

novosti i zanimljivosti

Uređuje: Mirko Klaić, dipl. ing.

Novi postupak proizvodnje procesora

Intel razvija energetski posebno štedljivu varijantu metode proizvodnje mikroprocesora u tehnici 65 nm. Ta varijanta s ultra niskom snagom omogućava proizvodnju čipova s ekstremno malim potroškom struje za mobilne uređaje. Taj postupak će biti drugi proizvodni proces na temelju Intelove tehnologije za 65 nm. Intelovi projektanti čipova time žele osvojiti novi prostor za plasman tako da sužavanjem prostora između vodiča smanjuju potrošak energije, što korisnici uređaja napajanih iz baterija i zahtijevaju.

»Kupci se opredjeljuju u pravilu za mobilne uređaje koji nude po mogućnosti dulje trajanje baterije«, kaže Mooly Eden, potpredsjednik i glavni menadžer za Intelove proizvode za mobilne uređaje. »Ti proizvodi iznimno mnogo profitiraju od našeg novog proizvodnog postupka. Za buduće mobilne uređaje mi ćemo birati proizvodni postupak, koji nudi najveće prednosti«.

Jedan od čimbenika za uspješno smanjenje potroška energije procesora je razvoj boljih tranzistora. Oni, i kada ne rade, imaju struje odvoda i time predstavljaju izazov za cijelo područje. »Na mnogim čipovima je već više od 1 mrd tranzistora. S obzirom na tako veliki broj, jasno je da poboljšanja tranzistora rezultiraju ogromnim prednostima cijelog čipa«, objašnjava Mark Bohr vođa sektora arhitekture procesora i integracije u Intelu. Probni čipovi s tehnikom 65 nm imali su tisuću puta manje gubitke u usporedbi sa standardnim procesom. Proveden je niz modifikacija na gradi tranzistora u procesu proizvodnje. One značajno suzbijaju tri glavna izvora odvoda struje tranzistora: Sub-Threshold-Leakage, Junction-Leakage i Gate-Oxid-Leakage. Korisnici profitiraju od postignute manje potrošnje energije što dovodi do znatno duljeg trajanja baterije.

ntz 7-8/2005

Magnetometar mjeri 50 pikotesla

Kada se radi o magnetskim poljima, ljudima nedostaje osjećaj za veliko i malo. 50 pT je otprilike milijunti dio jakosti Zemljinog magnetskog polja. Istraživači Nacionalnog instituta za standarde i tehnologiju (NIST) u SAD-u razvili su začuđujuće mali senzor, oko 100 puta manji od današnjih običnih magnetometara. Zasniiva se na tehnologiji, koju je NIST već prije predstavio kada je gradio male atomske satove. Novi senzor može se napraviti s poznatom poluvodičkom tehnikom i stoga je jeftin za proizvodnju. I konačno, zajedno s potrebnom elektronikom kao gotovi proizvod velik je otprilike kao kocka šećera, tj. oko 1 cm³. Osjetljivost mu je tako visoka da može otkriti čelični cjevovod na dubini od 35 metara na temelju deformacije Zemljinog magnetskog polja na površini. Tehnički je to riješeno tako da kroz rubidijeve pare

prolazi vrlo slaba laserska zraka. Pri nazočnosti magnetskog polja svjetlost lasera se više ili manje apsorbira, dok preostala svjetlost pada na fotočeliju. Stupanj apsorpcije je mjera za jakost magnetskog polja.

Elektronik Informationen 4/2005.

Ekološko rješenje napajanja platforme energijom

Proizvodna platforma za plin *Troll A* u Sjevernom moru je prva platforma u svijetu koja se napaja putem podmorskog kabla za istosmjernu struju s kopna. Oprema za projekt razvijena je u tvrtki ABB, koja je završetak projekta predstavila u listopadu 2005. godine.

Plinska platforma norveškog naftnog koncerna *Statoil* udaljena je od norveške obale oko 70 km i u pogonu je od 1996. godine. Početkom listopada prošle godine pokrenuta su dva kompresora snage od po 40 MW na platformi, koji održavaju potrebni tlak plina za transport. Činjenica da tlak plina pada godišnje za oko 3 % znači da će u budućnosti trebati još i više snage kompresora.

U okviru ugovora, koji je tvrtka ABB potpisala 2002. godine, isporučila je dva ključna sustava: sustav istosmjernog veleprijenosa (*HVDC Light*) energije podmorskim kabelom i elektromotore vrlo visokog napona tako da dva kompresora od po 40 MW rade bez proizvodnje električne energije na platformi.

Prednostima napajanja energijom s kopna, koje su se već u fazi ispitivanja jasno pokazale, treba dodati i rad bez emisije štetnih plinova (ukupna energija za *Troll A* dobiva se od hidroelektrane na kopnu), povećanje ekonomičnosti prijenosa, produljenje života opreme, smanjeni broj prekida pogona radi održavanja i znatno poboljšani zdravstveni uvjeti i sigurnost na platformi. Sve to dovodi do velikih ušteda i smanjenja troškova. Veliki značaj projekta postaje očit kada se zna da platforma *Troll A* isporučuje toliko plina da pokriva oko 10 % ukupnih potreba Europe. Dnevno može dati i 120 mln Nm³, a u 2004. godini isporučila je ukupno 26,39 mrd Nm³ plina.

Za ostvarenje projekta najvažniji je razvoj dva ključna sustava:

- elektromotora vrlo visokog napona, snage 40 MW, s namotom od visokonaponskog kabla za priključak bez transformatora i
- sustava istosmjernog veleprijenosa pod nazivom *HVDC Light*, projektiranog za prijenos energije nešto veće od 80 MW, podzemnim i podmorskim kabelima. Konstrukcija je prilagođena mogućnostima ugradnje na platformi, a ključni elementi su tranzistori IGBT.

Zahvaljujući prijenosu energije iz hidroelektrane na kopnu na platformu sustavom *HVDC Light* izbjegnuta je emisija od oko 230 000 tona plina CO₂ i 230 tona plino-

va NO_x godišnje. Kako se za emisiju CO_2 plaća oko 20 eura po toni, to znači uštedu od oko 4,6 mln eura godišnje. Napominjemo da se kod konvencionalnih projekata kompresori pogone plinskim turbinama ili dizelskim motorima, koji, kako je poznato, rade s niskim stupnjem djelovanja. Također su područja zdravlja i sigurnosti na radu znatno poboljšana, a broj nesreća smanjen je na nulu. Kako je u području energenata sve nesigurnije stanje, što se po događanjima u svijetu vidi, može se očekivati da će više takvih postrojenja prihvatiti prikazani ili slični projekt napajanja energijom.

ew 26/2005

Hladna fuzija se vraća?

Početak 2004. godine James Decker, zamjenik direktora Ureda za znanost pri Ministarstvu energije, SAD, najavio je da ponovno pokreće znanstveno istraživanje vezano uz hladnu fuziju.

Priča s hladnom fuzijom započela je na konferenciji za tisak u ožujku 1989. godine. Stanley Pons i Martin Fleischmann, obojica elektrokemičari, tada na sveučilištu u Utahu u Salt Lake Cityju, izvijestili su da su otkrili fuziju pomoću akumulatora spojenog na elektrode od paladija uronjene u vodenu kupelj u kojoj je vodik bio zamijenjen njegovim izotopom deuterijem. Uz tu tvrdnju došlo se do pretpostavke da se fuzijom na stolu može proizvesti, više ili manje ograničena, jeftina, čista energija.

Imajući u vidu tradicionalno gledanje fizičara na fuziju, a to je spajanje jezgara deuterija, što zahtijeva temperature od više desetaka milijuna stupnjeva Celzija, tvrdnja da se to može učiniti pri sobnoj temperaturi s parom elektroda spojenih na akumulator, izazvala je nevjericu.

No, iako su neki znanstvenici izvijestili da su uspjeli reproducirati taj rezultat i to mjestimično, mnogi drugi izvijestili su o negativnim rezultatima, pa je hladna fuzija označena smećem u znanosti.

Danas se, uglavnom, pobornici hladne fuzije smatraju tek malo boljima od dobavljača zmijskog ulja ili talismana za sreću. Kritičari kažu da ekstravagantne tvrdnje koje stoje iza hladne fuzije trebaju biti potkrijepljene iznimno snažnim dokazima koji se do sada još jednostavno nisu ostvarili. »Koliko znam, ništa se nije promijenilo što bi hladnu fuziju učinilo vrijednom da se na nju još jednom baci pogled«, kaže Steven Koonin, član tijela stručnjaka koji su procjenjivali hladnu fuziju pri Ministarstvu energije još 1989. godine.

Zbog takvih stajališta znanost je taj fenomen ignorirala gotovo 15 godina. Ali skupina predanih istraživača nastavila je s eksperimentima. Za njih je promjena u stavu Ministarstva energije ključni korak prema tome da ih se ponovno prihvati kao znanstvenike. A u tajnosti, znanstvenici u mnogim zemljama, posebice u SAD-u, Japanu i Italiji, radili su tiho više od jednog desetljeća da bi spoznali znanstveno što stoji iza hladne fuzije. (Danas oni to nazivaju nuklearnim reakcijama slabe energije ili, ponekad, kemijski potpomognutim nuklearnim reakcijama). Za njih je promjena u stavu Ministarstva jednostavno priznanje onoga što su cijelo vrijeme i govorili: što god hladna fuzija bila, nužno ju je objasniti prvim znanstvenim postupcima.

Prvi znak da se klima možda mijenja stigla je u veljači 2002. godine kada je ratna mornarica SAD-a otkrila da su njezini znanstvenici u tajnosti istraživali hladnu fuziju, više ili manje neprekidno, sve otkako je započeo njezin slom. Većina tih radova obavljena je u Centru za svemirska istraživanja i pomorske vojne sustave u San Diegu, gdje se ideja stvaranja energije iz morske vode – dobrim izvorom teške vode – činila privlačnijom nego u drugim laboratorijima.

Mnogi su znanstvenici u Centru radili s Fleischmannom, uvaženim elektrokemičarom, da bi ustanovili da je imao potpuno krivo, što je bilo teško povjerovati. Čak što više, ratna mornarica je potaknula upuštanje u rizike prilikom istraživanja i pribavila manje sume novca za istraživače da bi mogli nastaviti s onim za što su zainteresirani.

U San Diegu i drugim istraživačkim centrima znanstvenici su nagomilali mnoštvo dokaza da se događa nešto neobično kada se pusti struja kroz elektrode od paladija, koje su u teškoj vodi.

A do 2002. godine veći je broj znanstvenika pri američkoj ratnoj mornarici bio uvjeren da je došlo vrijeme da se baci rukavica za dvoboj. U izvještaju u dva sveska pod naslovom *Termalni i nuklearni aspekti sustava Pd/D 0* na zamjetan je način uputio zamolbu za odgovarajućim financiranjem Frank Gordon, rukovoditelj za navigaciju i primijenjenu znanost pri Mornaričkom centru. »Vrijeme je da se ovaj fenomen istraži tako da možemo požnjati sve pogodnosti koje bi, eventualno, proizišle iz znanstvenog razumijevanja tog fenomena. Vrijeme je da vladine agencije za financiranje investiraju u ovo istraživanje«, kaže Gordon. Ministarstvo energije uočilo je spomenuti izvještaj, ali se činilo da je to vrlo malo utjecalo na njihovu odluku.

No, u kolovozu 2003. godine u hotelu u blizini Instituta za tehnologiju u Cambridgeu, Massachusetts, sastalo se oko 150 inženjera i znanstvenika na 10. međunarodnoj konferenciji o hladnoj fuziji. Promatrači na konferenciji bili su zapanjeni pažljivim načinom kojim se odnosilo prema različitim prijašnjim kritikama upućenim na račun istraživanja. Tijekom godina, brojne su skupine širom svijeta reproducirale izvorni Pons-Fleischmannov učinak prekomjerne topline, dobivajući ponekad čak 250 % od uložene energije.

Dakako, prekomjerna energija sama po sebi nije dovoljna da bi se utvrdilo da dolazi do fuzije. Kao dodatak energiji, kritičari će odmah naglasiti da bi fuzija jezgri deuterija trebala proizvesti i druge nusproizvode, kao što su helij i izotop vodika tricij. Dokazi o ovim nusproizvodima bili su oskudni iako su Antonella de Ninno i njezini suradnici iz talijanske Nacionalne agencije za nove tehnologije, energiju i okoliš u Rimu pronašli čvrste dokaze stvaranja helija kada se proizvodi prekomjerna toplina, a inače ne.

Ostali znanstvenici napokon počinju objašnjavati zašto je teško reproducirati Pons-Fleischmannov učinak. Mike McKubre sa SRI International u Menlo Parku, Kalifornija, uvaženi istraživač, vrlo utjecajan među onima koji se bave hladnom fuzijom, kaže da se spomenuti učinak može pouzdano ostvariti samo tada kada se elektrode paladija »omotaju« deuterijem uz omjer 100 % – jedan

atom deuterija za svaki atom paladija. Njegov rad pokazuje da ako se omjer snizi za samo 10 %, na 90 %, proizvedena toplina će biti samo 1/6 od one kod omjera 100 %.

Znanstvenici počinju sve bolje »pipavati« kako točno dolazi do spomenutog učinka. Stanislaw Szpak sa suradnicima pri Zapovjedništvu za svemirska istraživanja i pomorske vojne sustave snimio je infracrvenim zrakama elektrode od paladija kako proizvode prekomjernu energiju. Ispada da se toplina ne proizvodi neprekidno po cijeloj elektrodi nego samo u vrućim točkama koje erupiraju i zatim nestaju s površine elektrode. Ista je ekipa došla do dokaza o neobičnim minieksplzijama na površini elektrode.

Fleischmann, koji je još uvijek uključen u hladnu fuziju kao savjetnik brojnim skupinama, osjeća da je osvijetlio svoj obraz. Na konferenciji je rekao: »Vjerujem da posao obavljen tako iscrpno pokazuje da postoji novo i vrlo specifično polje istraživanja koje čeka da ga se istraži«.

Za Petera Hagelsteina, inženjera elektronike u MIT-u, koji radi na teoriji koja stoji iza hladne fuzije i koji je predsjedavao konferencijom u kolovozu 2003. godine, kvaliteta rasprava bila je na visokoj razini. »Očigledno je da se učinci događaju«, kaže on. Sa svoja dva suradnika vjeruje da su rezultati bili toliko značajni da su zavrijedili da se o tome izvijesti Ministarstvo energije, pa su koncem 2003. godine organizirali sastanak s Deckerom pri spomenutom Ministarstvu.

Bio je to sastanak koji se dramatično isplatio. Ponovno istraživanje dat će istraživačima hladne fuzije priliku, možda i posljednju, da pokažu životnost. Ministarstvo još samo treba odlučiti o tome što će se učiniti i tko će to učiniti. Nema nikakvih jamstava u vezi financiranja ili potpore za ubuduće. No, za disciplinu čije je ime postalo tek prototip nečeg lošeg za znanost, ponovno istraživanje koje pokreće Ministarstvo energije velika je i povoljna prilika.

IEEE Spec. Sept. 2004.

LED diode u automobilima

Tijekom prošlog desetljeća elektronika za automobile doživjela je kvantni skok. To važi i za količine i za postignuti napredak sustava za elektroničko upravljanje, telematiku i zabavu. Kad se gleda u budućnost, može se očekivati da će se razvoj elektronike za automobile još ubrzati. Istraživačka tvrtka *Allied Business Intelligence* na temelju vrijednosti tržišta poluvodiča za automobile od 12,3 mrd američkih dolara u 2004. godine očekuje povećanje na više od 17 mrd američkih dolara u 2007. godini. Na sličan način predviđa *Strategy Analytics* da će troškovi za autoelektroniku, koji danas iznose 20 % od ukupnih troškova za proizvodnju automobila, do 2008. godine porasti na 30 %.

Takav porast izazvalo je više čimbenika. Na jednoj strani su brojni tradicionalni mehanički sustavi kao regulacija prigušivanjem, regulacija kočenja i rada motora, koji se danas upravljaju i optimiraju elektroničkim sustavima. Na drugoj strani razvija se rasvjeta LED diodama,

sustavi za zabavu i bežična navigacija ugrađuju se i u automobile koji ne pripadaju luksuznoj klasi kao standardna oprema. Svi ti sustavi, osim ostalog, zahtijevaju i upravljanje potrošnjom energije.

Težište ovog članka će biti na istraživanju važnog područja, koje je također doprinijelo spomenutom porastu, a radi se o rasvjeti LED diodama kod današnjih i budućih generacija automobila. Ta nova rasvjeta stavlja razvojne institucije i proizvođače autoelektronike pred nove izazove.

Prednosti, kao što su male dimenzije, mala potrošnja energije i brzina nastajanja svjetlosti neke su od uzroka brzog širenja primjene LED dioda, a prva primjena je počela s dodatnim svjetlom kočenja ugrađenim iznad stražnjeg stakla.

Prema podacima tvrtke *Strategies Unlimited* 15 % svih proizvedenih jačih LED dioda u 2003. godini bilo je ugrađeno u automobile, a vrijednost im je veća od 400 mln američkih dolara. Iako su klasične žarulje i dalje troškovno najpovoljniji izvori svjetlosti, ipak se sve više traže LED diode zbog nekih svojih izvanrednih obilježja. Jedno od njih je trajnost koja iznosi i do 100 000 radnih sati (ako je uključena 24 sata na dan, trajat će 11,5 godina!) i niti jedan drugi izvor svjetlosti ne traje ni približno tako dugo. To znači da ne treba predviđati zamjenu tijekom korištenja automobila, jer će sigurno LED dioda nadživjeti automobil. To također znači da se može slog LED dioda ugraditi trajno bez mogućnosti pristupa, a kako je slog male debljine i zahtijeva vrlo malo prostora, konstruktori imaju više slobode pri oblikovanju karoserije. Kada je riječ o farovima koji zahtijevaju jako svjetlo, tu se još uvijek primjenjuju klasični izvori svjetlosti.

Obično se primjena LED dioda u automobilima dijeli na tri segmenta: rasvjetu pojedinačnim LED diodama, pozadinsku rasvjetu displeja i svjetla kočenja, jer je svaki od njih za sebe specifičan.

Na mnogim mjestima u modernom automobilu rasvjeta se već ostvaruje pojedinačnim LED diodama. To važi za sva svjetla prostora unutar i izvan automobila, za rasvjetu instrumentne ploče kao i nekoliko svjetala izvan automobila. Za ta svjetla se primjenjuju LED diode većih snaga, a napajaju se iz integriranih krugova koji napon akumulatora snizuju na npr. 2,7 do 4,8 V, što ovisi o tipu i boji LED diode.

Posebna je primjena većeg broja (i do 50) bijelih LED dioda za pozadinsku rasvjetu navigacijskog displeja. Prije se za to koristila razmjerno skupa i velika svijetleća cijev.

Već smo rekli da je primjena LED dioda za rasvjetu u automobilima počela s nizom crvenih dioda kao dodatnim svjetlom kočenja. Računa se da je do konca 2003. godine bilo već 40 % svih vozila izvedeno s takvim svjetlom. LED diode postižu puno svjetlo već u prvoj milisekundi, dok klasične žarulje za to trebaju i 200 ms. Za toliko vremena će vozač koji vozi iz prije dobiti signal o kočenju vozila ispred. Osim toga potrošak struje manji je za 80 % u usporedbi sa žaruljama. Kod nekih novih modela automobila i motorkotača već se ugrađuju slogovi crvenih LED dioda za glavna svjetla kočenja. Japanski proizvođači autoelektronike vjeruju da će od 2006. godine sva rasvjeta automobila, uključivo i farovi, biti ostvarena LED diodama.

Za sve LED diode u automobilu proizvode se integrirani krugovi koji obavljaju sljedeće zadatke: pretvorba napona akumulatora na potrebni napon za LED diode, automatska regulacija struje diode bez obzira na promjene napona napajanja, zaštita LED dioda od previsokog napona, regulacija jakosti rasvjete po želji kod nekih svjetala. Također, budući da sklop za napajanje radi na nekoj višoj frekvenciji pri pretvorbi istosmjernog napona, može se ta frekvencija po potrebi promijeniti, ako uzrokuje smetnje uređaja za komunikaciju i navigaciju.

Elektronik Informationen 4/2005.

Novosti iz područja vodik – gorivne ćelije

Povjerenik za znanost i inovacije u Komisiji EU Janez Potočnik otvorio je 7. 7. 2005. godine novo postrojenje za ispitivanje vodika i gorivnih ćelija u Institutu za energiju Europske unije u gradu Petten, Nizozemska. Novo postrojenje je rezultat nastojanja Komisije da pruži donositeljima političkih odluka i industriji neovisnu procjenu mogućnosti (korisnost, sigurnost, djelovanje na okoliš i pouzdanost) tehnologije vodika i gorivnih ćelija. Postrojenje će omogućiti simuliranje pogonskih uvjeta gorivnih ćelija i spremnika vodika tijekom njihovog cijelog radnog vijeka.

»Svi znamo, da moramo pronaći ciste, sigurne i raspoložive izvore energije, budući da potreba za njom raste, a Europa je neprekidno ovisna o uvezenoj energiji«, pojašnjava povjerenik J. Potočnik. »Vodik posjeduje ogromni potencijal i može biti jedan od elemenata buduće održive opskrbe energijom. Razvojem ovog postrojenja Komisija naglašava svoju želju za korištenjem tih potencijala«.

Znanstvenici Instituta za energiju će simulirati rad gorivnih ćelija u svim predvidljivim uvjetima tijekom njihovog cijelog životnog ciklusa – od arktičkih do tropskih uvjeta i od vožnje autoputom do vožnje šumskim putevima. Istraživat će se također realno simuliranje brzog punjenja (1000 puta u vremenu manjem od 3 minute po punjenju) i sporog pražnjenja. Dalje će Komisija u svrhu harmoniziranja postupaka i metoda ispitivanja za gorivne ćelije u vozilima i one stacionarne razvijati i normirati ispitne postupke.

Prije nekoliko godina započeo je projekt CUTE, koji se proširio i danas nosi naziv projekt CUTE/ECTOS/STEP. Radi se o 33 autobusa za gradsku vožnju, tvrtke DaimlerChrysler, model CITARO opskrbljenih elektromotorima i gorivnim ćelijama na vodik. Iznajmljeni su gradovima (10 gradova u Europi i Perth u Australiji) radi ispitivanja u stvarnim uvjetima. Projekt je započeo početkom 2003. godine i do danas su svi autobusi zajedno prešli 760 000 km, što je računski jednako putu do Mjeseca i natrag. Ukupno su prevezli oko 3 mln putnika u redovitom prometu. Samo u Stuttgartu su prešli već 100 000 km

i u Luxemburgu isto toliko. U rujnu 2005. godine se trebao i Peking priključiti projektu. Svi prijevoznici su ugodno iznenađeni rezultatima projekta bez problema. Kako se gorivne ćelije još nalaze u razvoju, očekivalo se više tehničkih problema, no oni ipak nastaju češće kod klasičnih komponenata.

U rujnu 2005. godine započele su tvrtke i istraživačke institucije u Oldenburgu, Niedersachsen, Njemačka, projekt »HyWindBalance«. Cilj je rješavanje poznatog problema zbog promjenljive snage koju daju vjetroelektrane, a za to se namjerava koristiti vodik kao spremnik energije.

Vodik kao akumulirajući medij nudi mogućnost, da se električna energija iz obnovljivih izvora, kao što su vjetar i Sunčevo zračenje, koja ne dotiče uz konstantnu snagu i nije uvijek na raspolaganju, na optimalan način uvodi u pojnu mrežu. Električna energija može cijepanjem vode na vodik i kisik (elektroliza) biti pretvorena u kemijsku energiju vodika. Ponovna pretvorba kemijske u električnu energiju događa se u gorivnim ćelijama. Pomoću vodika kao spremnika energije mogu se promjene u snazi koju daju vjetroelektrane izravnati i čak proizvoditi iz obnovljive energije tzv. regulacijska energija za podmirivanje promjenljivih potreba potrošača. Sada se regulacijska energija osigurava termoelektranama na ugljen ili plin.

Vrlo važan dio istraživačkog projekta »HyWindBalance« je razvoj sustava vjetar–vodik za proizvodnju regulacijske energije. Tome također pripadaju optimirane pogonske strategije za takav sustav pod različitim meteorološkim, tehničkim i ekonomskim uvjetima. Pilotsko postrojenje koje se sastoji iz gorivne ćelije, elektrolizera, spremnika vodika i sustava za vođenje pogona izgrađuje se u laboratoriju energije sveučilišta u Oldenburgu.

Projekt »HyWindBalance« (sustav vjetar–vodik za dobivanje regulacijske energije), vođen od tvrtki *Overspeed* i *Planet* traje do konca 2007. godine i vrijednost mu je oko 1,5 mln eura. Od toga otpada na Niedersachsen i EU (fond za regionalni razvoj) oko 620 000 eura. Tvrtka EWG AG dopunjuje projekt i financijski i ljudima.

Torild Skogsholm, norveški ministar za promet i komunikacije dao je 20. 5. 2005. godine do znanja da ima spremno oko 6,35 mln eura za pokuse s alternativnim gorivima i tehnologijama koje čuvaju okoliš. Od toga je 3,8 mln eura rezervirano za projekt koji vodi tvrtka *Hydro*, a to je »vodikov autoput« od Osla do Stavangera. T. Skogsholm pojašnjava da je njegovo ministarstvo novčana sredstva za slične projekte od 2001. godine utrošilo i da će Norvežani biti predvodnici u korištenju takvih tehnologija. Do 2008. godine će se moći voziti od glavnog grada do lučkog grada na zapadnoj obali automobilom pogonjenim vodikom što uključuje i izgradnju odgovarajućih stanica za opskrbu vozila vodikom.

ew 17-18,24/2005.