

**Agnesa Iringová  
Dagmar Lavrinčíková**

## **VYUŽITIE NETRADIČNÝCH ZDROJOV ENERGIE PRI ARCHITEKTONICKOM NÁVRHU**

Hlavným problémom súčasnosti nie je fakt, že využívame energiu, ale ako vyrábame a spotrebujeme energetické zdroje. Pokiaľ budeme pokrývať naše potreby hlavne spaľovaním fosílnych palív alebo využívaním atómových elektrární, budeme mať stále viac problémov. Pretože náš svet závisí na energii potrebujeme zdroje, ktoré budú trvať navždy. Také zdroje, ktoré sú schopné zabezpečiť udržateľný rozvoj spoločnosti, nazývame obnoviteľné. Navyše tieto zdroje sú pri ich používaní omnoho čistejšie pre životné prostredie ako palivá fosilne.

Dôsledkom spaľovania fosílnych palív a následného úniku emisií škodlivín do ovzdušia sú takzvané kyslé dažde. Kyslé dažde majú okrem iného vážny vplyv aj na stavby. Stavebné materiály - kameň, rôzne nátery a maľby, alebo iné štruktúry vrátane kovov - sú nimi poškodzované alebo často úplne zničené. Kyslé dažde doslova pomaly "požierajú" materiál až pokiaľ sa úplne nerozpadne. Stavebné materiály sa tak začínajú rozdrobovať, kovové konštrukcie korodujú, farby v maľbách miznú a na skle sa usadzujú inkrusty. Na mnohých miestach sveta boli takto zničené stavebné pamiatky, ktoré v minulosti prežili stáročia, ale neprežili posledné desaťročia.

Našťastie dnes existuje riešenie environmentálnych, sociálnych i ekonomicko-politických problémov vychádzajúcich zo súčasného spôsobu využívania energie. Prechod od fosílnych palív k obnoviteľným zdrojom a presmerovanie investícií týmto smerom je práve takýmto riešením. Technológie využívajúce obnoviteľné energetické zdroje sú vo všeobecnosti čistejšie, menej riskantné a hlavne založené na neobmedzenom palivovom zdroji – Slnku. S výnimkou geotermálnej energie majú všetky obnoviteľné zdroje – slnečná, veterná, vodná energia alebo biomasa svoj pôvod v aktivite Slnka.

Geotermálna energia má svoj pôvod v horúcom jadre Zeme, avšak vzhľadom na svoj prakticky nevyčerpatelný potenciál sa zaraďuje medzi obnoviteľné zdroje. Pre ilustráciu podiel obnoviteľných zdrojov na Slovenskej energetickej bilancii je v súčasnosti asi 23 PJ t. j. 3 % z celkovej spotreby primárnych energetických zdrojov. Tento príspevok navyše takmer celý pochádza z veľkých vodných elektrární. Podiel obnoviteľných zdrojov v energetickej bilancii je v SR skutočne veľmi nízky a nezodpovedá našim podmienkam. Veď len podiel biomasy (drevo, slama, bioplyn, bionafta) na celkovej spotrebe energie, ktorý u nás predstavuje 0,16 %, je vo Švédsku až 18 % a v susednom Rakúsku 12 %, pričom tento výsledok bol dosiahnutý za menej ako 10 rokov a navyše má stále rastúci charakter. Tento poznatok ako i vyššie uvedené skutočnosti nás nútia hľadať cesty ako spotrebu energie pri prevádzke budov obmedziť, respektíve si ju zabezpečiť z dostupných obnoviteľných zdrojov.

### **Použitie netradičných zdrojov energie pri koncepcnom návrhu nízkoenergetického objektu.**

Predmetom nízkoenergetického prístupu k architektonickej tvorbe je navrhnúť objekt tak, aby bol schopný akumulovať slnečnú energiu pre využitie na vykurovanie, respektíve prípravu teplej úžitkovej vody. Súčasne je nevyhnutné pri jej maximálne možnom využití zabrániť možné prehrievanie aktívnymi chladiacimi systémami. Už v tvorbe architektonického konceptu je nutné rešpektovať danosti prostredia a bioklimatický prístup redukujúci spotrebu fosílnych palív a znečisťovanie životného prostredia. Nízkoenergetický dom by mal byť navrhnutý tak, aby mohol využiť maximálne tepelné zisky zo solárnej energie pri minimálnych tepelných stratách obvodového plášťa. Pri nedostatku vhodných slnečných podmienok je možné dosiahnuť požadovanú teplotu

v interiéri centrálnym vykurovacím systémom s kolektorovým ohrevom vody s napojením na zálohový kotol, ktorý za nepriaznivých slnečných podmienok vodu dohreje. Je dôležité zabezpečiť prirodzenú cirkuláciu teplého vzduchu zohriateho v budove presklenými plochami na južne orientovaných fasádach. Vhodné riešenie je návrh nízko-teplotného vykurovania s tepelným čerpadlom.

Hlavné determinanty vplývajúce na energetickú efektívnosť budov sú:

- geometria budovy a faktor tvaru budovy – pomer plochy teplovýmenného obalu k zastavanému objemu,
- transparentné časti fasád a ich orientácia k svetovým stranám – optimalizácia plochy,
- kvalita zasklenia ,
- hustota zástavby ,
- dispozičné riešenie objektu a funkčné usporiadanie jednotlivých miestností vo vzťahu k svetovým stranám,
- smer prevládajúcich vetrov a situovanie objektu,
- spôsob vetrania.

### Obnoviteľné zdroje energie pre Slovensko

Nachádzame sa v období prechodu od fosílnych palív k obnoviteľným. Je predpoklad, že obnoviteľné zdroje energie nahradia v plnom rozsahu fosílna palivá do roku cca 2050, kedy je predpoklad, že sa vyčerpajú. Nakoľko ich cena bude v nasledujúcom období narastať je nutné v maximálnej miere využiť možnosti získavania energie z iných, najlepšie obnoviteľných zdrojov.

Je možné naznačiť viacero scenárov ako by sa budúci vývoj mohol uberať, rozhodujúci sa však javí globálny prechod k obnoviteľným zdrojom, ktorý sa pravdepodobne stane hnacou silou vývoja aj u nás. Podstatné na tomto vývoji je, že obnoviteľné energetické zdroje (OEZ) môžu teoreticky už dnes nahradiť fosílna palivá a to nielen vďaka ich potenciálu, ale aj technologickej vyspelosti. Viac ako 30 % priemerný celosvetový ročný nárast OEZ v uplynulých piatich rokoch je dôležitým ukazovateľom toho, že vo svete už prebieha energetická zmena, ktorá bohužiaľ Slovensko zatiaľ obchádza.

### Súčasná spotreba energie na Slovensku

Na Slovensku pokrývajú fosílna palivá 97 % spotreby primárnych energetických zdrojov. Navyše dovoz palív predstavuje takmer 90 % a v obchodnej bilancii sa prejavuje niekoľkomiliardovým saldóm. Takáto relatívne nevýhodná "východisková pozícia" by sa mohla premeniť na výhodu, nakoľko každá dovezená tona ropy, uhlia alebo kubík plynu, ktoré by sme nahradili domácimi OEZ, by sa nielenže premietla do zlepšenej ekonomickej bilancie zahraničného obchodu, ale by nemala ani nežiaduce dopady na domácu zamestnanosť v oblasti fosílnych palív.

V súčasnosti u nás domáce palivá (hnedé uhlie) pokrývajú 11 % spotreby. Dovážané palivá (ropa, zemný plyn, urán) pochádzajú hlavne z Ruskej Federácie, respektíve z Českej republiky. Trhu s elektrinou dominuje jadrová energetika s podielom asi 50 %, pričom domáca výroba presahuje spotrebu.

Z hľadiska spotreby energie dominuje priemysel v spotrebe všetkých jej druhov a príznačná je aj relatívne nízka spotreba u obyvateľstva v porovnaní s vyspelými krajinami. Energetický systém je však do značnej miery determinovaný prírodnými podmienkami a predovšetkým jeho historickým, spoločenským a ekonomickým vývojom, najmä zdedenou, nevyhovujúcou, materiálno, energeticky a surovinovo náročnou štruktúrou hospodárstva.

Podiel OEZ na celkovej spotrebe energie u nás je na úrovni asi 3 %. Obnoviteľné zdroje sú z pohľadu národných ekonomík domácimi zdrojmi, ktoré majú potenciál nahrádzať a v budúcnosti úplne vytesniť fosílna palivá, nakoľko je ich kapacita obmedzená a je predpoklad, že súčasné zdroje pokryjú energetickú spotrebu cca v najbližších 40 až 50 rokoch.

Tieto zdroje už v súčasnosti ponúkajú možnosť významne diverzifikovať energetické zdroje v každej krajine. Ich rozvoj je tiež považovaný za dôležitý nástroj na ochranu národnej ekonomiky pred budúcimi šokmi z nárastu cien dovážaných palív a nákladov na likvidáciu environmentálnych škôd.

Podstatné je, že viac ako polovicu tohto príspevku tvoria veľké vodné elektrárne a zvyšok biomasa, respektíve v menšej miere geotermálna energia. Príspevok ostatných zdrojov, ako je napríklad slnečná resp. veterná energia, je zanedbateľný, respektíve nulový. Napriek skutočnosti, že náhrada fosílnych palív OEZ môže byť problematická hlavne vo väčších mestách, napríklad pri nahradzovaní centralizovaných systémov využívajúcich zemný plyn, dá sa predpokladať, že keď to bude potrebné, budú sa dať technické problémy s infraštruktúrou zvládnuť.

Finančné náklady, ktoré by si takýto prechod vyžiadal môžu predstavovať problém hlavne v začiatkoch tohto prechodu. Avšak náhrada drahých fosílnych palív dostupnými obnoviteľnými tieto náklady z dlhodobého hľadiska vyváži. Pre účely tejto štúdie sme však zhodnotili potenciál len tých OEZ, ktoré sú už dnes konkurencieschopné na trhu s energiou v krajinách EÚ (vietor, biomasa, voda, geotermálna energia, solárne kolektory). Potenciál elektriny vyrábanej drahšími technológiami ako sú napríklad fotovoltacké články je tiež stanovený. Trend narastajúcej výroby článkov (30 % ročne) a klesajúce ceny dávajú záruku, že tento typ výroby elektriny môže zohrať významnú rolu v budúcnosti.

#### Využitie obnoviteľných zdrojov energie v r.1997 bolo na Slovensku nasledovné

Zdroj	výroba energie spolu			z toho: elektrina (GWh/r)
	(GWh/r)	(TJ/r)	(%)	
Biomasa	2727	9817	39,7	5
Vodná energia	3800	13680	55,3	3800
v tom: malé vodné elektrárne (do 10 MWe)	202	727	3	202
Geotermálna energia	338	1217	4,9	0
Slnečná energia	7	25	0,1	0
Veterná energia	0	0	0	0
<b>S p o l u</b>	<b>6872</b>	<b>24740</b>	<b>100</b>	<b>3805</b>

#### Vodná energia

Súčasná výroba elektriny vo vodných elektrárnach sa na Slovensku pohybuje na úrovni 3,8 TWh/rok a bolo by ju možné podstatne zvýšiť. Podľa vládnej energetickej koncepcie je celkový využiteľný hydropotenciál Slovenskej republiky 6,61 TWh/rok. Podľa iných údajov je to až 7,38 TWh/rok. Napriek skutočnosti, že 100 % využitie tohto potenciálu je ťažko možné očakávať (v niektorých krajinách je na úrovni 90 %), je možné považovať potenciál 6,61 TWh/rok za hornú hranicu výroby u nás.

Malé vodné elektrárne (MVE) sú charakteristické tým, že ich výstavba a prevádzka zvyčajne nie je spojená s negatívnymi dopadmi na životné prostredie. Podobne ako veľké vodné elektrárne aj MVE sa vyznačujú vysokou účinnosťou využitia vodnej energie. Navyše majú výhodu v tom, že sú tzv. decentralizovaným zdrojom energie.

Tým, že ich je možné inštalovať v odľahlých oblastiach, poskytujú možnosti rozvoja a často aj energetickej sebestačnosti hlavne na vidieku. Vo svete pracuje mnoho tisíc takýchto zariadení, ktoré majú za sebou viac ako 150-ročný vývoj. V prepočte na jednotku výkonu sú MVE však v porovnaní s veľkými o niečo drahšie. Vo veľkej väčšine prípadov sú malé elektrárne pripojené na verejnú elektrickú sieť, do ktorej dodávajú energiu. Mnohé z nich sú tzv. prietokové t.j. nemajú žiaden rezervoár (voda nie je skladovaná za priehradou) a vyrábajú elektrickú energiu len vtedy, keď je vody dostatok.

Podstatnou črtou v hydroenergetike Slovenska je však využívanie prečerpávacích vodných elektrární. Dnešná kapacita týchto zdrojov predstavuje 1015 MW a ďalších 600 MW je v procese plánovania. Vzhľadom na mimoriadne vhodné geografické podmienky je potenciál prečerpávacích elektrární oveľa vyšší a podľa niektorých vodohospodárskych plánov spracovaných pred rokom 1990, dosahuje viac ako 10 000 MW. Tieto elektrárne je možné v budúcnosti využívať hlavne na „skladovanie elektriny“, čo má mimoriadny prínos pri využívaní OEZ, ktoré majú často premenlivý charakter (slnko, vietor).

## Veterná energia

Veternú energiu na výrobu elektriny u nás doposiaľ využívame minimálne. Prvé väčšie štyri 600 MW turbíny situované na Záhorí boli v príprave výstavby v roku 2003. Táto technológia, ktorá je už dnes cenovo konkurencieschopná vo viacerých krajinách EÚ (Nemecko, Dánsko, Španielsko) nie je v súčasnosti u nás rozvíjaná hlavne v dôsledku nižších výkupných cien elektriny a nedostatku legislatívnej resp. vládnej podpory. V prípade, že dôjde k zmene politiky vo vzťahu k OEZ je možné oceniť potenciál veternej energie nasledujúcim spôsobom:

Zhodnotenie veľkosti rozlohy (km<sup>2</sup>) vhodnej pre umiestňovanie turbín. Pre tieto účely sú vhodné miesta, kde vo výške 10 metrov nad povrchom zeme priemerná rýchlosť vetra cez rok dosahuje 5-5,5 m/sek. Táto rýchlosť je dostatočná na ekonomickú prevádzku veternej elektrárne v mnohých krajinách EÚ. **Stanovenie počtu turbín na km<sup>2</sup>.**

Spočítanie potenciálnej výroby elektriny na základe výroby dnešnou priemernou 600 kW turbínou. Na základe zahraničných skúseností výroba pri priemernej rýchlosti vetra 6m/sek. predstavuje 1 GWh/rok. Celková rozloha vhodná pre umiestnenie veterných turbín bola ministerstvom hospodárstva (Energetická politika) ohodnotená na 257 km<sup>2</sup> v 43 okresoch Slovenska (s rýchlosťou vetra vyššou ako 5 m/sek). Je potrebné zdôrazniť, že zlepšovanie technológie, ku ktorému neustále prichádza, bude znamenať vyšší potenciál z tohto zdroja v budúcnosti a využívanie nižších rýchlostí vetra. V minulom roku bol projektovo pripravený Veterný park Myjava, lokalita Ostrý vrch pri obci Vrbovce. Táto veterná elektrárňa pozostáva z jedného kónického rúrového stožiaru s rotorom s veternou turbínou VESTAS typ V 39 500 39,0 s menovitým výkonom 500kW + trafostanice NN – oceľový transformátor a VN vedení. Z ohľadom na skúsenosti pri umiestňovaní turbín je možné počítať s 25 turbínami rozmiestnenými na ploche 1 km<sup>2</sup>. Vzájomná vzdialenosť tak bude min. 200 metrov. Ročná výroba elektrickej energie 25 turbínami (600 MW každá) alebo výroba z 1 km<sup>2</sup> plochy bude 25 GWh/rok. Tieto predpoklady vedú k celkovej ročnej výrobe elektriny na Slovensku na úrovni

6,4 TWh/rok. Získavanie elektriny týmto spôsobom sa ukazuje vzhľadom na reliéf našej krajiny, ako veľmi progresívny.

## Biomasa

Biomasu je možné využiť na energetické účely viacerými spôsobmi. Z pohľadu domácich skúseností je najekonomickejšie využívať tento zdroj na prípravu tepla. Avšak aj kombinovaná výroba elektriny a tepla z bioplynu resp. výroba bionafty má ekonomické výhody. Technológie využívajúce biomasu (drevo, slamu, živočíšne odpady) sú dostupné na trhu a môžu byť u nás uplatnené vo veľmi krátkom čase. Pestovanie energetických rastlín by viedlo k aktívnemu využitiu nevyužívaného pôdneho fondu, ktorý je u nás značný a podľa Ministerstva životného prostredia SR, by ho bolo možné zalesniť. Ako zdroj biomasy možno ďalej uvažovať odpadové drevo, slamu, hnoj zo živočíšnej výroby a pôdny fond využiteľný na pestovanie energetických rastlín. Využitie tohto potenciálu v súčasnom chátrajúcom poľnohospodárstve, by viedlo k zefektívneniu výroby a úspore financií na prevádzku.

## Odpadové drevo a slama

Potenciál odpadu vznikajúceho pri poľnohospodárskej a lesníckej produkcii je možné zhodnotiť na základe dnešnej ťažby dreva a produkcie obilnín. Na ocenenie potenciálu energetických rastlín boli použité výnosy získané pri experimentálnom pestovaní vrby (*Salix viminalis*) u nás. Zisk suchej biomasy tu predstavoval až 15 t/ha/rok (30 t/ha/rok čerstvej hmoty) s hustotou 10 000 stromov na hektár.

	Mil. ton/rok.	PJ/rok
Palivové drevo + odpad pri lesníckej ťažbe a z drevospracujúceho priemyslu (čerstvá hmota)	1,5	15,0
Slama (1/3 hmotnosti z 3 mil. ton vyprodukovaného obilia za rok)	1,0	14,2
Slama z produkcie repky olejnej (40.000 ha * 4 t/ha) suchej hmoty	0,16	2,9
Energetické rastliny (400.000 ha) suchá hmota pre <i>Salix viminalis</i>	6,0	135,0
SPOLU	17,66	167,1

Potenciál odpadového dreva, slamy a energetických rastlín na Slovensku [1]

Podiel slamy a obilia sa uvažuje 1:1. Tretina slamy sa počíta na energetické využitie, zvyšné 2/3 na využitie v poľnohospodárstve.

### Bioplyn

Na zhodnotenie potenciálu bioplynu je možné použiť vstupné údaje zodpovedajúce počtu zvierat v živočíšnej výrobe (hovädzí dobytok, ošípané a hydina) a z toho odvodiť potenciálnu výrobu bioplynu v m<sup>3</sup>. Z bioplynu je možné následne stanoviť potenciálnu výrobu elektriny a tepla, a to na základe domácich skúseností s touto technológiou

Potenciál bioplynu na Slovensku	Počet kusov	Ročná produkcia hnoja	Ročná výroba elektriny	Ročná výroba tepla
Hovädzí dobytok (500 kg)	1 mil.	10 mil. ton	300 mil. kWh	2 PJ
Ošípané (150 kg)	2 mil.	6 mil. ton	180 mil. kWh	1,2 PJ
Hydina	12 mil.	0,36 mil. ton	12 mil. kWh	0,08 PJ
SPOLU			492 mil. kWh	3,3 PJ

Výroba elektriny a tepla bola zhodnotená na základe údajov z farmy v Bátke (okres Rimavská Sobota). Vstupy v tejto farme boli nasledujúce:

Priemerná produkcia hnoja: 149,3 t/deň

priemerná produkcia bioplynu: 2587,5 m<sup>3</sup>/deň (63,5 % CH<sub>4</sub>)

priemerná výroba elektriny: 4485,9 kWh/deň  
priemerná výroba tepla: 29,1 GJ/deň.

### Solárna energia

Každý rok dopadne zo Slnka na Zem asi desaťtisíckrát viac energie, ako ľudstvo za toto obdobie spotrebuje. Množstvo dopadajúcej slnečnej energie na územie Slovenska je asi 200-násobne väčšie ako súčasná spotreba primárnych energetických zdrojov u nás. Je to obrovský, doposiaľ takmer úplne nevyužitý potenciál. Využívanie slnečnej energie je dnes najčistejším spôsobom využívania energie vôbec a na rozdiel od iných zdrojov (aj obnoviteľných) sú dopady na okolité životné prostredie zanedbateľné.

Slnečná energia je hnacím strojom života na

Zemi. Zohrieva atmosféru a Zem, vytvára vietor, zohrieva oceány, spôsobuje odparovanie vody, dáva silu vodným tokom, rastlinám aby mohli rásť a z dlhodobého hľadiska vytvára aj fosilne palivá. Slnečná energia a z nej pochádzajúce obnoviteľné zdroje energie – veterná, vodná a biomasa môžu byť využité na výrobu všetkých foriem energie, ktoré dnes ľudstvo využíva. Slnko neustále produkuje obrovské množstvo energie - približne 1,1 x 10<sup>20</sup> kWh každú sekundu (jedna kilowatthodina je množstvo energie, ktoré spotrebuje 100 W žiarovka po dobu desať hodín). Vrchná vrstva atmosféry prijíma asi dve miliardy Slnkom vytvorenej energie, čo je asi 1,5 x 10<sup>18</sup> kWh za rok.

V dôsledku odrazu, rozptylu a absorpcie plynmi a aerosólmi v atmosfére dopadá na zemský povrch len asi 47 % z tejto energie (7 x 10<sup>17</sup> kWh). Okamžitý výkon slnečného zdroja predstavuje v atmosfére 1,7.10<sup>17</sup>W.

V našich zemepisných podmienkach to znamená, že energia dopadajúca na plochu 1 m<sup>2</sup> dosahuje hodnotu 1000 až 1250 kWh/rok (cca 5 GJ). Z uvedenej intenzity žiarenia vyplýva, že teoreticky pri 100% účinnosti využitia tejto energie by sme z plochy 3 x 3,3 metra mohli získať dostatok energie na pokrytie celoročnej spotreby tepla a teplej vody pre priemernú domácnosť na Slovensku. Bariéru pre takéto využitie nepredstavuje len nerealizovateľná 100-percentná účinnosť zariadenia, ale aj odchýlky v množstve dopadajúceho žiarenia v priebehu roka a jeho energetickej hustote.

Hustota slnečného žiarenia je totiž mnohonásobne nižšia ako v prípade fosílnych palív, na druhej strane je však toto žiarenie homogénnejšie rozložené ako zásoby klasických palív na Zemi.

Zemská atmosféra sa otepluje v dôsledku priameho slnečného žiarenia priamo a nepriamo rozptylom žiarenia vo vzduchu (tzv. difúzne žiarenie). Súčet oboch týchto zložiek predstavuje globálne žiarenie. Množstvo dopadajúceho žiarenia na konkrétnom mieste však závisí na viacerých faktoroch, ako sú napríklad: zemepisná poloha, miestna klíma, ročné obdobie a sklon povrchu k dopadajúcemu žiareniu.

Rozlišujeme tri základné spôsoby využitia slnečnej energie:

- Pasívne využitie vhodnou architektúrou, kde tvar a výstavba budov je navrhnutá tak, aby dopadajúce žiarenie a následne jeho skladovanie a distribúcia po budove viedli k maximálnemu efektu.
- Využitie slnečných kolektorov na prípravu teplej úžitkovej vody, respektíve vykurovanie priestorov.
- Výroba elektrickej energie slnečnými (fotovoltaickými) článkami alebo inými systémami koncentrujúcimi slnečné žiarenie.

Z hľadiska používaných technológií nižšia energetická hustota znamená väčšie nároky na plochu zariadení. To spolu s problémom časovo meniacej sa intenzity dopadajúceho žiarenia predstavuje hlavnú nevýhodu v porovnaní s fosílnymi palivami, kde je energia uskladnená vo vysoko koncentrovanej forme.

Meniace sa atmosferické podmienky majú výrazný vplyv na množstvo dopadajúceho slnečného žiarenia na Zem. Je evidentné, že množstvo energie klesá s narastajúcou oblačnosťou a najlepšie slnečné podmienky sa nachádzajú v púštnych oblastiach s minimálnou oblačnosťou v priebehu roka. Miestne geografické pomery tiež ovplyvňujú tvorbu oblačnosti. Tak prítomnosť kopcov, oceánov a veľkých jazier znamená, že intenzita dopadajúceho slnečného žiarenia sa môže líšiť od susedných miest. Napríklad kopcovité oblasti vykazujú nižšiu úroveň slnečného žiarenia ako rovinaté oblasti. Súvisí to s tým, že v kopcoch sa tvorí väčšia oblačnosť ako na rovinách. Prímorské oblasti sa taktiež líšia z hľadiska intenzity žiarenia od oblastí položených ďalej od pobrežia.

V našich podmienkach sa intenzita globálneho slnečného žiarenia môže napoludnie meniť od asi 1000 W/m<sup>2</sup> počas jasného dňa (za mimoriadne výhodných podmienok to môže byť ešte viac) po menej ako 100 W/m<sup>2</sup> počas zamračeného dňa.

Slnečná energia by pri správnom návrhu obalových konštrukcii a efektívnom návrhu solárnych zariadení mohla pokryť všetky naše energetické nároky z hľadiska tvorby

vnútorného prostredia. Využívanie solárnych kolektorov, respektíve pasívneho využitia slnečnej energie (architektúra) je už dnes ekonomicky výhodné a má stále rastúcu popularitu. Solárne kolektory by dokázali nahradiť značnú časť potrieb na vykurovanie a hlavne prípravu teplej úžitkovej vody. V oblasti výroby elektrickej energie dominujú fotovoltaické články, ktoré i napriek dnes relatívne vysokej cene, môžu výrazne ovplyvniť výrobu elektriny u nás v roku 2050.

Pre účely tejto štúdie bol spočítaný potenciál slnečnej energie na prípravu tepla s cieľom pokryť zvyšok spotreby biomasou, resp. geotermálnou energiou. Berúc do úvahy typickú účinnosť a priemernú výrobu energie slnečným kolektorom - 350 kWh/rok/m<sup>2</sup> alebo 1,26 GJ/rok/m<sup>2</sup> je možné odhadnúť, že využitím kolektorovej plochy 10 m<sup>2</sup> na osobu alebo inštalovaním 50 mil. m<sup>2</sup> solárnych kolektorov by bolo možné vyrobiť 63,0 PJ tepla za rok. Napriek tomu, že táto plocha sa môže zdať veľká, existuje možnosť využiť strechy budov a tiež kombinovať kolektory s tepelnými čerpadlami.

Solárne kolektory sú už dnes bežnou realitou (Rakúsko) nielen na rodinných domoch, ale aj na viacpodlažných obytných budovách, resp. priemyselných stavbách. Budovanie veľkých kolektorových polí pre centralizované systémy vykurovania je možné uvažovať ako alternatívu k umiestňovaniu kolektorov na strechy budov.

#### **Potenciál solárnej výroby tepla - 63 PJ/rok.**

Hoci rozvoj fotovoltaických článkov vo svete je značný a elektrina vyrábaná z nich je považovaná za zdroj budúcnosti, v tejto štúdii sa potenciál uvažuje ako dodatočný k "už realizovanému potenciálu" veternej, vodnej energie a výroby elektriny z bioplynu. Predpokladá sa, že cenová výhodnosť týchto zdrojov bude znamenať plné využitie ich potenciálu, tak ako bol odhadnutý vyššie. Pre podmienky Slovenska by to znamenalo vyrobiť zvyšných asi 15 TWh/rok fotovoltaickými článkami.

Plocha, ktorá by bola potrebná pre výrobu elektriny by potom dosiahla 100 mil. m<sup>2</sup>

(plocha 10 km x 10 km). Táto plocha vychádza zo súčasného stavu technológie. Typický fotovoltaický článok je schopný v našich podmienkach vyrobiť 150 kWh/m<sup>2</sup> za rok.

Potenciál výroby elektriny fotovoltaickými článkami – 15 TWh/rok.

### Geotermálna energia

Geotermálnu energiu využívame na Slovensku už niekoľko desaťročí. Súčasnú využítie predstavuje 1,2 PJ za rok. Hlavnou oblasťou využitia je dnes vyhrievanie bazénov - geotermálne kúpaliská. Celkom nedávno sa začalo s uplatnením geotermálnej energie na vykurovanie obytných domov a na výrobu elektrickej energie.

Hoci potenciál geotermálnej energie je prakticky nevyčerpatelný a teoreticky by mohol pokryť všetky naše energetické potreby je z praktického hľadiska uvažovaná hodnota z energetického plánu –

22,68 PJ/rok. Tento potenciál by podľa vládnych údajov bolo možné realizovať do roku 2010, pričom by geotermálnu energiu bolo možné v podstatne väčšej miere využiť hlavne na vykurovanie objektov (tepelné čerpadlá). Potenciál geotermálnej energie pri výrobe tepla - 22,68 PJ/rok.

### Využitie geotermálnych vôd z hľadiska architektonického riešenia

Geotermálna energia nie je v pravom slova zmysle obnoviteľným zdrojom energie, nakoľko má pôvod v horúcom jadre Zeme, z ktorého uniká teplo cez vulkanické pukliny v horninách. Vzhľadom na obrovské, takmer nevyčerpatelné zásoby tejto energie, však býva medzi tieto zdroje zaradované. Teplota jadra sa odhaduje na viac ako 4000 °C a v desaťkilometrovej vrstve zemského obalu, ktorá je dostupná súčasnej vŕtacej technike, sa nachádza dostatok energie na pokrytie našej spotreby na obdobie niekoľkotisíc rokov. Teplo postupuje zo žeravého zemského jadra smerom k povrchu. Geotermálna energia sa v prevažnej miere využíva na vykurovanie objektov ako sú bazény, skleníky ale aj obytné domy napojené na systém centralizovaného zásobovania teplom.

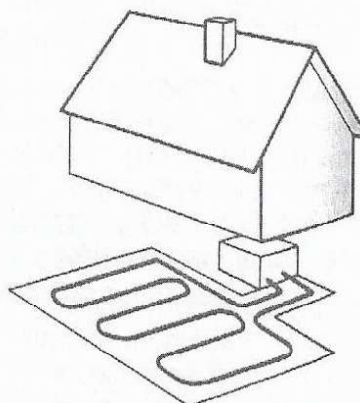
Takéto vykurovanie bolo inštalované už v roku 1890 v americkom Boise (štát Idaho). V Reykjavíku na Islande bolo geotermálnou vodou vykurovaných 45 tisíc domov a 95 tisíc m<sup>2</sup> skleníkov už v roku 1960. Osobitnú skupinu tvoria tzv. tepelné čerpadlá využívajúce teplo zeme na prípravu tepla na vykurovanie.

Technológia využívajúca geotermálnu energiu podlieha stálemu vývoju, hlavne v oblasti vývoja systémov ťažiacich teplú vodu z hĺbky viac ako 4000 metrov. Nevýhodou, ktorá bráni širšiemu využívaniu geotermálnej energie je, že voda obsahuje veľké množstvo solí a preto sa nemôže priamo viesť vodovodnými potrubiami a využívať ako zdroj pitnej vody. Nemožno ju použiť ani v systéme diaľkového vykurovania. Soľ by rozožrala vodovodné rúry aj vykurovacie telesá.

Využívanie geotermálnej energie na ohrev vody sa preto nezaobíde bez použitia výmenníkov. Nové technológie využívajú nehrdzavejúce výmenníky a nízkotepelné vykurovacie systémy. Moderné aplikácie zahŕňajú okrem iného aj využitie geotermálnej energie pre chemickú výrobu a produkciu čistej vody. Opatrenia na zníženie nežiaducej ekologickej záťaže z využívania tohoto zdroja, napríklad reinjekcia vody a rozpustných odpadov, sa dnes stávajú bežnou praxou. Účinne sa zabraňuje aj plynným výpustiam, hlavne sírovodíku. Náklady na tieto opatrenia sú zahrnuté v ekonomických analýzach geotermálnych projektov.

### Tepelné čerpadlo využívajúce teplo Zeme

Energia sa zo Zeme odoberá systémom potrubí.



Relatívne novými zariadeniami sú tzv. tepelné čerpadlá, ktoré využívajú okolité prostredie ako zdroj vstupnej energie a túto potom premieňajú na užitočnú tepelnú energiu napr. pre systémy individuálneho vykurovania domov. Je to najrýchlejšie sa rozvíjajúca oblasť celého geotermálneho priemyslu. Počet inštalovaných tepelných čerpadiel využívajúcich teplo Zeme zaznamenal od roku 1995 obrovský nárast až 269 %, pričom ročný prírastok predstavuje 30 %. V 26 krajinách, v ktorých sa vedú štatistiky predaja presiahol počet inštalovaných zariadení až 500 tisíc, pričom len v USA sa ich ročne inštaluje asi 40 tisíc. Väčšina tepelných čerpadiel dnes pracuje vo vyspelých krajinách a ich priemerné ročné využitie sa pohybuje od 1000 hodín v USA po 6000 hodín vo Švédsku a Fínsku.

Funkcia tepelného čerpadla je založená na termodynamickom procese, pri ktorom sa odoberá teplo okolitému prostrediu a odovzdáva sa tepelnému médiu (voda). K tomu, aby tento proces prebiehal v uzavretom cykle, je potrebné systému dodávať elektrickú energiu na pohon elektromotora kompresorového tepelného čerpadla, respektíve iné palivo (nafta, plyn). Ako médium, z ktorého sa teplo odoberá môže slúžiť teplo zeme (odoberá sa rúrkami uloženými pod povrchom), okolitý vzduch, alebo tiež voda zo studní.

Charakteristickou veličinou tepelného čerpadla je podiel výkonu a príkonu. Užívateľovi dodané teplo predstavuje často niekoľkonásobok energie dodanej tepelnému čerpadlu. Tento podiel, ktorý býva až 3, znamená že na 1 kWh príkonu dodaného vo forme elektrického prúdu, nafty, alebo plynu, sa získajú až 3 kWh vo forme úžitkového tepla. Energia sa pri tomto procese nevytvára, nakoľko aj tu platí zákon zachovania energie. Uvedený zisk znamená, že okolitému prostrediu boli odobraté 2 kWh. Pre hospodárnosť prevádzky tepelných čerpadiel je výhodné využívať tepelné zdroje s čo najvyššou teplotou, napríklad odpadové teplo z priemyslových procesov, alebo využívať získané teplo v nízkoteplotných vykurovacích systémoch. Investičné náklady na využitie takéhoto tepla v regióne bývajú v mnohých prípadoch nižšie, ako sú náklady na výstavbu nových zdrojov.

## Využitie geotermálnej energie na Slovensku

Územie Slovenska je v porovnaní s inými krajinami relatívne bohaté na geotermálne zdroje a na základe geologického prieskumu bolo už v roku 1993 vyčlenených 25 perspektívnych oblastí. Celkový potenciál využiteľných zdrojov aj s vodami s nízkou teplotou (okolo 30 °C) je odhadovaný na 5200 MW termálneho výkonu. Potenciál geotermálnych vôd s teplotou vôd 75-95 °C využiteľný napríklad na vykurovanie budov predstavuje asi 200 MW.

V minulosti sa na Slovensku využívali termálne pramene hlavne v poľnohospodárstve. Použitá technológia bola veľmi jednoduchá, tepelné čerpadlá a kaskádové využitie zdroja sa uplatňovali iba výnimočne a energia vody bola využitá dost' nevhodne. Mnohé z týchto zdrojov boli v posledných rokoch odstavené, nakoľko obsah minerálnych látok geotermálnej (odpadnej) vody, ktorý sa pohyboval na úrovni 4 g/liter, viedol k podstatným zaťaženiám povrchových vôd. Nová hraničná hodnota - 0,8 g/liter znamená, že využívanie geotermálnej energie je možné vtedy, keď sa vyrieši problém s odpadnými vodami, a to či už reinjektážou alebo jej čistením.

V roku 1998 sa na Slovensku využívala geotermálna energia v 35 lokalitách. Celková výdatnosť týchto zdrojov je 110 litrov teplej vody za sekundu, pričom tepelný výkon využívaných zdrojov predstavuje zhruba 93 MW. Okrem väčšieho počtu geotermálne vykurovaných kúpalísk, ktoré si vyžadujú relatívne nízke investičné náklady bolo u nás vybudované prvé zariadenie využívajúce geotermálnu energiu na vykurovanie sídliska a nemocnice. V spolupráci s islandskou firmou Virkint-Orkint bolo v roku 1996 uvedené do prevádzky Geotermálne centrum v Galante. Využívaný výkon tunajšieho geotermálneho zdroja predstavuje 10 MW. Vykurovací systém v Podhájskej má celkový výkon 8 MW.

Na základe doterajších skúseností (Galanta) je možné povedať, že vo viacerých slovenských obciach by bolo možné pokryť značnú časť spotreby tepelnej energie v bytovo - komunálnej sfére práve z takýchto zdrojov. Napriek tomu, že geotermálnych zdrojov je u nás dostatok, problém, ktorý



ovplyvňuje ich širšie využitie spočíva dnes predovšetkým vo vysokých finančných nákladoch. Tie súvisia hlavne s geologickým prieskumom a uskutočnením vrtov do hĺbky často 1500-3000 metrov. Z hľadiska svojho potenciálu sa ako najperspektívnejšia lokalita u nás ukazuje Košická kotlina, ktorá je charakteristická prítomnosťou geotermálnych podzemných vôd s teplotou 120-160 °C, a to v hĺbke menšej ako 3000 metrov. Napríklad pod sídliskom Dargovských hrdinov sa už v hĺbke 800 m nachádza voda teploty 60 °C.

Projekt na výrobu elektriny z geotermálnej energie bol navrhnutý v Košiciach už v roku 1990. Predpokladal vybudovanie geotermálnej elektrárne s výkonom 5 MW, pričom odpadové teplo z elektrárne by sa využívalo na vykurovanie okolitých objektov. Použitá mala byť zahraničná technológia v cene 60 až 150 miliónov Sk. Náklady na dva vrty do hĺbky 2500 metrov by predstavovali 80 miliónov Sk. Riešiteľom mal byť Stavoprojekt Košice, realizátorom NAFTA Gbely a užívateľom miestna samospráva sídliska Dargovských hrdinov v Košiciach. Doba výstavby sa predpokladala 14 mesiacov. Tento projekt, umiestnený v oblasti s najvyšším potenciálom geotermálnej energie v SR, doposiaľ realizovaný nebol. Na základe prieskumných vrtov vykonaných v obci Ďurkov (12 km od Košíc) sa uvažovalo aj s vybudovaním geotermálneho zariadenia, ktoré by poskytovalo teplú vodu pre vykurovanie Košíc. Termálny zdroj má výdatnosť 60 litrov/sek, pričom voda by bola čerpaná z hĺbky 2000 metrov.

#### **Energetická koncepcia pre Slovenskú republiku do roku 2005 .**

	Ročná výroba elektriny v TWh	Ročná výroba tepla v PJ
Vodná energia	6,61	
Veterná energia	6,4	
Biomasa Drevo, slama, en. Rastliny		167,1
Bioplyn	0,49	3,3
Geotermálna energia		22,7
Solárna termálna energia		63,0
Fotovoltaika	15,0	
Spolu	28,5	256,1

#### **Záver**

Na základe vyššie uvedených údajov je možné prehlásiť, že potenciál OEZ a technológie ktoré sú dnes k dispozícii by dokázali pokryť celú našu energetickú spotrebu teoreticky už dnes. Pri tom je potrebné zdôrazniť, že len v prípade využitia biomasy a vodnej energie (bez prečerpávania) sa uvažuje využiť takmer celý dostupný potenciál (technicky využiteľný potenciál), pričom vyššie využitie týchto zdrojov asi ani v budúcnosti nebude možné. Teoretický potenciál veternej energie je však podobne ako v prípade geotermálnej a solárnej energie mnohonásobne väčší ako naša dnešná spotreba. Hodnoty potenciálu uvedené nižšie vychádzajú zo súčasného stavu technológie a preto v dôsledku ich budúceho rozvoja je možné očakávať aj vyššie využitie ako je naznačené v tejto štúdii.

#### **Literatúra:**

1. Internet [www.fae.sk](http://www.fae.sk).

#### **Resumé**

This article examines some methods for renewable power resources for Slovakia - solar energy, water-power, wind-power, biomass, geothermal energy. Exploitation of geothermal waters from architectural point of view, solution of thermo pumps exploiting earth heat, etc., usage of non-conventional power resources and their application in low-energy objects. The energy efficiency of affordable homes must necessarily rely upon more basic approaches to design and construction. The arrangement for active utilization of alternative resource cooperates, to great extent, spatially with the construction of a house. Passive exploitation of natural power source then has direct and substantial influence over the disposition of the house, its cubic make-up and general conceptual solution.