

Синиша Вукадиновић<sup>1</sup>

## ЗЕЛЕНА ЕНЕРГИЈА ЗА БУДУЋНОСТ ЈАПАНА

Обезбеђивање постојаних извора енергије је увек био изазов за Јапан још од почетака индустријализације земље. Међутим, данас је највећи изазов развој чистих извора енергије како би се смањило загађење и емисија CO<sub>2</sub>.

Јапан се протоколом из Кијота из 1997. године обавезао да ће до 2010. године смањити емисију гасова који поспешују ефекат стаклене баште за 6% у односу на ниво из 1990. године. С обзиром да CO<sub>2</sub> чини више од 80% од укупне количине гасова који изазивају ефекат стаклене баште, најбољи начин да се смањи његова емисија је да се смањи потрошња енергије. Да би се енергија сачувала и користила што ефикасније у Јапану се предузимају следеће мере:

- зидови се боље изолују, а прозори се праве од дуплог стакла, да би се спречило да хладноћа зими или врућ ваздух лети лако улази у просторије;
- користе се расхладни уређаји који троше мање енергије;
- користе се флуоресцентне сијалице које емитују светлост попут обичних, али користе једну четвртину енергије коју иначе користе класичне сијалице, а трају 6 пута дуже (поруцбине за овакве типове сијалица расту из дана у дан);
- замена класичних семафора са онима који су од светлећих диода, чиме се смањује потрошња енергије на четвртину потрошње класичних семафора (у Јапану има око 980.000 различитих семафора);
- повећање броја возила која имају погон на гас и струју.

Данас се такође развија систем који добија енергију из водоника. Већ сада постоје аутомобили са погоном на водоник, а стручњаци процењују да ће таква возила (FCHV<sup>2</sup>) да буду, укупно гледајући, три пута ефикаснија од данашњих аутомобила на класични погон. Процењује се да ће 2040. године бити око 9 милијарди људи на планети и 3 пута више аутомобила него данас и сви ти аутомобили ће моћи да користе исту количину енергије која се данас троши. Тада ће наравно да буде и много мање фосилних горива која ће да обезбеде водоник, али ће на располагању да буду и други извори енергије из којих ћемо добијати водоник, па ће у сваком случају емисија CO<sub>2</sub> бити мања него данас.

---

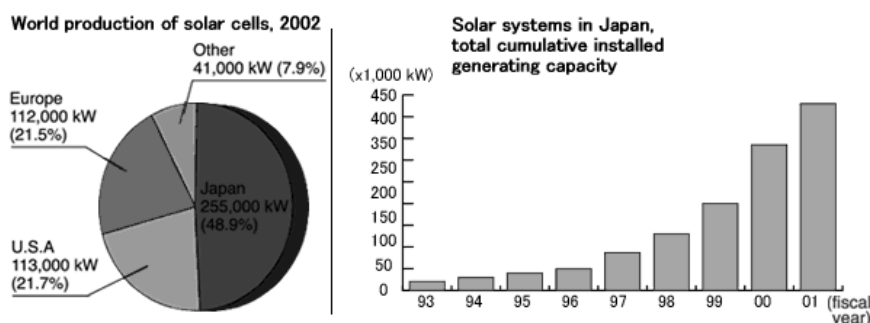
<sup>1</sup> Синиша Вукадиновић, дипл. географ, професор гимназије у Београду.

<sup>2</sup> FCHV – Fuel cell hybrid vehicles

### *Јапан – највећи светски произвођач соларних ћелија*

Снажни сунчеви зраци који допиру до Земље емитују топлотну и светлосну енергију. Један део светлосне енергије може директно да се конвертује у електричну енергију уз помоћ силиконских и других полупроводника. „Bell“ лабораторија из САД је прва 1954. године развила соларне ћелије користећи силиконске полупроводнике. Тада је ефикасност претварања соларне у електричну енергију била свега неколико процената, а 1970-тих година та ефикасност расте на 15%, што соларну енергију чини практичном за употребу. Данас се соларне ћелије све више развијају и њихова ефикасност се повећава на скоро 20%. Количина електричне енергије доступна из сунчеве светлости по једном квадратном метру осунчане површине је око 1 kW. То значи да соларне ћелије површине 1 m<sup>2</sup> и стопом ефикасности од 20%, могу да генеришу 200 W електричне енергије. Повећањем ефикасности соларних ћелија, добија се више електричне енергије без додатног повећања површине потребне за соларне плоче.

Године 2002. укупна светска производња соларних ћелија је износила око 520.000 kW (производња је мерена количином киловата које ћелије могу да генеришу). Јапанска производња соларних ћелија је достигла 48,9% укупне светске производње, око 255.000 kW, што Јапану даје прво и најзначајније место на свету у производњи соларних ћелија. Јапан производи дупло више електричне енергије из соларних ћелија него Европа и три пута више него Сједињене државе. Оно што је интересантно је да се око 90% сунчеве енергије у Јапану генерише на кућним соларним плочама. Један од разлога за то је да су људи у Јапану све више забринути за глобално загађење, а најважнији разлог је да цена соларних плоча све више опада.



Слика 1. – Светска производња соларних ћелија и укупни капацитет<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Извор: New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)

Године 1992. је за инсталацију соларног електричног система снаге 1 kW требало скоро 4 милиона ¥, док је за исти систем данас потребно око 800.000 ¥, односно једна петина цене од пре више од деценију. Просечно јапанско четворчлано домаћинство у просеку троши око 3-4 kW електричне енергије на сат. Они могу да произведу ову количину струје на свом крову уколико део крова окренут ка Сунцу има површину од 20-30 m<sup>2</sup>. Соларне плоче заузимају велике површине земљишта и најисплативије их је инсталирати управо на кровове домаћинстава јер тако не заузимају додатну површину.

Предност таквог начина искоришћавања соларне енергије је коришћење простора који се иначе не употребљава, нема покретних делова, па је производња струје безчујна, систем је дуготрајан и није потребно одржавање. Међутим, постоји један недостатак. Струја не може да се произведе ноћу или кад је време лоше, али се тај проблем решава напајањем из локалне електричне мреже или из посебних акумулатора. Јапанска влада је себи задала циљ да до 2010. године производња из соларних ћелија буде око 4.820.000 kW, што је 10 пута више од данашњег нивоа. Овим ће да се уштеди 1.180.000 кубика сирове нафте, што значи мање емитованог CO<sub>2</sub> као резултат сагоревања фосилних горива.

### ***Енергија океана за безбедан поморски транспорт***

Јапанска поморска агенција за безбедност је истраживала и развијала обновљиве изворе енергије још од раних педесетих година 20. века. Морски путеви захтевају различите типове маркера попут светионика, радио одашиљача и светлећих бова које наводе поморски саобраћај. Ови маркери су често смештени на изолованим острвима и гребенима, па је за сваки овај маркер неопходан независан извор електричне енергије. Постоји око 5.500 различитих поморских маркера ван саме јапанске обале. Данас њих око 3.000 (54%) користе обновљиву енергију. Агенција планира да повећа овај проценат до 80%. Највећи извор обновљиве енергије у Јапану су соларне плоче које захтевају мало одржавања.

Други по важности обновљиви извор енергије су таласне турбине које користе вертикалне покрете океанских таласа стварајући притисак који покреће турбине генератора. Прва таква таласна турбина је почела са радом 1965. год. за светлећу бову у Осака заливу. Проблем са овим системима са обновљивом енергијом је што на њих утиче време. Агенција зато користи комбинацију соларне енергије и енергије таласа како би обезбедила стабилније снабдевање електричном енергијом. Лети, када је сунце јако, а море мирно, већина енергије долази од сунчевог зрачења. Енергија таласа се користи углавном у зимском периоду, када је облачно и када је море често немирно.

### *Енергија биомасе*

Није непозната ствар да се ђубре у Јапану одавно рециклира. Материје које нису биоразградљиве се одвајају из кућног ђубрета. Затим се оно смешта у посебне танкове у коме се врши ферментација и емитује се гас метан. Овај гас покреће мотор који производи електричну енергију. Када је распадања завршено, остатак материје се користи као ђубриво. Такаква на Хокаиду је прво место са оваквим системом у Јапану.

### *Искоришћено биљно уље – замена за бензин*

Јапанци воле дубоко пржене морске плодове и поврће које називају „темпура“, као и остале дубоко пржене намирнице. После таквог начина спремања хране, у Јапану годишње остане 400.000 тона потрошеног прженог уља. Уколико се овакво уље баца, оно може да загади животну средину. Овакво уље се данас трансформише у гориво за моторна возила. Овом прерадом се бави једна компанија која ради овај посао за „Someya Shoten Group of Sumida“ из Токија. Председник компаније, Сомеја Такео, објашњава: „Раније, искоришћено темпура уље је скупљано по ресторанима и рециклирано у ствари попут животињске хране, ђубрива или сапуна. Касније је јефтиније увозно уље заменило искоришћено темпура уље. Таман кад сам размишљао како да се искористи потрошено темпура уље, чуо сам за возила са дизел моторима које покреће биљно уље. Помислио сам, можда можемо исто да урадимо и са темпура уљем.“<sup>4</sup>

После периода истраживања, компанија је успела да развије VDF (Vegetable Diesel Fuel), које се базира углавном на истрошеном јестивом уљу. VDF кроз продукте сагоревања не даје оксиде сумпора и емитује три пута мање црног дима од класичног бензина. Начин прикупљања овог уља је јединствен. Уколико 10 пута пошаљете истрошено уље складиштено у пластичним боцама, постајете власник 3,3 m<sup>2</sup> шуме у Тадами Чо у Фукушима префектури. Овај систем рециклира истрошено јестиво уље, придобија нове власнике шума, штити шуме и смањује емисију CO<sub>2</sub>.

### *Енергија снега – претварање зимског проблема у летње решење*

Недалеко центра Ишикари равнице на Хокаиду, налази се град Бибаи, где годишње падне више од 8 метара снега, више него у било ком месту на острву. Годином за годину, након сваке снежне падавине у Бибаију,

---

<sup>4</sup> *A replacement for gasoline – Running cars on waste vegetable oil; Nipponia – Discovering Japan, page 13, No. 28, 2004.*

вишак снега је одношен и смештан на одређене локације где се налазио све до пролећа када је почео да се топи. Питање је било, да ли тај снег може да се претвори у ресурс!? 1997. године је у Бибаију основано Удружење за истраживање природне енергије, са задатком да пронађе начин како снег може да се искористи. Резултат данас, је да се снегом хладе различити магацини и стоваришта и климатизују зграде када је напољу топло. Снег се чува у магацинима да би се температура у њима одржала између 0 и 4°C током читаве године. Ова температура је идеална за складиштење пољопривредних производа, а снег смањује трошкове који би постојали коришћењем електричне енергије за расхлађивање. Снег се такође чува у складиштима који се налазе непосредно уз стамбене и друге зграде. Постоје два начина како се хлади ваздух у просторијама. У неким зградама ваздух циркулише између складишта са снегом и стамбених просторија, а у другима циркулише хладна вода која настаје топљењем снега. Једна тона снега може да се претвори у исту количину енергије која би настала сагоревањем 10 литара сирове нафте. Данас Бибаи има 7 објеката који користе енергију снега. Град годишње просечно искористи 4.500 тона снега, а самим тим уштеди 45.000 литара сирове нафте.

### ***Нови кондензатори за нови стил живота***

У будућем свету са еколошком савешћу ће постојати електрични аутомобили које ће добијати из соларних плоча или ветрењача. Међутим, ова идеална слика будућег енергетског света још увек није у потпуности изводљива, због тога што данашњи електрични аутомобили имају батерије које су тешке и по 400 kg, често морају да се пуне, а некад и да се у потпуности замене. Соларне плоче претварају сунчеву енергију само док Сунце сија, ветрењаче само док дува ветар, па је неопходна залиха електричне енергије. Све је почело радикално да се мења откривањем нове технологије, посебног система енергетских кондензатора „Energy Capacitor Systems“ (EcaSS). Ови кондензатори чувају електричну енергију у виду електрицитета, па су самим тим ефикасан систем за чување енергије, много ефикаснији од акумулатора које су прво електричну енергију претварале у хемијску да би је сачувале. Данас су класични кондензатори саставни део свих електронских уређаја. Међутим они не могу да сачувају велику количину енергије сем ако су веома тешки и гломазни. Тако рецимо, уколико желимо да на електричном аутомобилу заменимо акумулатор од 400 kg конвенционалним кондензатором, а да његов капацитет буде исти као и капацитет акумулатора, онда би кондензатор морао да буде 20 пута већи и да тежи око 8 тона.

Окамура Мичио је добио идеју о новим кондензаторима када је са танком пластичном подлогом за писање трљао длаку своје кућне мачке,

што је за последицу имало накострешену мачку и пуцкетање. Све што му је требало да развије EcaSS систем пало му је на памет тог тренутка. То је значило да може да се сачува велика количина енергије уколико користи веома танке дупле електричне слојеве. Дебљина ових слојева не може да се пореди ни са дебљином фотографског филма. С обзиром да су ови слојеви толико танки, Окамурини кондензатори су по запремини значајно мањи. Окамура је наставио са развијањем EcaSS система. Овај систем може да сачува исту количину енергије као и оловни акумулатор, али је у предности зато што много дуже траје, а време пуњења је краће с обзиром да се енергија чува директно у види електричне енергије, а не конвертује се у хемијску. Овај систем се развио крајем деведесетих, а у октобру 2003. године је још више усавршен и може да сачува два до три пута више електричне енергије него оловни акумулатори исте тежине, нешто више од метал хидрид батерија и скоро као литијум јонске батерије које за сада имају највећу енергетску густину од свих батерија.

### ***Конверзија океанске топлотне енергије***

Електричну енергију можемо да произведемо користећи температурне разлике између површине океанске воде и океанских дубина. Овај процес је познат под називом „конверзија океанске топлотне енергије“, или *ocean thermal energy conversion* (ОТЕС). С обзиром да је тачка кључања амонијака ниска, он сместа испарава када га загреје топла воде са површине океана. Пара затим врши притисак на турбине које стварају електричну енергију. Цевоводима се пара спроводи до дубина где је температура воде нижа, тамо се хлади, амонијак се враћа у течно стање и процес се потом континуирано понавља. Овај систем је по многима фантастичан, јер омогућава конверзију енергије скроз док је разлика у температури два нивоа воде бар 15° С. Овај систем може да се користи и за десалинизацију морске воде, па је веома погодан за добијање свеже воде и струје у изолованим аридним областима. Вода може да се користи и за добијање водоника који се после користи као гориво. Систем не функционише само у морској води, већ и на термалним изворима и местима где различита постројења избацују отпадну врелу воду. Управо се раде пројекти за овакве системе у Индији и на блиском истоку. Електрична енергија на овакав начин може да се добија између 40° јужне и 40° северне географске ширине.

### ***Геотермална енергија***

Огромне су количине и капацитети геотермалне енергије испод јапанских вулканских острва. Ова енергија може да се искористи тако што се вади врела вода и пара из великих дубина, а затим се пара користи за

покретање турбина. У Јапану постоји 17 оваквих електрана. Највећа је Ха-чобару геотермална електрана у Оита префектури на острву Кијушу, на надморској висини од 1.100 метара. Пара се доводи цевима из геотермалног резервоара који се налази на дубини од 3.000 метара. Електрана има капацитет од 110.000 kW, што је довољно електричне енергије за око 37.000 домаћинстава. Предност геотермалне електране је у поређењу са електраном на фосилна горива, да емитује само двадесети део угљен диоксида за исту количину произведене електричне енергије.

### ***Нови кондензатори за нови стил живота***

У будућем свету са еколошком савешћу ће постојати електрични аутомобили које ће добијати из соларних плоча или ветрењача. Међутим, ова идеална слика будућег енергетског света још увек није у потпуности изводљива, због тога што данашњи електрични аутомобили имају батерије које су тешке и по 400 kg, често морају да се пуне, а некад и да се у потпуности замене. Соларне плоче претварају сунчеву енергију само док Сунце сија, ветрењаче само док дува ветар, па је неопходна залиха електричне енергије. Све је почело радикално да се мења откривањем нове технологије, посебног система енергетских кондензатора „Energy Capacitor Systems“ (EcaSS).

Ови кондензатори чувају електричну енергију у виду електрицитета, па су самим тим ефикасан систем за чување енергије, много ефикаснији од акумулатора које су прво електричну енергију претварале у хемијску да би је сачувале. Данас су класични кондензатори саставни део свих електронских уређаја. Међутим они не могу да сачувају велику количину енергије сем ако су тешки и гломазни. На пример, уколико желимо да на електричном аутомобилу заменимо акумулатор од 400 kg конвенционалним кондензатором, а да његов капацитет буде исти као и капацитет акумулатора, онда би кондензатор морао да буде 20 пута већи и да тежи око 8 тона.

Окамура Мичио је добио идеју о новим кондензаторима када је са танком пластичном подлогом за писање трљао длаку своје кућне мачке, што је за последицу имало накомтрешену мачку и пуцкетање. Све што му је требало да развије EcaSS систем пало му је на памет тог тренутка. То је значило да може да се сачува велика количина енергије уколико користи веома танке дупле електричне слојеве. Дебљина ових слојева не може да се пореди ни са дебљином фотографског филма. С обзиром да су ови слојеви толико танки, Окамурини кондензатори су по запремини значајно мањи. Окамура је наставио са развијањем EcaSS система. Овај систем може да сачува исту количину енергије као и оловни акумулатор, али је у предности зато што много дуже траје, а време пуњења је краће с обзиром да се енергија чува директно у види електричне енергије, а не конвертује се у хемијску. Овај систем се развио крајем деведесетих, а у октобру 2003. го-

дине је још више усавршен и може да сачува два до три пута више електричне енергије него оловни акумулатори исте тежине, нешто више од метал хидрид батерија и скоро као литијум јонске батерије које за сада имају највећу енергетску густину од свих батерија.

### *Енергија ветра*

Процењује се да 1 до 3% енергије која на Земљу дође са Сунца, претвори у енергију ветра. То је 50 до 100 пута више енергије од оне која се претвори у биомасу кроз сав биљни свет на Земљи који користи фотосинтезу. Док је кинетика ветра компликована, сама теорија постанка ветра је проста и одавно позната. Сунце не загрева једанко читаву планету због угла под којим сунчеви зраци падају на земљину површину, а неједнако се загревају и хладе копно и вода, што доводи до разлике у ваздушном притиску и кретању ваздушних маса на планети. Енергију из ветра добијамо на следећи начин. Ветровна крила су повезана на ротор, а покретањем и завртањем крила производи се електрична енергија. Количина енергије зависи од брзине ветра, захваћене површине ваздуха и његове густине.

Европа је убедљиви лидер у коришћењу снаге ветра на свету, а Јапан се налази на 8 месту са 940 MW инсталиране снаге, а након Киото протокола, Јапан планира да до 2010. године оствари циљ од 3.000 MW. Међутим, Јапанска асоцијација за енергију ветра (The Japanese Wind Power Association) је саопштила да циљ од 3.000 MW инсталиране снаге 2010. год. неће бити остварен уколико се годишња стопа раста значајно не повећа.

Они који се противе коришћењу енергије ветра, истичу њене лоше стране, а то је да ветровна крила праве велику буку, да су опасност за птице, да електране на ветар заузимају значајне површине са којих се често крче шуме, да нарушавају амбијент итд. Са друге стране, они који одобравају коришћење енергије ветра истичу да је то обновљив и чист извор енергије који не ствара CO<sub>2</sub> ни SO<sub>2</sub> нити било који други гас који загађује околину. Различите студије су такође показале да је број птица који страда ударајући у ветровне турбине занемарљив у односу на број птица страдалих у саобраћају, лову, на далеководима, солитерима и поготово као последица загађења насталог у електранама које емитују штетне гасове. На пример, у Великој Британији где има неколико стотина ветровних турбина, годишње по турбини страда једна птица, док у истој тој земљи у току једне године од аутомобила и других возила страда око 10 милиона птица.

### *Метан хидрат*

Метан хидрат је дошао у жижу јавности као потенцијални извор енергије будућих генерација. Данас Јапан увози највећи део енергетских



извора. Да ли метан хидрат може тако нешто да промени? Метан хидрат је кристализована материја попут леда, састављена од молекула воде и метана. Стабилан је на ниским температурама и при високом притиску, а налази се углавном испод вечитог леда и у геолошким формацијама испод океанског дна. Уколико успемо да извадимо метан, можемо њиме заменити гориво попут угља и нафте. 1970. год. су научници широм света започели са истраживањем метан хидрата као потенцијалног новог извора енергије.

Сонарним истраживањима је процењено да у околини Јапана испод океанског дна има око 7 трилиона  $m^3$  метан хидрата. Геолози процењују око јапанских острва има довољно метан хидрата да може да обезбеди стогодишње снабдевање земље природним гасом. Између 1995 и 2000. год., рађена су нека основна истраживања у време потраге за метан хидратом између острва Шикоку и полуострва Кии. Нађен је метан хидрат што је била нада за будућа истраживања, а охрабрило је и министарства економије, трговине и индустрије да сачине 16-огодишњи план под називом „Истраживачки програм метан хидрат“. Програм је давао назнаке за рад у периоду од 2001. до 2016. год. и имао је за циљ да одреди ефикасне начине за истраживање лежишта метан хидрата који лежи испод океанског дна на дубинама од 800 до 3.000 метара, да одреди где и како се ти извори могу искористити, да одреди да ли вађење и коришћење може да штети животној средини, да верификује истраживачке резултате за време истраживања и да се ураде пробне бушотине и тестови. Поставиће се десетак пробних бушотина недалеко јапанских обала, а са тим је започето 2004. год.

Процењене количине резерви су енормне што је охрабрујуће за будућност. Међутим, остаје питање – колико од процењених 7 трилиона  $m^3$  јапанског метан хидрата може да се искористи и колико од тога може да се искористи а да буде економски исплативо? Програм ће остати само један добра идеја уколико не буде било могуће технички искористити више од маленог дела резерви, или уколико трошкови вађења и транспорта буду већи од цене нафте и природног гаса. Мора такође да се узме у обзир и глобално загревање. Метан хидрат је релативно чисто гориво јер не емитује  $SO_2$  приликом сагоревања, али је метан гас који изазива ефекат стаклене баште, и не сме да се дозволи да тај гас „побегне“ у атмосферу. „Запаливи лед“ лежи и даље испод океанских дубина док истраживачи настављају са проналажењем начина како га искористити и употребити као гориво.

\* \* \*

Потребе за енергијом у савременом друштву све више расту. Јапан као једна од најразвијенијих земаља, спада и у највеће потрошаче енергије на планети. Поред тога, више од 80% примарних извора енергије се увози,

а зависност од увозне нафте је у фискалној 2001. години била 99,7%. Велике промене у схватању енергије у Јапану су наступиле 1973. године, када је избила велика нафтна криза. Тада је удео нафте у примарним изворима енергије износио чак 77,4%. Од тада се повећавају напори да би се користили други и откривали нови извори енергије, попут енергије Сунца, ветра, океана итд. Године 2001. је удео нафте у примарним изворима енергије пао на 49,4%, удео угља је износио 19,1%, природног гаса 13,1%, нуклеарне енергије 12,6%, хидро и геотермалне енергије 3,5%, а удео осталих алтернативних извора енергије је износио 2,3%<sup>5</sup>. Јапан чини велике напоре да би смањио потрошњу енергије и да би увећао удео алтернативних и чистих извора енергије. Самим тим смањила би се зависност од увозних енергената. Један од највећих напора у вези са штедњом енергије се огледа у сталној едукацији становништва. Где год да се нађете у Јапану, свуда око вас, од хотела и ресторана до аеродрома, наићи ћете на обавештења и упозорења о штедњи енергије. Јапанци свакако ништа не препуштају случају.

### Литература

- Japan Almanac 2004*, Annual publication; The Asahi Shimbun, Tokyo 2003.  
Kōkichi Shōji: *Japanese Society*; International Society for Educational Information, Tokyo, 1993.  
*Nipponia*, Discovering Japan, No. 28; Heibonsha Ltd., Tokyo 2004.  
*Talking about Japan*; Updated Q & A, Kodansha Int. Ltd., Tokyo 2000.  
<http://www.ecomall.com/greenshopping/windpower2005.htm>  
[http://www.kaiho.mlit.go.jp/e/index\\_e.htm](http://www.kaiho.mlit.go.jp/e/index_e.htm)  
<http://www.wordiq.com/>  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Main\\_Page](http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page)  
<http://www.windpower-monthly.com/>

---

<sup>5</sup> Japan Almanac 2004, Annual publication; The Asahi Shimbun, Tokyo 2003.