

# NOVOSTI IZ PODRUČJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE

Iz raznih svjetskih časopisa prikupili smo zanimljive vijesti iz područja obnovljivih izvora energije.

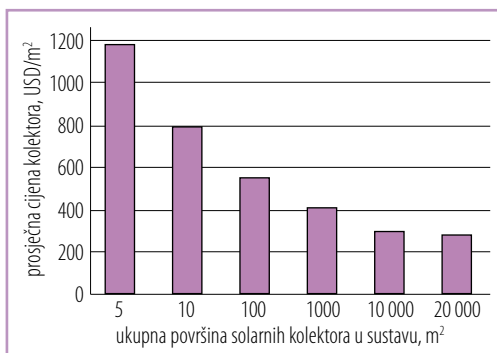
## Solarni toplinarski sustavi u Danskoj

Sunčeva energija je prirodan i obnovljiv izvor koji je svuda je na raspolaganju, no česta prepreka za njezinu veću primjenu su razmjerno visoka ulaganja. Isto tako, problem je i što se najviše može koristiti tijekom sunčanih mjeseci, kada grijanje uglavnom nije potrebno. Pri tome je najzanimljiviji paradoks da je Sunčeva energija osobito popularna u zemljama sjeverne Europe kao što je Danska.

U Danskoj je do danas postavljeno devet velikih solarnih toplinarskih sustava ukupne površine 55 000 m<sup>2</sup>, a očekuje se da bi ih u sljedećih 10 godina moglo biti više od 50, dok bi se ukupna površina trebala povećati na 1 - 2 milijuna m<sup>2</sup>! Za to postoji nekoliko razloga:

- do pet puta manja početna ulaganja po 1 m<sup>2</sup> površine kolektora (il. 1)

**Ilustracija 1**  
Odnos ukupne površine i prosječne cijene solarnih kolektora



**Ilustracija 2**  
Pogled na solarne kolektore u Riseu



- za 1,2 puta veća ukupna učinkovitost sustava
- mogućnost pohrane toplinske energije po niskoj cijeni
- jednostavnije ostvarivanje projekta
- mogućnost izvođenja sustava u kratkom roku
- učinkovitiji nadzor i održavanje sustava
- dulji vijek trajanja sustava.

Dakako, u Danskoj se sve više koriste i mali solarni toplinski sustavi za grijanje i pripremu potrošne tople vode koji su ravnopravni tržišni suparnici onima na električnu struju ili prirodni plin.

Kada je riječ o velikim solarnim toplinarskim sustavima, pred tvrtke koje se time bave postavlja se nekoliko izazova:

- kako smanjiti gubitke topline?
- kako smanjiti potrebe za visokom temperaturom polaznog voda tijekom ljeta?
- kako potaknuti potrošače na snižavanje temperature povratnog voda (npr. smanjivanjem tarife)?
- kako savjetovati potrošača o poboljšavanju stanja njihovih instalacija?

Solarni toplinarski sustav u mjestu Riseu na otoku Ærøu jedan je od dobrih primjera primjene Sunčeve energije u Danskoj (il. 2). U pogon je pušten 2000. godine i služi za opskrbu 115 javnih zgrada (uključujući školu, dom umirovljenika, crkvu, garaže i sl) te većine obližnjih obiteljskih kuća. Sastoji se od solarnih kolektora ukupne površine 3600 m<sup>2</sup>, kotla na biomasu (drvene pelete) toplinskog učina 800 kW i spremnika tople vode volumena 4000 m<sup>3</sup> koji služi za izravnavanje potreba i kao pričuva. Cjelokupni je sustav, uključujući kućne instalacije, pažljivo uravnotežen čime je omogućeno korištenje niske temperature povratnog voda (30 °C zimi, odnosno 36 - 40 °C ljeti) kako bi se povećala učinkovitost.

Na istom se otoku nalazi i jedan od najpoznatijih solarnih toplinarskih sustava na svijetu. Postavljen je u Marstalu, najvećem naselju i luci na otoku (il. 3). Ukupna kolektorska površina

sustava je nedavno povećana s 9000 na 18 300 m<sup>2</sup>, a ugrađen je i novi podzemni spremnik topline volumena 50 000 m<sup>3</sup>.

### **Najveći svjetski solarni sustav od kolektora s vakuumskim cijevima**

Još od 2006. godine njemački proizvođač solarne opreme Paradigma izvodi velike solarne toplinske sustave sastavljene od kolektora s vakuumskim cijevima. Do sada ih je ugrađeno 30-ak i u njih se ubraja najveći takav sustav na svijetu. Nalazi se u naselju Berkheim u Esslingenu u Njemačkoj i njegova bruto površina kolektora iznosi 1330 m<sup>2</sup> (il. 4). Osim kao izvor topline za sustav grijanja i pripreme PTV-a (pri čemu se procjenjuje da se time godišnja potrošnja prirodnog plina smanjuje za oko 55 000 m<sup>3</sup>), služi i kao izvor topline za apsorpcijski rashladni uređaj (koji je također najveći na svijetu) sustava klimatizacije kojim se osigurava ugodna klima u uredskim prostorijama ukupne površine 27 000 m<sup>2</sup>.

### **Solarna dimnjačna elektrana visine 1 km!**

Kada jednog dana bude izgrađen, dimnjak solarne dimnjačne elektrane u Namibiji sa svojih 1 km visine bit će najviša građevina na svijetu (il. 5). Oko njegove osnove promjera 300 m prostirat će se kružno ostakljeno polje površine gotovo 30 km<sup>2</sup> ispod kojeg će se zagrijavati zrak te usmjeravati prema dimnjaku i zračnim turbinama u njemu koje će proizvoditi električnu energiju. Predviđena je ugradnja 16 zračnih turbina ukupne električne snage 50 MW. Iako se to ne čini mnogo, valja reći da potrebna vršna snaga za pokrivanje namibijskih potreba za električnom energijom (Namibija ima oko 2 mil. stanovnika), prema podacima elektroenergetske tvrtke NamPower iznosi svega 400 MW.

Ipak, cijela elektrana za sada postoji samo kao računalni model, no znanstvenici sa Sveučilišta u Stellenboschu u JAR-u smatraju da bi je trebalo dimenzionirati tako da njezina snaga bude čak 200 MW, što bi omogućilo godišnju proizvodnju oko 500 GW h, uz proizvodnu cijenu od 1,5 €ct. / kW h.

U rješavanju brojnih tehničkih problema sudjeluju i znanstvenici sa Sveučilišta u Wuppertalu i stručnjaci nekoliko njemačkih specijaliziranih tvrtki. Naime, prema zamislima njemačkih inženjera još je 1982. godine izgrađeno prototipno postrojenje solarne dimnjačne elektrane u Manzanaresu u Španjolskoj. Dimnjak je bio visok gotovo 200 m, dok je projektirana snaga elektrane iznosila 100 kW, no ostvarivano je svega 50 kW. Tijekom devet godina postrojenje je

poslužilo za dobivanje iznimno korisnih podataka, no potom se u jednoj nezgodi dimnjak urušio.

U međuvremenu su razvijena nova tehnička rješenja koja će omogućiti sigurnu izgradnju visokog dimnjaka kao što su novi betoni, ali i nove konstrukcije od tankih ljuski. Predviđa se da će dimnjak biti građen poput šuplje stabljike šećerne trske koja, unatoč tome što izgleda krhka, izdržava snažne vjetrove. Zbog toga bi dimnjak trebao izdržati snažne pustinjske, ali i oluje na velikim visinama. Uz to, napredak je ostvaren i u konstrukciji zračnih turbina čiji će promjer iznositi čak 32 m, dok će materijal morati podnositi temperature zraka i do 100 °C.

No, osim tehničkih, valja riješiti i brojne ekonomske probleme, a ponajviše ulaganja, koja predstavljaju velik problem za zemlju u razvoju kao što je Namibija. Stoga je trenutačni cilj razvoj rješenja koje će omogućiti povrat razmjerno velikih ulaganja u svega 10-ak godina.

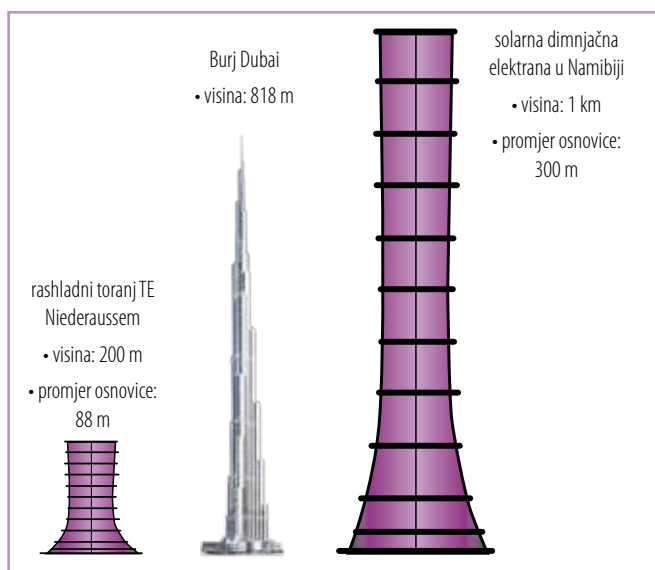
### **Nova slovenska fotonaponska elektrana**

Sredinom rujna u pogon je puštena Fotonaponska elektrana Celjski sejem (il. 6). Smještena je na krovu sajamske dvorane D Celjskog velesajma, sastoji se od ukupno 88 FN modula, dok



**Ilustracija 3**  
Izvođenje radova na postavljanju novih kolektora u Marstalu

**Ilustracija 4**  
Pogled na veliki solarni sustav u Esslingenu



**Ilustracija 5**  
Usporedba visina stvarnih građevina i budućih dimnjaka solarnih elektrana



**Ilustracija 6**  
Pogled na FNE  
Celjski sejem

projektirana godišnja proizvodnja iznosi 22 000 kW h. Radove na izgradnji izvela je tvrtka Sol navitas, dok su ukupna ulaganja iznosila 95 000 eura, što bi se trebalo vratiti za 10 - 12 godina. Očekuje se da će se, zahvaljujući njezinoj primjeni za proizvodnju električne energije (umjesto proizvodnje iz fosilnih goriva), emisija stakleničkih plinova smanjiti za oko 15,4 t godišnje.

Inače, kako je tijekom svečanosti puštanja u pogon izjavio slovenski ministar za okoliš i prostor, Janez PODOBNIK, dr. med, ukupna snaga slovenskih FN elektrana u posljednjih je godinu dana povećana za čak 400%!

### **Struja od Sunca na 'Planini bogova'**

Planinarski dom na nadmorskoj visini 2700 m najviša je građevina na 'Planini bogova', Olimpu (il. 7). Za pokrivanje jednog dijela potreba za električnom energijom doma koji omogućava smještaj do 80 planinara nedavno je na nadstrešnici zgrade postavljen FN sustav sastavljen od 24 modula proizvođača Solar World. No, zanimljivo je bilo rješenje koje je korišteno za dopremu



**Ilustracija 7**  
Planinarski dom na Olimpu  
dobiva struju od Sunca



**Ilustracija 8**  
Magarci kao sredstvo za prijevoz opreme

FN opreme na tu visinu, gdje se može doći samo planinarskim stazama. Naime, oprema je dopremljena koristeći tradicionalno grčko prijevozno sredstvo - magarce (il. 8). Pri tome je za prijenos modula bilo zaduženo 12, a za prijenos akumulatora i pomoćne opreme još 24 magaraca, kojima je za uspon trebalo rekordnih 4,5 h.

### **Nova tehnologija fotonaponskih modula**

Jedan od sve zanimljivijih proizvoda u području FN opreme svakako su tankoslojne FN ćelije. Kao materijal za njihovu izradu koristi se ultratanki elastični polimer prevučeni slojevima indija i galija, odnosno sličnih materijala, dok osnovu njihovog rada predstavljaju tanki slojevi fotoaktivnih kemikalija kojima se zamjenjuje kristalini silicij (il. 9). S obzirom na prilično zahtjevan proces proizvodnje, trebalo je zadovoljiti visokotehnološke uvjete rada i omogućiti masovnu proizvodnju, no danas im se diljem svijeta okreće sve više proizvođača.

Istraživanje koje je provela britanska televizija BBC pokazalo je da se do 2012. godine očekuje porast vrijednosti tržišta FN opreme sa sadašnjih 13 na čak 32 milijarde američkih dolara, pri čemu bi se primjena tankoslojnih FN ćelija trebala povećati za 45%. Istodobno je vlada Emirata Abu Dhabi (u sastavu UAE-a) nedavno objavila kako će u njihov razvoj uložiti 2 mlrd. USD.

Kako je razvoj tehnologije tankoslojnih FN ćelija u početku bio spor, za njegovo ubrzanje treba zahvaliti tvrtki Phoenix First Solar i američkom milijarderu Johnu WALTONU koji je u nju uložio 250 mil. USD. Zbog toga se očekuje da bi do kraja 2009. godine ukupna vršna snaga FN ćelija koje će tvrtka proizvoditi iznositi 1 GW, a njezini se pogoni nalaze u SAD-u (Arizona) i Njemačkoj, dok se oni u Maleziji upravo grade. Istodobno je tvrtka uspjela sniziti cijenu tankoslojnih FN ćelija na 2,4 USD/W, dok se uobičajene silicijske FN ćelije prodaju po cijeni 3 - 4 USD/W.

Uz to, u cijeli se posao uključila i tvrtka Nanosolar koja je uzbunila suparnike najavom da će svoje ćelije prodavati po cijeni od svega 1 USD/W. Ta je cijena 'sveti gral' u području FN sustava i predstavlja točku na kojoj električna energija od Sunca postaje jeftinija od one od ugljena. Inače, tvrtka proizvodi tankoslojne FN ćelije čije fotoaktivne kemikalije imaju osnovu od nanočestica, čime se proizvodni proces može značajno ubrzavati.

### **Bioplin iz poljoprivrednih ostataka**

Na plinove iz poljoprivredne proizvodnje otpada čak 18% ukupne emisije stakleničkih plinova iz prirode. Najveći dio pri tome čine metan (CH<sub>4</sub>) i dušikov dioksid (N<sub>2</sub>O) koji uglavnom

potječu od metaboličkih procesa domaćih životinja, točnije njihovih 'plinova' i izmeta. Pri tome se jednom od najučinkovitijih mjera za smanjenje te emisije smatra iskorištavanje životinjskog izmeta u proizvodnji bioplina.

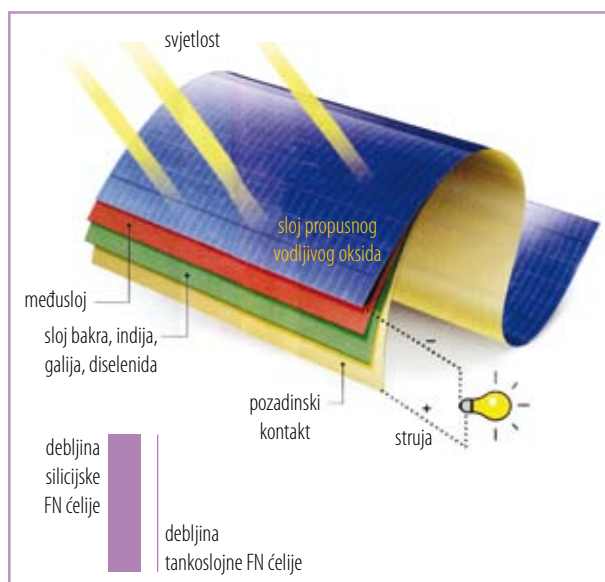
Nekoliko izvedenih projekata i studija u Danskoj pokazuju brojne prednosti simbioze poljoprivredne proizvodnje i energetike s ciljem smanjivanja emisije plinova kao što su mogućnost smještaja bioplinskih postrojenja u blizini postojećih toplana i energana te njihove prilagodbe na korištenje bioplina kao goriva, ali i njegova velika iskoristivost.

Jedan od zanimljivijih projekata za iskorištavanje bioplina od životinjskog izmeta iz poljoprivredne proizvodnje je Maabjerg BioEnergy u Danskoj (il. 10). Radi se o najvećem bioplinskom postrojenju na svijetu koje bi se trebalo graditi u blizini grada Holstebroa u sjeveroistočnom Jutlandu, jednom od središta danske poljoprivredne proizvodnje koje ostvaruje prihod od čak 550 mil. eura godišnje i zapošljava 11 400 ljudi. No, u siječnju 2007. godine daljnji je razvoj projekta privremeno zamrznut jer financijska analiza nije davala dovoljno privlačne rezultate. Ipak, u međuvremenu su doneseni novi zakoni i tarife za proizvodnju struje iz obnovljivih izvora. Uz to, u neposrednoj blizini se nalazi TE-TO Måbjergværket električne snage 28 MW i toplinskog učina 76 MW koje kao gorivo koristi poljoprivredne otpatke, slamu, drvo i prirodni plin. Elektranu se sastoji od dva kotla: jednog na otpad i drugog na biomasu, dok se plin koristi u pregrijaču. Upravo stoga bi kao gorivo bilo vrlo prikladno koristiti bioplin, ali i suhu frakciju životinjskog izmeta iz bioplinskog postrojenja. Pri tome se smatra da bi se oko 40 GW h električne i 63 GW h toplinske energije moglo dobiti iz bioplina, a po 6 GW h iz suhe frakcije. Isto tako, očekuje se da bi se, zahvaljujući izgradnji bioplinskog postrojenja, mogla ostvariti korist za poljoprivredu i prehrambenu industriju u visini 42 mil. eura godišnje, a i da bi se moglo otvoriti oko 900 novih radnih mjesta.

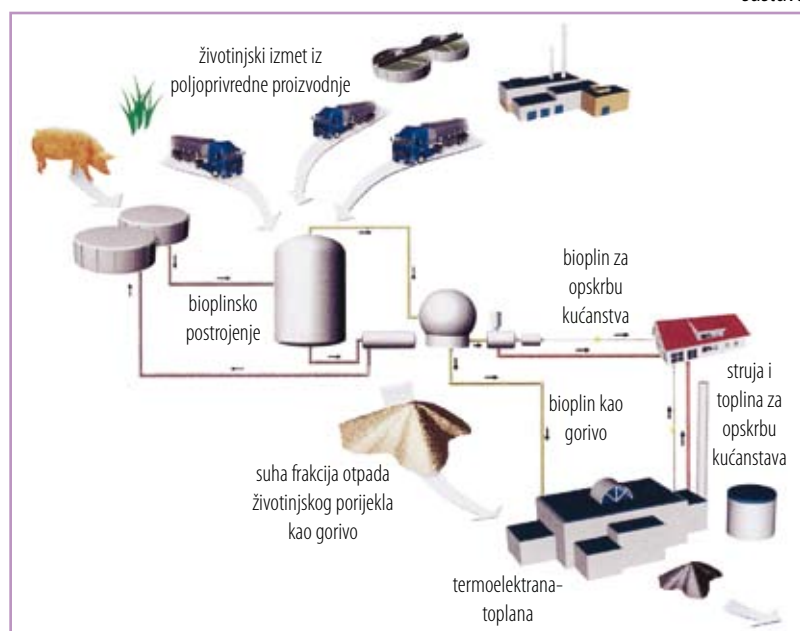
### Otpad kao vrijedno gorivo

Sustav 'od otpada do energije' jedan je od važnijih obnovljivih izvora energije u Danskoj, ali i važan čimbenik danske energetske politike (tablica 1). Proizvodnja toplinske energije iz otpada od 1980. do danas u Danskoj je povećana četiri puta, a u sljedećih bi se 20 godina trebala povećati za još 1,5 puta. Za to postoji nekoliko glavnih razloga:

- stalno povećanje ukupne količine otpada, bez obzira na razvoj sustava uporabe
- stalan razvoj i širenje toplinarskih sustava
- povećanje ukupne učinkovitosti postrojenja.



**Ilustracija 9**  
Shema tankoslojne FN ćelije



**Ilustracija 10**  
Bioplinsko postrojenje kao dio energetskog sustava

Kao dobar primjer vrijedi prikazati tvrtku Vestforbrænding koja je uspješno spojila sustav 'od otpada do energije' i toplinarsku djelatnost. Riječ je o jednoj od najvećih danskih tvrtki za zbrinjavanje otpada (obrađuje oko 15% ukupnih

**Tablica 1**  
Energetsko iskorištavanje otpada u Danskoj

načini zbrinjavanja	godine					
	statistika			predviđanja		
	1980.	2000.	2005.	2010.	2020.	2030.
oporaba, 1000 t	1600	8461	9454	9752	10 600	11 753
spaljivanje, 1000 t	1900	3064	3473	3607	4047	4592
odlaganje, 1000 t	5000	1426	981	950	900	900
ukupna količina otpada, 1000 t	8500	12 951	13 999	14 309	15 547	17 245
ogrjevna vrijednost otpada, MW h/t	2200	2971	2917	3000	3000	3000
proizvodnja električne energije, GW h	0	849	1519	1818	2792	3444
proizvodnja toplinske energije, GW h	1756	5912	6640	7763	9349	10 608



**Ilustracija 11**  
Pogled na GTE Margretholm u Kopenhagenu

količina u Danskoj). Tvrtna je ujedno vlasnik jednog od najvećih postrojenja za spaljivanje otpada u sjevernoj Europi, u kojemu se može spaljivati do 600 000 t otpada godišnje, a proizvedena toplinska energija se koristi u području oko Kopenhagena.

**Tablica 2**  
Proizvodnja toplinske energije u GTE Margretholm

godine	proizvodnja, GJ
2004. (od 1. prosinca)	7100
2005.	106 000
2006.	244 000
2007.	235 000

### Geotermalna energija - energija budućnosti?

Još 2000. godine pet danskih energetske tvrtke osnovalo je tvrtku HGS kako bi se istražile mogućnosti primjene geotermalne za proizvodnju električne i toplinske energije u Kopenhagenu. U prvoj fazi projekta sustav je razrađen i dimenzioniran, dok su u drugoj ispitani fizički parametri i geološka struktura odabranog područja te izbušena prva bušotina. Treća faza projekta obuhvatila je bušenje druge bušotine i izgradnju svih potrebnih objekata, a četvrtoj fazi, nakon prosinca 2004. godine, započeo je probni rad elektrane, pri čemu su stečena iskustva detaljno analizirana. Konačno, Geotermalna elektrana Margretholm u pogon je puštena u kolovozu 2005. godine (il. 11).

Nalazi se u kopenhagenskom naselju Amager i sastoji se od dva dijela: geotermalnog i sustava dizalica topline.

Geotermalni sustav je u izravnom doticaju s podzemnom geotermalnom vodom. Čine ga dvije bušotine dubine do 2,5 km, s uređajima za filtraciju, crpkama i izmjenjivačima topline. Jedna je bušotina izvedena okomito, a druga uz otklon pa udaljenost između točke usisa i točke utiskivanja u podzemlju iznosi oko 1,25 km.

Sustav apsorpcijskih dizalica topline namijenjen je jednim dijelom za hlađenje povratne vode iz toplinarskog sustava, prije izmjenjivača topline u geotermalnom krugu, a drugim dijelom za zagrijavanje te vode na potrebnu temperaturu polaznog voda. Nalazi se oko 800 m od geotermalnih bušotina, a za njegov rad se koristi pare iz obližnje TE-TO Amagerværket.

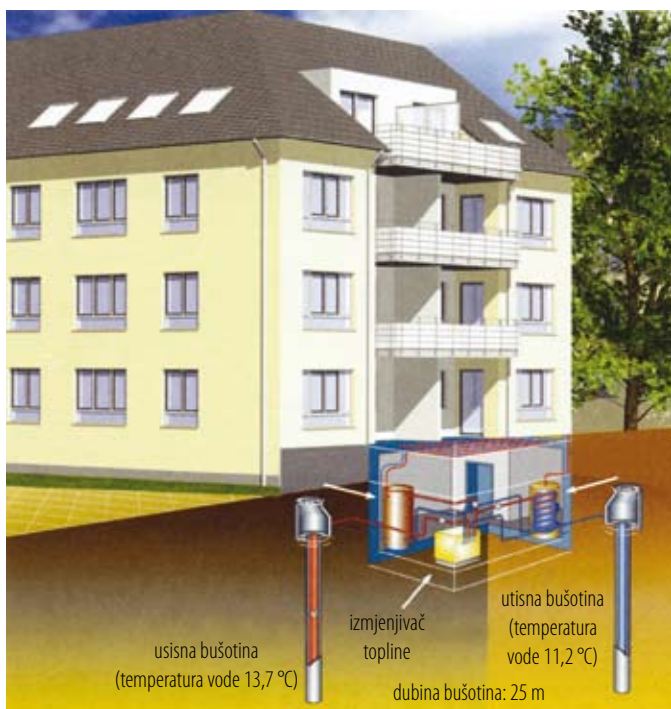
Projektirani toplinski učin geotermalnog sustava iznosi 14,2 MW, a cijelog postrojenja 28 MW, dok je 2007. godine proizvedeno 235 000 GJ toplinske energije (tablica 2).

Na osnovi nekoliko godina rada elektrane, pokazano je da su geotermalni izvori iznimno veliki i da se sva dobivena energija u cijelosti može iskoristiti primjenom današnjih tehnologija. Uz to, smatra se da će geotermalni izvori u krugu površine 40 km<sup>2</sup> biti raspoloživi i do 200 godina, kada će temperatura vode pasti sa 73 na oko 48 °C. Zbog toga je predviđeno bušenje devet novih bunara u obliku zvijezde, na međusobnom razmaku usisnih, odnosno utisnih točki do 1800 m. Očekuje se da će se time čak 5% poreba za toplinskom energijom na području Kopenhagena moći zadovoljiti primjenom geotermalne energije. Uz to, razmatra se i mogućnost sezonskog skladištenja toplinske energije, odnosno pohrana viška energije na temperaturnoj razini 200 °C u geotermalnom spremniku tijekom ljeta i njezino iskorištavanje na temperaturnoj razini 195 - 75 °C tijekom ostatka godine.

### Najveće naselje s dizalicama topline u Njemačkoj

U travnju 2008. godine u gradskoj četvrti Niehl u Kölnu tvrtka GAG Immobilien započela je izgradnju stambenog naselja Niehler WohnArt koje će kao izvor topline za sustav grijanja koristiti dizalice topline voda - voda, odnosno toplinu podzemnih voda (il. 12). Radi se o najvećem projektu te vrste u Njemačkoj, ali i u Europi, a ukupna ulaganja iznose 70 mil. eura.

Toplinski učin dizalica topline iznosi 1,7 MW, dok se sustav primarnog medija (podzemne vode) sastoji od 21 usisne i utisne bušotine



**Ilustracija 12**  
Shema dizalica topline voda - voda u naselju Niehler WohnArt u Kölnu

**Ilustracija 13**

Nova znamenitost Las Vegasa - hotel 'Palazzo Las Vegas'



dubine 30 m. Predviđena je ugradnja deset dizalica topline proizvođača Waterkotte pojedinačnog toplinskog učina 160 - 190 kW, s mogućnošću regulacije učina u rasponu 70 - 100%.

Očekuje se da će nakon dovršetka pokraj 2009. godine u naselju površine 34 000 m<sup>2</sup> živjeti oko 1000 stanovnika u 404 obiteljske kuće i stana, dok će se nešto viši troškovi za primjenu suvremenih rješenja kao što su dizalice topline vratiti za 7 - 10 godina.

**'Palazzo Las Vegas' postavio  
svjetski rekord za 'zelene zgrade'**

Osim po bezbrojnim kockarnicama, beskrajnim mogućnostima zabave, divovskoj Hooverovoj brani i nepogrješivim (televizijskim) forenzičarima, Las Vegas bi uskoro mogao biti poznat po još nečemu, barem u tehničkoj struci. Naime, prema podacima Američkog vijeća za zelene zgrade (USGBC), hotel 'Palazzo Las Vegas' koji je otvoren u siječnju ove godine trenutačno je najveća svjetska 'zelena zgrada' (il. 13). Radi se o luksuznom hotelu u čiju je izgradnju uloženo 1,9 mlrd. USD. Prostire se na 50 katova ukupne površine 2 mil. m<sup>2</sup> i ima više od 3000 soba, kasino površine 10 000 m<sup>2</sup>, trgovački centar sa 60 trgovina, kongresne i izložbene dvorane, 14 restorana, golemi velnes-centar i kazalište za neoliko tisuća posjetitelja.

Nekoliko je osnovnih razloga zašto je hotel na osnovi zahtjeva sustava LEED (eng. Leadership in Energy and Environmental Design) koji je razvio USGBC dobio 'srebrni' certifikat. Primjerice, za pripremu potrošne tople vode i zagrijavanje bazenske vode koristi se Sunčeva energija iz solarnih kolektora. Uz to, osjetnici postavljeni u sobama u vrijeme kada u njima nema nikoga automatski vraćaju temperaturu zraka na najmanje zadane ljetne i zimske vrijednosti, dok osjetnici u uredskim prostorijama gase rasvjetu ako u njima nema osoba, čime se sprječava nepotrebna potrošnja energije. Zbog svega toga ponosni vlasnici (u Las Vegasu bolje je ne pitati tko su oni) ističu da 'primijenjena oprema štedi toliko struje da bi žarulja snage 100 W mogla biti upaljena 12 100 godina!' ■