten na autobusima u gasovitom stanju, a kompresorska stanica biće postavljena u garaži što će omogućiti punjenje gorivom autobusa u toku noći; ispitivanje bezbednog rada vršiće se svakodnevno. Količina gasa i pritisak pod kojim je uskladišten obezbeđuju dnevnu vožnju u predviđenim pravcima. Probne linije FC-autobusa treba da prevezu maksimalni broj putnika na različite lokacije i pravce kroz grada a, usled brdovite topografije i klimat-

skih uslova, Barcelona predstavlja jedno od najtežih slučajeva za primenu FC-tehnologije od svih gradova-učesnika. Neke izuzetne priredbe, kao "Forum kultura", koje se održavaju u toku perioda ispitivanja FC-autobusa, će takođe biti uzete u obzir pri planiranju linija vožnje.

U **Portu** (Portugalija) britanska kompanija BP postaviće uređaje za FC-autobuse, na mestu koje koristi gradsko saobraćajno preduzeće za parkiranje, održavanje i snabdevanje gorivom autobusa koji voze centrom grada. Projekat početne koncepcije je bio doprema potrebnog vodonika cisternama, njegovo lagerovanje na niskom pritisku, i zatim povećanje pritiska i lagano punjenje autobusa, jednog za drugim, u toku noći. Međutim, proizvodnja vodonika dovoljne čistoće nalazi se na znatnoj udaljenosti od ovog mesta, te je kao alternativno rešenje izabrano postavljanje parnog reformera na bazi zemnog gasa kao sirovine. Kompresorske stanice će biti projektovane za dobijanje dovoljne količine vodonika na visokom pritisku za sva 3 autobusa i skladištenje rezervne količine, da se ne bi ugrozilo određeno trajanje punjenja. Gradsko saobraćajno preduzeće je odgovorno za vožnju autobusa, a kompanija BP za infrastrukturu i snabdevanje vodonikom. Ispitivanje FC-autobusa u Portu vršiće se pod ekstremnim geografskim uslovima, pošto vožnja po brdovitom terenu i u vrućoj klimi omogućuju da se projektom ispita uticaj ovih uslova. Autobusi će raditi na kružnoj trasi, koja preseca centar grada, sa velikim prometom putnika.

KORIŠĆENJE VODONIKA KAO ENERGETSKOG IZVORA

Pre buduće široke primene čistih i tihih vozila na gorive ćelije, mora se rešiti problem njihovog snabdevanja vodonikom. Sada u V. Britaniji nema infrastrukture za snabdevanje vodonikom, ali istraživači sa Univerziteta Warwick smatraju da njen najveći deo već postoji. Oni navode, da se prilagodavanjem postojećih stanica za snabdevanje gorivom, vodonik može dobiti korišćenjem postojeće mreže gasovoda za zemni gas. Univerzitet Warwick vodi projekat nazvan Hydrofueler, finansiran od Evropske komisije sa 2,8 mil.evra, sa ciljem povezivanja benzinskih pumpi sa mrežom gasovoda za zemni gas, što bi omogućilo snabdevanje vozila na gorive spregove vodonikom; firme "ExxonMobil" i BMW su već zainteresovane za ovaj projekat. Dok tehnologija proizvodnje vodonika iz zemnog gasa već postoji u industrij-

skom obimu, projektanti su imali teškoća da je smanje na obim koji odgovara stanicama za snabdevanje gorivom. Istraživači sa Warwick-a smatraju da su rešili ovaj problem korišćenjem novog postupka za izmenu toplote i novih nano-kristalnih katalizatora, i razvili su tehnologiju koja omogućuje proizvodnju manjih reaktora za proizvodnju vodonika iz zemnog gasa na prostoru porred stanica za snabdevanje gorivom. Istraživači takođe razmatraju primenu ove tehnologije za proizvodnju vodonika unutar motora vozila i kao moguću zamenu za industrijske procese proizvodnje vodonika.

NAJVEĆA SVETSKA INSTALACIJA GORIVIH ĆELIJA

Američke firme "Dow Chemical", najveće američko hemijsko preduzeće, i "General Motors" (GM), najveći svetski proizvođač motornih vozila, planiraju izgradnju najveće svetske instalacije za proizvodnju električne energije pomoću gorivih ćelija sa vodonikom u fabrici "Dow" u Freeportu (Teksas). U izgradnji se predviđa povezivanje 500 gorivih ćelija od 75 kWh sa membranom za protonsku izmenu, koje je razvio GM za upotrebu u vozilima, a koje bi bile postavljene u fabrici u nizu od 14 kamionskih prikolica i proizvodile 35 MW električne energije. Ova energija predstavlja samo 2% potrošnje fabrike u Freeportu, ali je dovoljna za godišnje snabdevanje 25.000 domaćinstava. Ključni deo projekta je snabdevanje postrojenja vodonikom, što za "Dow", verovatno najvećeg američkog proizvođača vodonika kao sporednog proizvoda uglavnom iz hloralkalnih hidroliza i krekovanja olefina, predstavlja mnogo bolje korišćenje njegove upotrebe; sada se dobijeni vodonik delimično prodaje, a najveći deo koristi kao gorivo za kotlove. "Dow" ne predviđa dobijanje vodonika reformingom zemnog gasa, koga mnogo troši kao sirovinu i gorivo, usled njegove velike cene koja varira i malih zalih, te predviđeno rešenje predstavlja i primer za druge fabrike u zavisnosti od postignutih rezultata u Freeportu. Za GM ovo predstavlja ocenu njegove tehničke proizvodnje gorivih ćelija sa vodonikom za proizvodnju električne energije, firma ne predviđa da postane proizvođač energije za široku potrošnju, ali razmatra mogućnost poslovanja i u drugim oblastima, osim vozila, sa nekim partnerom ili osnivanjem filijale za razvoj primene stacionarnih gorivih ćelija. U firmi se radi na ubrzanom razvoju gorivih ćelija za vozila, a teži se smanjenju proizvodnih troškova usled većeg iskustva,

poboljšanog projektovanja i ispitivanja trajnosti na osnovu rada u Freeportu. Smanjenje proizvodnih troškova omogućilo bi ekonomično korišćenje gorivih ćelija za vozila, tako ona, do kraja dekade, mogu da konkurišu motorima sa unutrašnjim sagorevanjem. Prema mišljenju GM cena ovih ćelija treba da iznosi oko 50 dolara/kW, što je oko 10% sadašnjih troškova. Međutim, troškovi su u toku poslednjih nekoliko godina od početnog stanja smanjeni oko 10 puta, te se smatra da se približava početak ekonomičnog poslovanja. Za "Dow" ova potrošnja ne predstavlja značajniju tržišnu primenu, ali firma stalno razmatra povećanje korišćenja sporednog proizvoda vodonika i na drugim mestima u svetu, u zavisnosti od postignutih rezultata u Freeportu, i pošto se potrošnja povećava.

Zajedno sa Institutom za svetske zalih (WRI), GM i Dow su članovi Grupe za razvoj tržišta ekološke energije, u kojoj su još 12 velikih američkih kompanija. Cilj grupe je izgradnja 1000 MW nove, konkurentne ekološke energije za tržište do 2010, sa usmerenjem na njene krajnje korisnike i stimulisanje razvoja ekonomičnih, obnovljivih energetskih izvora u velikim kompanijama. Želja grupe je podsticaj diverzifikacije energetskih izvora većim učešćem obnovljive energije, a smatra da ako je rešenje privlačno za "Dow" i GM, biće i za druge kompanije. Projekat WRI privukao je vrlo različita preduzeća radi stvaranja tržišta za obnovljivu energiju sa konkurentnom cenom, pri čemu je naglasak na konkurentnosti, jer izbor energetskog izvora treba da odražava dobru poslovnu a ne dobrotvornu odluku.

Druga primena koju nezavisno razmatraju "Dow" i GM je korišćenje gasa iz deponija kao izvora goriva sa ciljem veće potrošnje ekološke energije. Postoji oko 40 lokacija "Dow" u Severnoj Americi na kojima bi kompanija mogla da smanji potrošnju zemnog gasa korišćenjem metana iz deponija kao goriva. "Dow" je nedavno objavio podatke o projektu za svoju fabriku PU u SAD, do koje je gasovodom dugim oko 2,8 km doveden otpadni metan iz deponije, kao zamena za kupovani zemni gas. Oba projekta, metan i gorive ćelije, predstavljaju za kompaniju razumno, tržišno rešenje korišćenja alternativne energije u kojem država nije učestvovala. Za GM, upotreba vodonika kao goriva za vozila je način da se njeni proizvodi isključe iz razmatranja za gađivanja okoline, a postoji i značajan ekonomski podsticaj za ovo rešenje.

DOBIJANJE VODONIKA ZA GORIVE ĆELIJE

Naučnici smatraju da je vodonik gorivo budućnosti, koje korišćenjem gorivih ćelija može da smanji zavisnost čovečanstva od ograničenih količina fosilnih goriva i zagađenja vazduha, koje izaziva njihovo korišćenje. Za korišćenje vodonika treba još prevazići mnoge probleme, kao što su poboljšanje efikasnosti gorivih ćelija, njegovo skladištenje i distribucija, ali je razvoj delom ograničen visokom cenom potrebnog vodonika, te je razvojno-istraživački rad usmeren na smanjenje potrošnje energije ili korišćenje jeftinijih katalizatora za njegovu proizvodnju.

Najbolji način za proizvodnju vodonika je elektroliza vode korišćenjem obnovljive energije, npr. solarne, ali ona nije dovoljno prilagođena za ekonomično i praktično dobijanje, te su neophodni manje idealni, ali izvodljivi procesi. Tradicionalnim procesom reforminga vodonik se dobija iz ugljovodonika u prisustvu metalnih katalizatora na temperaturama iznad 800°, što predstavlja efikasan industrijski proces ali on nije pogodan za proizvodnju malih količina vodonika potrebnih za gorive ćelije. Pored dobijanja iz derivata nafte, vodonik se može dobiti i iz obnovljive biomase, što prema nekim istraživanjima predstavlja jedino povoljno rešenje.

Za dobijanje vodonika iz oba izvora, fosilnih goriva i biomase, razvijeno je više katalizatora, ali najefikasniji sadrže skupu Pt (oko 700 evra/kg) što čini oba procesa skupim, te je istraživanje usmereno na dobijanje jeftinijih katalizatora u kojima se Pt koristi vrlo malo ili uopšte ne koristi, što bi proizvodnju vodonika učinilo znatno ekonomičnijom.

Istraživači sa američkog Georgia Institute of Technology otkrili su proces dobijanja vodonika iz ugljovodonika na mnogo nižoj temperaturi, dodatkom malih količina Fe katalizatorima na bazi oksida retkih metala, što predstavlja moguće rešenje za snabdevanje malih gorivih ćelija vodonikom. Ovaj sistem koristi jedinstvenu karakteristiku oksida, da se iz njihove kristalne strukture može bez oštećenja izdvojiti do 20% kiseonikovih atoma, te se naizmeničnim oksidacionim i redukcionim procesima vodonik može dobiti najpre iz metana, a zatim iz vodene pare. U procesu se na 700° kiseonik isteruje iz materijala i oksidiše metan u C-ok-

side i slobodan vodonik. Potom se na 375° redukuje vodena para i dobija kiseonik, koji se vraća u metalnu strukturu dajući novu količinu vodonika. Naizmeničnom promenom temperature, u prisustvu metana i vodene pare, kontinualno se dobija vodonik, a istraživači smatraju da se temperatura, finim podešavanjem sadržaja Fe, može sniziti do 350°, što bi omogućilo bar delimično korišćenje solarne energije za zagrevanje.

Istraživači sa američkog Univerziteta Tufts otkrili su da je moguće dobijanje vodonika iz fosilnih goriva, korišćenjem katalizatora koji sadrži samo 10% Pt ili Au u odnosu na postojeće, što bi donelo uštedu miliona dolara za materijal potreban za proizvodnju gorivih ćelija. Za proizvodnju vodonika kvaliteta za gorive ćelije značajno je uklanjanje sporednog proizvoda CO, jer truje katalizator na anodi. Ispitivanjem osobina nanočestica Au i Pt, koje se koriste za dobijanje vodonika i CO₂ iz CO i vode, nađeno je da pri korišćenju Cr-katalizatora sa sadržajem Au i Pt nisu potrebne čestice plemenitih metala za dobijanje aktivnog katalizatora, već njihove minimalne količine u nemetalnom obliku. Dok se za dobijanje efikasnih katalizatora obično dodaje 1–10 mas.% Au ili drugih plemenitih metala, otkriveno je da luženjem rastvorom natrijum-cijanida katalizator zadržava svoju aktivnost sa minimalnom količinom zaostalog Au, oko 10% normalno korišćene količine. Ispitivanjem je objašnjeno da se smatralo da čestice plemenitih metala u katalizatoru predstavljaju aktivne centre za adsorpciju CO, dok se sada pretpostavlja da ih joni Au i Pt pokrivaju čime povećavaju količinu kiseonika na površini katalizatora. Ovim se postiže efikasna proizvodnja vodonika iz fosilnih goriva, koja će, u bliskoj budućnosti, i dalje biti najpraktičniji izvor vodonika, jer su lako pristupačna i za njih već postoji distributivna mreža.

Fosilna goriva nisu idealan izvor vodonika jer su neobnovljiva, a pri proizvodnji vodonika nastaje i CO₂, glavni gas staklene bašte, te bi dobijanje iz obnovljive biomase bilo bolje rešenje, a dobijeni CO₂ ne povećava svoju količinu u atmosferi, jer se troši za fotosintezu. I za dobijanje vodonika iz biomase reakcijom vodnog gasa najefikasniji katalizator sadrži Pt, a istraživači sa američkog Univerziteta Wisconsin smatraju da su razvili čist i efikasan proces sa

ovim katalizatorom iz biomase odn. organskih molekula kao što su glukoza, etilen-glikol i metanol. Do dehidrogenovanja molekula supstrata dolazi na površini Pt, pri čemu nastaju intermedijari sa vezama Pt–C, dok se C–C i C–O veze u intermedijaru kidaju oslobađajući vodonik i CO, koji reaguje sa vodom dajući CO₂ i još vodonika. U poređenju sa reformingom, reakcija je energetski znatno povpljnija jer se izvodi na oko 230°, na kojoj se dobija struja vodonika sa vrlo malim sadržajem CO, te se može direktno koristiti za gorive ćelije. Problem procesa je prinos vodonika: ako se kao sirovina upotrebi glukoza, dobija se 50% vodonika i dok ostalih 50% sadrži CO₂ i neke alkane nastale reakcijom CO ili CO₂ sa kiseonikom. Drugi, više rafinirani proizvodi daju veći prinos vodonika, ali je glukoza verovatno najpraktičnija i najekonomičnija sirovina. Istraživači su razvili katalizator na bazi Ni, ali je sa njim dolazilo do stvaranja neželjenih organskih proizvoda npr. metana. Istraživači su potom kombinovali Ni, Al i Sn, i sa njim dobili vodonik iz biomase skoro istom efikasnošću kao sa Pt-katalizatorom na oko 220°. Oni su ispitali preko 300 katalizatora i našli da je Raney-nikal (90% Ni, 10% Al) izuzetno efikasan, a da dodatak malih količina Sn značajno smanjuje brzinu stvaranja metana ne utičući na dobijanje vodonika. Oni pretpostavljaju da se nastali metan vezuje za aktivne centre Ni-katalizatora, dok Sn to sprečava njihovim zauzimanjem. Istraživači sada ispituju da li se i drugi plemeniti metali mogu ukloniti sa katalizatora koji se koriste za dobijanje vodonika i gorivih ćelija.

SKLADIŠTENJE VODONIKA ZA GORIVE ĆELIJE

Uređaji koji koriste gorive ćelije na vodonik predstavljaju ekološki čistije rešenje, ali je sada glavna prepreka bezbedno skladištenje vodonika što predstavlja problem, jer njegova likvefakcija na –253° nije praktična. Za ovaj problem predloženo je više rešenja, ali praktična metoda do sada nije nađena.

Za male, pokretne uređaje BASF je proizveo nano-kocke od metal-organskih jedinjenja, dobijene reakcijom tereftalne kiseline sa cink-oksikom, koje se mogu koristiti za skladištenje vodonika za gorive ćelije radi snabdevanja energijom pokretnih uređaja, kao što su mobilni telefoni i prenosivi kompjuteri. Ovim se

izbegavaju problemi sa alternativnim korišćenjem metanola za gorive ćelije, usled pojave tragova CO koji truju katalizator, a ovu metalorgansku strukturu kao komponentu gorive ćelije BASF je razvio u saradnji sa američkim Univerzitetom Wisconsin. Metal-organske nano-kocke imaju vrlo veliku unutrašnju površinu i npr. površina 2,5 g nano-kocki može da pokrije površinu fudbalskog igrališta. Najveću specifičnu unutrašnju površinu imaju cink-metalorganske strukture, oko 3000 m²/g, što je mnogo više od ugljeničnih nano-cevi (200 m²/g), zeolita (700 m²/g) i tržišnog aktivnog uglja (800–2000 m²/g). BASF proizvodi nano-kocke zajedničkim taloženjem cink-soli i tereftalne kiseline u rastvaraču, pa se talog potom filtruje, pere i suši. Vodonik se lako adsorbuje kao monosloj na površini nano-kocke, te nije potrebna velika energija za njegovo skladištenje, a za odvajanje je potreban samo brzi pad pritiska. Jedan tip nano-kocki ima vrlo veliki kapacitet ponovnog punjenja vodonikom od 1,85 mas.% na 10 bara (pritisak u gasnom upaljaču), što je više od aktivnog uglja, grafita i ugljeničnih nano-cevi, a predviđa se razvoj novih nano-kocki sa dvostruko većim kapacitetom, usled njihove još veće površine. Istraživači rade na razvoju lakših gorivih ćelija, korišćenjem magnezijuma umesto cinka, a predviđa se razvoj kontejnera za smeštaj nano-kocki.

Na japanskom Univerzitetu Hokkaido razvijeni su tečni organski hidridi na bazi naftalin-dekalina ili benzen-cikloheksana za skladištenje, prenos i snabdevanje vodonikom. Najpre se naftalin (ili benzen) hidrogenuje u dekalin (ili cinkoheksan) sa nikal-katalizatorom na 100–150° i 1–3 bara. Hidridi se potom mogu preneti do mesta primene, gde se vodonik dobija dehidrogenovanjem dekalina ili cikloheksana njihovim prskanjem na katalizator na bazi platine, nanet na tkaninu od aktivnog ugljenika. Do reakcije dolazi na 250–375° i 1 bar u reaktoru tipa impulsnog prskanja, koji kapljice sirovine mikrometerske veličine prska u određenim intervalima na katalizator. Vodonik i naftalin (ili benzen) se proizvode brzinom od 5–20 l/min po gr katalizatora (uključujući nosač) i navodi se da je konverzija skoro 100%; vodonik čistoće je 99,9%. Vodonik se odvaja od naftalina (ili benzena) i nereagovalog dekalina (ili cikloheksana) hlađenjem i kondenzacijom, a rekuperisani naftalin (ili ben-

zen) se šalju na hidrogenovanje. Istraživači navode da 1 kg dekalina (ili cikloheksana) može da sadrži preko 7% svoje težine vodonika u poređenju sa 2,6% za uobičajene legure koje adsorbuju vodonik. Proces je ispitan za proizvodnju do 250 l/min, a pregovara se sa 2 japanske firme za njegovu realizaciju, radi upotrebe u malim količinama.

Isti istraživači razvili su gorivu ćeliju sa punivom membranom sa razmenom protona (PEM), koja može da direktno koristi organske hidride npr. cikloheksana ili dekalina. Hidridi se uparavaju i azotom prenose do anode gorive ćelije, sa katalizatorom platina-rodijum na nosaču od aktivnog ugljenika. Hidridi se dehidrogenuju na anodi, a vodonikovi elektroni se električnom strujom prenose do katode, dok protoni prolaze kroz PEM od perfluorsulfonske kiseline i reaguju sa kiseonikom na anodi, dajući električnu energiju i vodu; ćelija se ponovo puni promenom smera struje. Goriva ćelija izbegava probleme sa direktnim korišćenjem metanola kao izvora vodonika, čiji su nedostaci mala elektrolitička aktivnost anode, trovanje Pt-katalizatora adsorpcijom CO₂ i značajn prolaz metanola kroz membranu. Nasuprot tome, prolaz organskih hidrida je vrlo mali usled njihove hidrofobnosti i veličine molekula.

Istraživači sa Univerziteta u Singapuru otkrili su da se LiN₃, koji se obično koristi za elektrode, može upotrebiti za bezbedno skladištenje vodonika u vozilima na gorive ćelije. On može reverzibilno da adsorbuje vodonik do 11,5% svoje težine, što je značajno poboljšanje postojećih metoda, ali nedostatak predstavlja da se, pre oslobađanja vodonika, mora zagrejati do temperature suviše visoke za praktične primene. Istraživači smatraju da je LiN₃ potencijalni medijum za skladištenje vodonika, i u daljem radu će ispitivati druga upotrebljiva metal-azotna jedinjenja sličnih osobina.

ULAGANJA U RAZVOJNA Iстраživanja gorivih ćelija i međunarodna saradnja

Ukupna federalna sredstva koja SAD ulaže u razvoj gorivih ćelija za motorna vozila i proizvodnju električne energije iznose 1,7 mlrd. do 2008. ili 340 mil. dolara godišnje, a obuhvataju i sredstva od 100 mil. dolara godišnje odobrena 2002. za razvoj gorivih ćelija za tzv. "vozilo slobode". Glavni cilj ulaganja je nezavisnost u snabdevanju energetskim

sredstvima i zaštita okoline, posebno od zagađenja koja izazivaju elektrane na uglj. Ove podatke izneo je sekretar za energiju SAD na konferenciji SAD i EU o korišćenju vodonika i gorivih ćelija i pozvao na internacionalnu saradnju u ovoj oblasti, čiji su značaj nedovoljne rezerve fosilnih goriva i potreba povećanja upotrebe vodonika. On je takođe pozvao zemlje EU na učešće u zakazanoj konferenciji o internacionalnom partnerstvu u razvoju ekonomije vodonika, i izneo da smatra da je rad na korišćenju vodonika najznačajnija savremena svetska aktivnost u energetskoj oblasti.

GORIVE ĆELIJE SA CIKLOHEKSANOM

Istraživači sa japanskog Univerziteta Hokkaido razvili su gorivu ćeliju sa cikloheksanom umesto vodonika, koja radi efikasnije od najboljih ćelija sa metanolom, razvijenih za transportne primene. Ćelija daje energiju kao elektrohemijski ekvivalent sagorevanja vodonika i kiseonika (suprotno od elektrolize vode), a problem sa ovim čistim, alternativnim, jednostavnim sagorevanjem ugljovodonika je odakle dobiti vodonik. Voda bi bila idealno rešenje, ali je skupa, a dovela bi van korišćenja veliku petrohemijsku infrastrukturu, od koje sada zavisimo. Ugljovodonici su takođe izvrstan izvor vodonika preko reforminga, ali bi njihova upotreba povećala veličinu i težinu gorive ćelije i dovela do emisije CO₂. To je nedavno rešeno upotrebom gorivih ćelija sa membranom za izmenu protona, koje direktno elektrohemijski "sagorevaju" metanol pre prethodnog reforminga, te ne dovode do emisije CO₂. Iako su vrlo efikasne i pogodne za primenu u transportu, kod ovih ćelija anoda na bazi Pt imaju malu elektrokatalitičku aktivnost, iako se truju sa CO koji nastaje kao sporedan proizvod, a elektrolit metanol može permeacijom da proдре do katode, što smanjuje njenu efikasnost. U novom postupku ovi nedostaci su izbegnuti dehidrogenovanjem cikloheksana kojim se kao sporedni proizvod dobija benzen, a ovaj se kasnije hidrogenuje u toku ponovnog punjenja, korišćenjem elektrolize vode. Radeći sa strujom napona 920 mV i maksimalnog gustinom snage od 14–15 mW/cm² nova ćelija ne emituje CO₂, a kompatibilna je sa postojećom petrohemijskom infrastrukturom.

INVESTICIJE U PROIZVODNJU GORIVIH ČELIJA

Nemačke firme BASF i BW i švajcarska SAM uložile su 5 mil. evra u firmu "Zoxy Energy Systems", proizvođača električki punivih gorivih ćelija. "Zoxy" proizvodi i prodaje gorive ćelije cink-vazduh, za koje navodi da su lakše i imaju veću specifičnu gustinu energije od standardnih olovnih akumulatora. Gorive ćelije se koriste za razne primene, uključujući motorne skutere i stolice sa točkovima, i kao prenosivi energetski uređaj za radove u prirodi. Pored ulaganja 50% ukupnog iznosa, BASF će preneti "Zoxy"-u svoja znanja iz nekih oblasti npr. elektrokatalize.

PROIZVODNJA GORIVIH ČELIJA

Francuska firma "Axane", iz sastava kompanije "AirLiquide", specijalizovana za razvoj energetskih sistema na bazi gorivih ćelija sa vodonikom, iznela je na tržište prvu seriju ovih uređaja. Sistemi kapaciteta 0,5–10 kW mogu da se koriste za pogon malih vozila ili osvetljavanje izolovanih mesta, mali su, sa tihim radom, ne zagađuju okolinu i lako se koriste. Preko "Axane"-a, "Air Liquide" može da prati razvoj distributivne mreže vodonika, radi nalaženja rešenja za tržište čiste energije sa brzim rastom.

GORIVA ČELIJA NA VODONIK IZ VODE

Na osnovu bazne tehnologije razvijene u Institutu za tehnologiju u Tokiju, japanska firma "Uchiya Thermostat" razvila je proces dobijanja malih količina vodonika iz vode korišćenjem oksidacije gvozdanim prahom. Generator vodonika sastoji se od kasete sa vrlo aktivnim gvozdanim prahom, rezervoara za vodu sa mikropumpom, koja konstantnom brzinom ubacuje vodu u kasetu, i električnog grejača. Gvozdeni prah sadrži Al, Mo i kao katalizator metale Pt-grupe u tragovima. Voda se ubacuje u kasetu na 200° i atmosferskom pritisku, a reakcijom gvožđa sa vodom dobija se vodonik čistoće preko 99.99%. Procesom se dobija vodonik u količini od 4,8 mas.% gvozdene prahe, dok ova količina kod uobičajenih legura koje adsorbiraju vodonik iznosi 2,6 mas.%. Fabrika planira ponudu integrisanog sistema koji obuhvata generator vodonika i gorivu ćeliju i može 8h da snabdeva energijom lični računar od 20 W. Kad se kasete iscrpi, nastali Fe₃O₄ se ša-

lje na regeneraciju vodonikom. Fabrika procenjuje da bi oko 105 kg gvozdene prahe moglo gorivom ćelijom da snabdeva auto za vožnju 500 km, a smatra da će cene biti niže u odnosu na uobičajen sistem sa legurama koje apsorbuju vodonik.

GORIVA ČELIJA NA VODONIK IZ METANOLA

Japanska firma NEC razvila je gorivu ćeliju na metanol, koja ima energetsku gustinu oko 1300 Wh/kg što je 10 puta više od postojećih Li-jonskih baterija, i predviđa da će prenosivi uređaji, kao lični kompjuter, moći kontinualno da rade oko 40 h sa 1 punjenjem metanola. NEC je razvio vrlo efikasan elektrodni materijal na bazi tehnologije sa rožastim nano-česticama, koje je on otkrio i razvio. Firma sada proizvodi oko 50 g/h ovih čestica procesom laserskog topljenja, a planira udvostručenje proizvodnje. Za jednu gorivu ćeliju za lični kompjuter potreban je oko 1 g materijala, a njihova proizvodnja planira se do 2005. Uređaj u razvoju sastoji se od elektroda izrađenih od rožastih ugljeničnih nano-čestica sa katalizatorom u obliku disperzije čestica Pt nano-veličine, razdvojenih membranom za razmenu protona od čvrstog polimera; vodeni rastvor metanola (69 zapr.%) dodaje se iz posebnog suda. Na anodi metanol se razlaže na CO₂ i protone vodonika, koji se prenose kroz membranu do katode, gde reaguju sa kiseonikom dajući vodu. Elektroni se prenose od anode do katode spoljnim strujnim kolom.

ISPITIVANJE RAZLIČITIH IZVORA VODONIKA ZA VOZILA NA GORIVE SPREGOVE

Dva japanska stručna udruženja usvojila su projekat demonstracije korišćenja vodonika i gorivih ćelija, koji obuhvata vozila na gorive spregove i uređaje za snabdevanje vozila vodonikom. To je prvi projekat za ispitivanje uređaja za snabdevanje vodonikom vozila korišćenjem različitih metoda za njegovo dobijanje. Predviđeno je da se oko Tokija izgradi 6 stanica za snabdevanje vozila vodonikom u kojima bi se koristili: tečni vodonik, reforming tečnog zemnog gasa, metanola, nafte ili desulfurizovanog benzina i prenosni uređaj za snabdevanje. Projektom će se ocenjivati sve metode za dobijanje vodonika i sistema za snabdevanje vozila

gorivom, istovremeno sa karakteristikama, pouzdanošću ekonomije goriva i uticaja ovih vozila na okolinu. Finalna ocena će biti završena do 2005, a japanska vlada predviđa korišćenje 50.000 vozila na gorive spregove do 2010. i oko 5 mil. do 2020.

KERAMIČKE MEMBRANE ZA SEPARACIJU VODONIKA

Membrane od paladijumovih legura imaju veliku permeabilnost za vodonik, te su pogodne za njegovu separaciju. Međutim, ona se izvodi na temperaturama iznad 300°, na kojima ove legure postaju krte kad se hlade u prisustvu vodonika, tako da se sistem mora prečišćavati pre prekida rada, a takođe mogu da se truju S-jedinjenjima, te se sirovina mora prečišćavati do sadržaja S manje od nekoliko ppm. Japanski centar za finu keramiku razvio je keramičku membranu koja nema ove nedostatke. Ona ima skoro istu permeabilnost za vodonik kao i membrane od Pd-legura, ali ne postaje krta na visokim temperaturama, niti na nju utiče prisustvo S. Membrana se sastoji od 3 keramička sloja sa različitim veličinama pora: sloj od aluminijum-oksidge (ili drugog keramičkog) supstrata sa porama od 90–150 nm, srednji sloj aluminijum- ili amorfne silicijum-oksidge sa porama od 4–10 nm, i sloj aktivnog molekuskog sita sa porama od 0,3 nm, skoro ekvivalentnih veličini molekula vodonika. Supstratni i intermedijarni slojevi dobijeni su bilo uobičajenom keramičkom preradom ili elektrohemijom anodnom oksidacijom, a sloj aktivnog molekuskog sita nanošenjem sloja umreženog polisilicijumom i zagrevanjem na 500° u toku 1 h. Ova keramička membrana pokazuje odnos permeabilnosti od 500:1 za H₂:CO, a preko 325:1 za H₂:CH₄. Centar dalje radi na poboljšanju osobina membrana i planira dobijanje tržišnog proizvoda do 2006.

Japanska firma "NGK Insulators" razvila je vrlo efikasni membranski sistem pogodan za izdvajanje vodonika iz smeše gasova parnog reforminga, a predviđa se da će on smanjiti na samo 1/5 veličinu opreme, kakva se koristi za adsorpciju sa promenom pritiska. Membranski sistem sadrži 3,5 debele i 300 mm dugačke keramičke cevi spoljnog prečnika 30 mm. Svaka cev je sastavljena od 3 različita keramička sloja sa različitim srednjom veličinom pora. Unutrašnji sloj održava mehanič-

ku čvrstoću, spoljni ima veličinu pora pogodnih za nanošenje 2 μ m debelog sloja legure Pd–Ag, a srednji služi da poveže druga dva. Gas iz reformera, sa oko 50 zapr.% vodonika, ulazi kroz omotač membranskog sistema na oko 400^o i pod pritiskom od 10 bara. U toku prolaska gasa kroz cev, vodonik selektivno prolazi kroz sloj Pd (protok oko 1,5 mola/m²·s) i odvaja se od smeše drugih komponenata (CO, CO₂, vodena para, metan) te na izlasku iz sistema njegova čistoća iznosi 99,5%. Firma isporučuje potencijalnim korisnicima prototipove radi ispitivanja.

GENERATOR VODONIKA BEZ KOMPRESORA

Japanska firma "Mitsubishi" razvila je i proizvela generator za vodonik pod visokim pritiskom bez korišćenja kompresora. Ovaj generator predstavlja elektrolizer sa membranom za razmenu protona (REM) koji drži grupu ćelija u sudu pod visokim pritiskom, u kome se skladišti komprimovani vodonik dobijen elektrolizom. Firma navodi da je to prvi elektrolizer pod visokim pritiskom na svetu, a američka firma "Proton Energy Systems" objavila je 1999. uspešnu demonstraciju PEM– elektrolizera kojim je vodonik dobijan iz vode na pritisku preko 13,8 MPa bez mehaničke kompresije. Kapacitet prototipa firme "Mitsubishi" je 2,5 Nm³/h pod maksimalnim pritiskom 35 MPa, a predviđa se razvoj modela kapaciteta proizvodnje vodonika od 30 Nm³/h pod pritiskom od 40 MPa, što bi odgovaralo sadašnjem standardu uređaja za snabdevanje vozila vodonikom u različitim demonstracionim programima. Firma predviđa iznošenje na tržište proizvoda po ovoj tehnologiji 2005. prvenstveno za industrijsku primenu vodonika u malim količinama, stanice za punjenje vozila na gorive ćelije i pomoćne energetske uređaje, uključujući stacionarne gorive ćelije i sisteme povezane sa obnovljivim energetskim izvorima, npr. vetrom i suncem.

AVION SA VODONIKOM KAO GORIVOM

U projektu u kome učestvuju 34 stručnjaka iz 10 evropskih zemalja iz industrije, naučnih instituta i univerziteta, vršena je analiza sistema aviona sa tečnim vodonikom kao gorivom Cryoplane. U projektu su ocenjeni glavni aspekti ovog sistema koji glase:

– vodonik se može proizvoditi elektrolizom vode koristeći električnu energiju dobijenu iz svakog obnovljivog izvora energije,

– voda je jedini primarni proizvod sagorevanja, nema emisije CO₂, CO, sumporne kiseline, čađi i nesagorelih ugljovodonika, već samo vrlo malih količina NO_x,

– tečni vodonik ovim pruža mogućnost dugoročnog razvoja avijacije u potpunoj saglasnosti sa potrebom zaštite okoline,

– vodonik ima po težini sadržaj energije 2,8 puta veći od kerozina, što obećava veću rentabilnost korišćenja ili manju težinu pri poletanju,

– za vodonik u tečnom stanju (–253^o) potrebni su dobro izolovani sferni ili cilindrični rezervoari, čija zapremina je 4 puta manja od one potrebne za masu kerozina sa istom količinom toplote, što izaziva značajne promene konfiguracije,

– emisija vode je za faktor 2,5 veća nego za kerozin, ali se ne emituju kondenzaciona jezgra,

– potrebna je brižljiva studija stvaranja i karakteristika kondenzacionih tragova, a predviđena je i potreba testa pri letu,

– može se postići najmanje isti ukupni nivo bezbednosti kao sa kerozinom, ali specifične karakteristike novog goriva zahtevaju brižljivi izbor konfiguracije aviona kao i detaljnog projekta i rada; i za ovo su neophodni prethodni testovi,

– za projekat Cryoplane neophodni su ispitivanje konfiguracije aviona, karakteristika sistema i komponenata, propulzije, bezbednosti, uticaja na okolinu, infrastrukture i rada, kao i scenario prelaska sa kerozinom na vodonik.

Švedska Agencija za istraživanje odbrane, koja takođe učestvuje u projektu, vrši sistematsku analizu aviona sa vodonikom kao gorivom, uključujući infrastrukturu i logistiku za aerodrom u Štokholmu.

GORIVE ĆELIJE ZA MOBILNE KOMUNIKACIJE

Nemačka firma P 21 ("Power for the 21st Century") osnovana krajem 2001. odvajanjem od koncerna "Vodafone/Mannesmann", razvija, proizvodi i prodaje visoko–kvalitetne gorive ćelije i njihove komponente. Firma je kao početni kapital dobila 2002. od privatnog investitora sumu od 1,3 mil.evra, a 2004. 6 mil. evra od internacionalnog konzorcijuma na čelu sa jednom britanskom firmom, koja se specijalizovala za ulaganje u sektor gorivih ćelija i tehnologije vodonika. P 21 planira korišćenje ovih sredstava za razvoj sistema gorivih ćelija za snabdevanje energijom na rastućem tržištu uređaja sa neprekidnim radom, posebno za stanice mobilnih komunikacija koje su do sa-

da energiju, u slučaju izuzetne potrebe zbog prekida dovoda, dobijale od olovnihi akumulatore ili generatora na motorni pogon. Za ovu svrhu P 21 je zajedno sa firmom "Linde" proizvela sistem snažnih, ekološki povoljnih gorivih ćelija, koje obezbeđuju snabdevanje energijom.

MOTORCIKL NA GORIVE ĆELIJE

Nemačka firma "Masterflex" razvila je motorcikli sa pomoćnom električnom propulzijom korišćenjem gorive ćelije od 250 W. Vodonik je skladišten u rezervoaru u obliku metalnih hidrida, a njegova količina od 45 g omogućuje vožnju od 120 km, 5 puta više od uobičajenih akumulatora. Sa nemačkom firmom "Veloform" zaključen je ugovor o zajedničkom razvoju motorcikla za prenos malih tereta korišćenjem gorivih ćelija "Masterflexa". Saradnja je u velikoj meri podstaknuta najavom izgradnje infrastrukture za snabdevanje malim bocama vodonika pod visokim pritiskom, koja treba da se završi sredinom 2005. što bi omogućilo korišćenje teretnog motorcikla, čija proizvodnja se takođe predviđa do 2005.

AUTOMOBILI NA GORIVE ĆELIJE

Nemačka firma "Audi" prikazala je svoj hibridni auto na gorive ćelije izgrađen na osnovu modela Audi A2. Projekat je dobio dotaciju 2,4 mil.evra od Nemačkog ministarstva za energetiku u okviru "Programa investicija za budućnost".

Japanska firma "Honda" započela je test–vožnju radi ispitivanja svog novog automobila na gorive ćelije, kao deo projekta stvaranja energetskog sistema koji nije zasnovan na fosilnom gorivu. Za automobil se koriste FCX–gorive ćelije, a probna vožnja u južnom Japanu se izvodi u saradnji sa Univerzitetom Kagoshima. Kao deo projekta firma "Yakushima Denko" je izgradila sistem stanica za snabdevanje vodonikom, koje koriste raspoloživu hidroelektričnu energiju za dobijanje vodonika bez emisije CO₂.

Firme "General Motors" i "Opel/Vauxhall" organizovale su u periodu maj–juni 2004. automobilski maraton kroz Evropu radi ispitivanja trajnosti i svakodnevnog pouzdanosti prototipa njihovog vozila na gorive ćelije HydroGen 3. Prototip će preći 10.000 km kroz 14 zemalja od Hamerfesta (Norveška), najsevernijeg evropskog grada, do grada u blizini Lisabona, najzapadnijeg mesta evropskog kontinenta.

POTENCIJALNO ZAGAĐENJE ATMOSFERE VODONIKOM

Dobijanjem energije gorivim ćelijama upotrebom vodonika, kao potencijalno čistog goriva, postoji mogućnost smanjenja zavisnosti od fosilnih goriva i emisija gasova staklene bašte. Međutim, novija ispitivanja su dovela u pitanje bezbednost i "čistoću" ovog rešenja. Glavna teškoća ostaje bezbedno skladištenje vodonika u vozilu, i ona je potvrđena kad je japanski proizvođač vozila "Toyota" povukao iz upotrebe 6 prototipova vozila na gorive ćelije pošto je otkriveno potencijalno eksplozivno curenje iz rezervoara. "Toyotu" ovo nije odvratilo od razvoja vozila, već je u ispitivanje vozila vredna preko 1 mil. dolara uključila 4 japanska ministarstva i 2 američka univerziteta, da bi se problem rešio.

Istraživači američkog Univerziteta CalTech navode da korišćenje vodonika može da ima potencijalno štetan uticaj na atmosferu, a posebno na ozonski sloj. Do zagađenja može doći curenjem vodonika u atmosferu iz proizvodnje i skladišta i pri transportu, gde se on oksidiše kiseonikom u vodu i vlaži vazduh, što bi ohladilo niže delove atmosfere i poremetilo hemiju ozona; poznato je da do glavnih reakcija koje dovode do trošenja ozona dolazi u česticama leda. Tačnu veličinu ovog efekta je teško odrediti, jer se ne može pretpostaviti koliko vodonika će stvarno iscuriti. Pod pretpostavkom da iscuri 10–20%, procenjuje se da bi zamena svih tehnologija, koje sada koriste sagorevanje fosilnih goriva, gorivim ćelijama sa vodonikom, dovela do utroška ozona do 8% na Severnom i 7% na Južnom polu.

Međutim, na godišnjem sastanku "Nemačke agencije za vodonik i gorive ćelije", predstavnik "Max Planck Instituta za meteorologiju" izneo je da rizici korišćenja vodonika, uključujući curenje, imaju vrlo mali uticaj na sastav atmosfere i klimu. Mnogo je značajniji njihov pozitivni efekat manjih emisija opasnih supstanci povezanih sa korišćenjem fosilnih goriva. Drugi američki istraživači su izneli da zemljište igra značajnu ulogu u prirodnom vodonikovom ciklusu i našli da zemljište može apsorbovati velike količine vodonika. Po njihovom mišljenju ne očekuje se da adsorbovani vodonik nanese na kakvu ekološku štetu, ali je neophodno znati koliko vodonika

može zemljište da prečisti, ako on postane gorivo budućnosti.

EKOLOŠKI PROPISI U EU

U V. Britaniji uvedena je odluka EU o smanjenju količine opasnih dioksina emitovanih u atmosferu, po kojoj je za sadržaj dioksina u emisijama peći za spaljivanje otpada određena granična vrednost od 0,1 ng/m³. Ova odluka će povećati strogu kontrolu rada ovih peći, smanjujući graničnu vrednost donetu 1997. na manje od 2%. Naziv dioksini odnosi se na grupu srodnih jedinjenja koja se smatraju za trajne organske zagađivače, jer mogu da se rastvore u telesnoj masnoći, a njihova stabilnost znači da mogu da se bioakumuliraju u lancu ishrane. Dugotrajno izlaganje može da izazove probleme telesnog imunog, endokrinog i reproduktivnog sistema, a potencijalno su karcinogeni. Ekološka udruženja su ocenila da novi propisi neće dovesti do rešenja zagađenja korišćenjem peći za spaljivanje otpada, već smatraju da država treba da uvede bolje reciklovanje u blizini naselja. One se protive svakoj daljoj emisiji dioksina, dok država ne nađe način smanjenja izlaganja ispod određenog nivoa. Prema Ministarstvu zdravlja, preko 30% odraslih osoba je izloženo količini dioksina većoj od prihvatljivih 1–4 pgr po kg telesne težine, koju je preporučila Svetska zdravstvena organizacija (WHO). Mala deca i novorođenčad koja se hrane majčinim mlekom su još više ugrožena, neki put 170 puta većom količinom od dozvoljene. Britansko Ministarstvo za zaštitu okoline, hranu i zemljoradnička pitanja smatra, da će odluka imati ograničeni efekat o nivou izlaganja dioksinu, jer njegov najveći deo dolazi u atmosferu iz drugih izvora npr. drumskog transporta, a WHO procenjuje da 90% ljudskog izlaganja dioksinu potiče uzimanjem hrane. Britanska Agencija za zaštitu okoline će kontrolisati primenu donetih propisa koji se odnose na oko 950 peći za spaljivanje otpada u V. Britaniji.

Kao rezultat Direktive o pesticidima donete 1991. Evropska komisija je donela odluku da se još 110 supstanci, koje se koriste kao pesticidi, povuku sa tržišta do kraja 2003. Ove supstance su dopuna za 320 povučeni sredinom 2003. što znači da ukupan broj ovih supstanci u 2003. iznosi 450.

Skoro 4% uzoraka hrane koje je, po programu praćenja pesticidnih ostataka, Evropska komisija ispitala 2001, imale su sadržaj ostataka pesticida veći od dozvoljene granične vrednosti koju je donela EU. Po ovom programu analizirano je 46.000 uzoraka voća, povrća i cerealijskih, i rezultati su izneti sredinom 2003. Dok 59% analiziranih uzoraka nije sadržalo merljive ostatke, 37% ih je sadržalo u količini na ili ispod, a 3,9% uzoraka iznad dozvoljene granične vrednosti. Najčešće su otkriveni ostaci fungicida i insekticida, a salata i jagode najčešće su sadržavale ostatke iznad dozvoljenih. Kad se pređe dozvoljena granična vrednost, od država-članica zavisi da li će povući proizvod sa tržišta ili preduzeti druge mere, na bazi svog postupka sa rizičnim materijalima. U izveštaju se navodi da je 18% analiziranih uzoraka sadržalo ostatke različitih pesticida u poređenju sa 15% nađenih 2000. Asocijacija evropske zaštite useva je iznela da višestruki ostaci zabrinjavaju, ali je značajno da prisustvo ostataka više od jednog sredstva, ne mora da znači veći rizik za potrošače.

EU je uvela nova pravila za označavanje koja upozoravaju potrošače na veliki sadržaj kofeina u nekim napitcima, izuzev u čaju i kafi. Napitci sa preko 150 mg/l kofeina moraju biti označeni sa "veliki sadržaj kofeina" zajedno sa navođenjem njegove količine. (Kafa sadrži oko 300 a neki napitci oko 100–200 mg/l).

Evropska komisija planira da smanji emisiju fluorovanih gasova koja je povećana posle zabrane upotrebe hlorovanih fluorouglenika (CFC). Ako se preporuka usvoji, ona će do 2010. dovesti do 25%–nog smanjenja emisije hidrofluorouglenika (HFC), perfluorouglenika (PFC) i sumpor-heksafluorida. Fluorovani gasovi se u velikoj količini koriste za hlađenje, kondicioniranje vazduha i gašenje požara. HFC i PFC se koriste po Montrealskom protokolu za neke primene kao zamena sredstvima koja oštećuju ozonski sloj (uglavnom CFC). Međutim, emisija F–gasova se povećava i, ako se ne preduzmu neke mere, može se, prema mišljenju Komisije, povećati za 50% do 2010. F–gasovi predstavljaju samo 2% ukupne emisije gasova staklene bašte EU, ali je Komisija zabrinuta jer imaju potencijal globalnog zagrevanja skoro 24.000 puta veći od CO₂. Predlog Komisije obuhvata poboljšanje skla-

dištenja ovih gasova, radi minimalnog ispuštanja, kao i ograničenje marketinga i primene za neke svrhe, npr. obuću, proizvodnju prozora i novih aerosola. Evropski tehnički komitet za fluorougljenike prihvata, u principu, predlog Komisije, ali takođe kritikuje neke delove. Posebno, Komitet se protivi zabrani primene F-gasova za neke svrhe, što može da bude kontraproduktivno za životnu sredinu, jer korišćenje ovih gasova smanjuje emisije CO₂ i time u mnogim slučajevima povećava energetske efikasnost. Pored toga, može doći u zemljama u razvoju do povećanja upotrebe CFC, koji imaju mnogo veći potencijal globalnog zagrevanja, umesto HCFC. Komisija navodi da predlog povećava značaj Kyoto-protokola, ali dok EU čeka da Rusija ratifikuje protokol, što je potrebno da se postigne smanjenje emisije gasova staklene bašte od industrijalizovanih zemalja za 55%, novi izveštaj upozorava da Kyoto-protokol može da bude nedovoljan. U studiji Centra za klimatske studije se navodi, da sredinom 21. veka zemlja može da prestane sa apsorpcijom CO₂ i počne da ga emituje, i predlaže se da industrijalizovane zemlje treba još više da smanje emisiju gasova staklene bašte, radi stabilizovanja koncentracije CO₂.

Evropska Ustanova za bezbednost hrane upozorila je države članice EU na moguće prisustvo semikarbazida, potencijalnog karcinogena, u nekim od namirnica koje se prodaju u teglama, a koji u njih može da dopre iz polimernog zaptivača poklopca tegli. Ustanova je predvidela sopstveno istraživanje radi ustanovljenja da li su ovi navodi tačni.

Stručna grupa EU je zaključila da su neke grupe izložene neprihvatioj količini di-2-etilheksil-ftalata /DEHP/ iz PVC-a. U ove spadaju deca koja su u dodiru sa igračkama od PVC-a, koji sadrži DEHP, radnici u industriji koji ga proizvode ili koriste i bolesnici koji koriste medicinske uređaje od PVC-a, koji sadrži DEHP, za dugotrajnu hemodijalizu. Na osnovu ovih zaključaka, Grupa predlaže amandmane na veliki broj postojećih direktiva Evropske komisije. Nasuprot tome, Komisija za bezbednost potrošačkih proizvoda SAD je jednoglasno zaključila da se dozvoli upotreba PVC-a i njegovog primarnog omekšivača di-izononil-ftalata (DINP), kao odgovor na zahtev više građanskih organizacija za usvajanje njegove zabrane u svim igračkama i drugim proizvodima namenjenim maloj deci. Ovu odluku Komisija je

donela na osnovu zaključaka izveštaja, da izlaganje DINP iz igračaka može predstavljati minimalan ili nepostojeći rizik za najveći deo dece. U izvršenom ispitivanju je zaključeno da deca u proseku žvaću igračke 1,9 minuta dnevno i da je količina DINP, koja se izluči iz igračaka, mnogo manja od škodljive.

Evropska komisija usvojila je predlog za novu direktivu o smanjenju zagađenja vazduha teškim metalima (As, Cd, Hg i Ni) i policikličnim aromatičnim ugljovodonicima, kojim se zahteva od država članica da prate pojavu ovih supstanci kao pripremu za donošenje odgovarajućih mera njihovog smanjenja. Ovo je prvi put da se Komisija bavi zagađenjem vazduha ovim supstancama, koje su povezane sa pojavom različitih oblika raka. Prema mišljenju Komisije, nova direktiva će dovesti do konkretnog poboljšanja zdravlja građana primoravajući evropske države da smanje zagađenje vazduha. Predložena direktiva je poslednja odluka Komisije za sprovođenje direktive o kvalitetu vazduha donete 1996, kojom je trebalo mnogo jasnije da se prikaže kvalitet vazduha. Komisija planira do 2008. reviziju ove direktive, uzimajući u obzir najnovije naučne rezultate o uticaju navedenih zagađivača na ljudsko zdravlje.

Istraživački centar Evropske komisije utvrdio je da, u nekim slučajevima, zagađenje vazduha u kućama može da bude dva puta škodljivije za zdravlje od spoljnog vazduha i da se među zagađivačima nalazi veliki broj potencijalnih toksičnih, mutagenih i kancerogenih jedinjenja. Komisiju brinu ovi podaci jer, kako navodi, Evropljani u kućama provedu 90% vremena, i poziva sve evropske političke i javne ustanove, da predlože konzistentan i efikasan način za rešenje ovog problema. Ona će poboljšati svoje propise o kućnoj životnoj sredini, uključujući razmatranje niza pouzdanih, raspoloživih podataka, i u buduću izvesti dalje ispitivanje izlaganja ovoj sredini.

U međuvremenu, Institut za radnu medicinu izvršio je, na zahtev Komisije, potrebna ispitivanja i izveštava da ultra-fine (prečnika oko 0,1 μm) čestice materijala u vazduhu potencijalno mogu da dovedu do većeg oštećenja ljudskih plućnih ćelija, od iste mase finih (prečnika oko 1 μm) čestica. Institut predlaže dalje ispitivanje koje bi moglo pokazati, da li postoji razlika potencijalne škodljivosti između čestica koje sadrže kiseonične i onih koja sadrže azotne supstance.

Evropski parlament (EP) prihvatio je predlog Evropske komisije (EK) da se obeleže sve namirnice koje sadrže preko 0,9% genetski izmenjenih organizama (GMO), što se prvi put odnosi i na životinjsku hranu, i smatra da će novi propisi obezbediti potpuno praćenje GMO od "njive do trpeze". Prema propisima organizacije koje koriste ili posluju sa GM-proizvodima su obavezne da o njima sakupljaju i iznose informacije, koje će biti prenete kroz trgovinsku mrežu i čuvane u arhivi 5 godina. Odluka o tome koje GM-sastojke treba odobriti neće biti jedinstvena: Evropski Institut za bezbednost hrane treba najpre da oceni rizik od GMO i GM-hrane i ispita opšti stav stanovništva pre sastavljanja predloga za davanje ili odbijanje dozvole, a države članice će potom odlučiti da li će prihvatiti taj predlog. Pošto je Savet ministara poljoprivrede potvrdio rezultate glasanja u EP, propisi će stupiti na snagu 20 dana po objavljivanju Službenog lista EU, a firme moraju primeniti nove propise o obeležavanju u roku od 6 meseci od dana objavljivanja.

EK je predložila nove propise o sprečavanju zagađivanja podzemnih voda, koji će, ako ih prihvate EP i Savet ministara, obavezati države članice da prate i ocenjuju kvalitet ovih voda i da utvrde i izmene sve trendove povećanja njihovog zagađivanja. Podzemne vode predstavljaju 97% raspoloživih svetskih izvora sveže vode (ne računajući lednike i ledene pokrivače), a predloženim propisima EK želi obezbediti koordinaciju praćenja njihovog kvaliteta u celoj Evropi. Rezultati dobijenih primenom propisa će se koristiti za preduzimanje mera sprečavanja ili ograničenja zagađivanja podzemnih voda, što treba da se unese u opštu Direktivu o vodama, koje stupa na snagu 2012. EK traži od država članica da dobijene podatke uporede sa standardima kvaliteta u propisima EU o nitratima, zaštiti bilja i biocidnim proizvodima, u kojima su navedene maksimalne dozvoljene koncentracije u podzemnoj vodi mnogih zagađivača. Države članice treba da odrede maksimalne dozvoljene koncentracije zagađivača, koje nisu donete EU-propisima, do juna 2006. U predlogu su izneti specifični kriterijumi za utvrđivanje značajnih i održivih trendova povećanja koncentracije zagađivača i ukazano kad se moraju preduzeti mere za postizanje suprotnog trenda. To može da se učini ako se utvrdi trend povećanja u određenom vremenskom periodu ili kada koncentracija zagađivača dostigne 75% od maksimalno dozvoljene.

**7. SVETSKI KONGRES
HEMIJSKOG INŽENJERSTVA
(WCCE7)**

U ime Evropske federacije hemijskog inženjerstva (EFCE) britanski Institut hemijskog inženjerstva (IchemE) organizuje 10–14. jula 2005. u Glazgou 7. Svetski kongres hemijskog inženjerstva (WCCE7) koji uključuje 5. Evropski kongres hemijskog inženjerstva. Kongres predstavlja najveći evropski sastanak hemijskih i procesnih inženjera, a podržavaju ga 3 glavne naučne akademije Velike Britanije: The Royal Society, The Royal Academy of Engineering i The Royal Society of Edinburgh. Vodeće svetske kompanije pokazale su svoju privrženost budućem razvoju hemijskog i procesnog inženjerstva svojom finansijskom podrškom i učešćem u sastavljanju programa. Kongres se zasniva na rezultatima prethodnih kongresa, a predstavlja jedinstvenu mogućnost prikaza najnovijeg razvoja hemijskog i procesnog inženjerstva širom sveta. Očekuje se da tehnički program Kongresa, u čijem sastavljanju su učestvovali naučnici iz oko 40 zemalja, unapredi razmenu znanja i kooperaciju u svim oblastima hemijsko–inženjerske nauke i prakse, sa posebnim naglaskom na interdisciplinarnu veze i komercijalne mogućnosti stvorene hemijsko–inženjerskim inovacijama.

Kongres je organizovan u 5 inovacionih tematskih sekcija, koje obuhvataju sve oblasti hemijskog inženjerstva, a sastojaće se od plenarnih predavanja pozvanih autora, usmenih saopštenja stručnjaka koji rade u vodećim oblastima hemijskog inženjerstva i srodnim oblastima i sekcije postera. Dostavljene abstrakte radova pažljivo će proučiti grupa internacionalnih eksperata i prihvaćene uneti u odgovarajuću tematsku sekciju. Odabranim autorima postera biće ponuđena mogućnost usmenog izlaganja u Kontaktom forumu, sekciji posebno namenjenoj kratkim izlaganjima grupisanim u tematske oblasti.

Obrazovanje je centralna tačka svih tematskih sekcija, te se očekuju saopštenja koja se odnose na internalizaciju obrazovanja i obuke, kao i doprinose kojima se ispituju novi načini efikasnog permanentnog obrazovanja.

Kongres pruža mogućnost iznošenja radova koji se odnose na celu oblast hemijskog inženjerstva uključujući rukovođenje industrijom i specijalnu sekciju posvećenu svakodnevним problemima procesnih inženjera. Očekuju se i prilozi industrijskih stručnjaka, zakonodavaca i konsultanata koji se bave oblastima kao što su produktivnost preduzeća, preimućstvo integriteta, energetska efikasnost, pouzdanost, popustljivost, studije pojedinih slučajeva koje ilustruju najbolja rešenja, i radovi koji prikazuju rešenja teškoća koje se javljaju u radu procesa širom sveta.

TEMATSKIE SEKCIJE

**Nauka u inženjerstvu
(Science into Engineering)**

U ovoj temi će se izneti značajna naučna otkrića, njihova primena u hemijskom inženjerstvu i društvena uloga u 5 ključnih tema, koje se bave prenosom nauke u inženjersku praksu. Svaku temu će voditi svetski autoritet i pozvati na internacionalni nivo debata. Predviđa se iznošenje priloga iz oblasti fundamentalnih i inženjerskih nauka i studija pojedinih slučajeva koji su doveli do novih proizvoda, materijala ili procesa. Obuhvaćene su oblasti:

- proizvodnja nano–proizvoda,
- energetske i nuklearne nauke,
- senzori i merenje,
- kontrola sila i površina,
- formulacija usavršenih proizvoda.

**Unapređenje osnovnih oblasti
(Advancing the Fundamentals)**

Fenomeni prenosa, hemijsko reakciono inženjerstvo i termodinamika predstavljaju uobičajen okvir klasične teorije hemijskog inženjerstva. U ovoj temi će se ispitati kako su nove oblasti dovele do boljeg razumevanja fundamentalnih mehanizama, koji se javljaju u procesima od industrijskog, socijalnog i ekonomskog značaja. Predviđa se iznošenje rezultata istraživanja koji se odnose na nova rešenja i prikaze klasičnih problema, korišćenje novih fizičkih, matematičkih i kompjuterskih metoda, primena tradicionalnih metoda na nove probleme i potencijalno srodne oblasti.

- Obuhvaćene su oblasti:
- fenomeni prenosa,
 - termodinamika,

- kataliza i reakciono inženjerstvo,
- modelovanje,
- mehanika fluida i mikrofluida,
- međupovršinski i koloidni fenomeni.

**Ekonomski razvoj
(Molecules into Money)**

Hemijsko inženjerstvo pokreće ekonomski razvoj i predstavlja osnovu imovinskog napretka. U ovoj temi će se razmatrati radovi koji se odnose na stvaranje novih mogućnosti inovacijom proizvoda i/ili procesa. Takođe se predviđaju radovi koji iznose tehnološko–ekonomske analize, donošenje poslovnih odluka, ulogu preduzetništva u hemijskom inženjerstvu i strategiju i metodologiju tehničkih inovacija.

Obuhvaćene su oblasti.

- inovacije procesa i proizvoda,
- intenzifikacija procesa,
- tehnologija projektovanja i upravljanja,
- preduzetništvo i rizična ulaganja,
- poslovni i tehnički rizik.

**Kompleksna rešenja
(Managing Complexity)**

Hemijski inženjeri rešavaju mnoge kompleksne probleme uključujući razvoj procesa, projektovanje i rad postrojenja, podršku pri donošenju poslovnih odluka, upravljanje rizikom, razumevanje globalnog okruženja i druge probleme inženjerstva procesnih sistema. U ovoj temi će se iznositi nova teorijska ili praktična, kompjuterska i nekompjuterska rešenja problema sa kojima se bavi hemijsko inženjerstvo. Predviđa se iznošenje radova o svim aspektima rešavanja kompleksnih problema.

Obuhvaćene su oblasti:

- multidimenziono modelovanje,
- sinteze i projektovanje procesa,
- rad, automatizacija i kontrola procesa,
- menadžment snabdevanja i podrška poslovnim odlukama,
- strategija novih kompjuterskih i numeričkih rešenja,
- sistemi bezbednosti i menadžment rizika,
- biologija sistema (zajedno sa temom Inženjerstvom u životu).

Inženjerstvo u životu (Engineering for Life)

Inženjerstvo koje poboljšava kvalitet života je i dalje prioritet srazmerno povećanju saznanja čovečanstva o prirodi i međusobnom odnosu sa njom. Obradiće se 2 glavne oblasti. Prva identifikuje mogućnosti koje proizilaze iz razvoja bionauka, a inženjerstvu su omogućile proizvodnju novih, kompleksnih proizvoda npr. proteina, DNA, virusa i tkiva sisara. U drugoj će se razmatrati šire ljudsko društvo, životna sredina i problemi resursa i energije do kojih dolazi nastavkom održivog razvoja. Obe oblasti će težiti utvrđivanju ključnih nosilaca razvoja i načina na koji će hemijski inženjeri moći da odgovore svojim poznavanjem procesa i proizvoda.

Obuhvaćene su oblasti:

- biohemijsko inženjerstvo,
- inženjerstvo tkiva,
- način uzimanja lekova,
- biomaterijali,
- održive i čiste tehnologije,
- ekološko inženjerstvo i menadžment,
- efikasnost resursa i energije.

OPŠTE INFORMACIJE

Dostavljanje abstrakta

Krajnji rok za on-line dostavljanje abstrakta je 1. juli 2004, a svi dostavljeni na papiru ili u nespecificovanom obliku biće odbačeni. Za metodu on-line dostavljanja obratiti se na website Kongresa: www.chemengcongress2005.com, preko koga se dobijaju obaveštenja o njoj, a ako postoje ma kakve teškoće u njejoj primeni obratiti se za pomoć sekretarijatu Kongresa na adresu: Concord Services Ltd–WCCE7 Abstract Submission, 42 Canham road, London W37SR, UK, telefon: +44/0/2087433106. Preko e-mail–a dostavlja se obaveštenje koje potvrđuje prijem abstrakta, a ako se to obaveštenje ne dobije u roku od 7

dana od podnošenja, obratiti se sekretarijatu Kongresa.

Pre dostavljanja abstrakta treba pažljivo pročitati sledeća uputstva:

- biće prihvaćeni samo abstrakti podneti na engleskom jeziku,
 - abstrakti dostavljeni faksom ili u neodgovarajućem obliku biće odbačeni,
 - svi autori koji iznose rad moraju se registrovati za Kongres sa odgovarajućom kotizacijom; podnošenje abstrakta ili rada ne predstavlja registraciju za Kongres,
 - treba predložiti jednu oblast iz navedenog spiska za svaku temu koja najviše odgovara radu; navedena oblast će se koristiti za unošenje abstrakta u sekciju koja mu najviše odgovara,
 - imena autora treba dostaviti u formatu AB Smith,
 - naslov treba da sadrži maksimalno 150 slova i treba da bude na donjem delu teksta sa početnim velikim slovom,
 - tekst abstrakta treba da sadrži približno 250–300 reči.
- Abstrakti primljeni za iznošenje radova biće objavljeni u "Knjizi abstrakta".

Dostavljanje radova

Obaveštenje o provizornom prihvatanju biće dostavljeno do 4.10.2004, a krajnji rok za dostavljanje potpunog teksta rada je 2.10.2004. Marta 2005. autori će biti obavješteni da li je njihov rad prihvaćen, kada će dobiti i sve detalje načina iznošenja i za to raspoloživih uređaja. Odabrani radovi biće objavljeni u posebnom broju službenog časopisa Evropske federacije hemijskog inženjerstva, koji će biti objavljeni pre Kongresa, a autori će o tome biti unapred obavješteni decembra 2004. Za informacije o časopisu obratiti se na: www.icheme.org/journals. Drugi istaknuti časopisi interesovali su se za objavljivanje proširenog teksta nekih radova posle Kongresa.

Razna obaveštenja

Kongres se održava u Škotskom centru za izložbe i kongrese, jezik Kongresa je engleski, a delegati pri dolasku će dobiti materijal koji obuhvata knjigu abstrakta i CD ROM potpunog teksta radova. Centar se nalazi u blizini glavne putne mreže, udaljen je manje od 20 min od internacionalnog aerodroma, koji ima redovnu autobusku vezu sa centrom grada. Centar ima takođe svoju železničku stanicu, te je lako pristupačan iz svih krajeva zemlje. Postoji veliki automobilski parking sa dnevnom cenom od 3,50 funti. Učesnici kojima je potreban pismeni poziv treba da se obrate preko kongresnog website za dalje informacije. Izložba proizvoda i određenih usluga za profesionalne hemijske inženjere, uključujući publikacije, kompjuterske programe, konsultovanja, pomoćna sredstva za nastavu i laboratorijske uređaje planirana je u Kongresnom centru, a organizuje je **tce**, zvanični kongresni dnevni list. Više informacija može se dobiti preko e-mail: wcce7expo@icheme.org.uk.

Kotizacija

Za registrovanje on-line ili dostavljanje registracionog lista obratiti se na kongresni website. Na osnovu toga dobija se prihvatanje registracije, ali to nije potvrda registracije i smeštaja koja se dobija obradom dostavljenih zahteva i prijemom kotizacije organizatoru Kongresa.

Kotizacija koja sve uključuje (prisustvo svim sekcijama Kongresa, zakuske, osveženja, socijalni program i potpuni tekst radova na CD-ROM) iznosi u funtama:

	Do 14.4.2005.	Od 15.4.2005.
Učesnici	695	795
Poslediplomci	395	395
Jednodnevna registracija	295	295
Prateće osobe	195	245