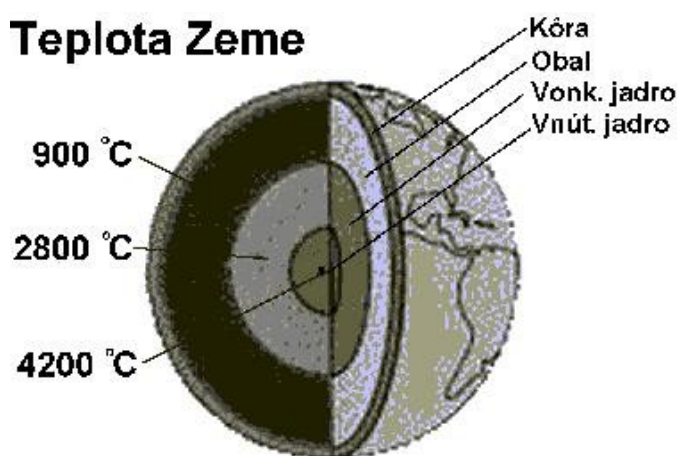


## 1 GEOTERMÁLNA ENERGIA

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 zaraďované. 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 niekoľko tisíc rokov. Teplo postupuje zo žeravého zemského jadra smerom k povrchu. Teplotný nárast sa pohybuje od 20 do 40°C na vertikálny kilometer s miestnymi maximami (geotermálne pramene). V hĺbke zhruba 2500 metrov sa často nachádza voda teplá až 200°C.



### Geotermický gradient

Je to miera narastania teploty v závislosti od hĺbky. Na našej planéte dosahujú priemerné hodnoty spravidla rast teploty o 3°C na 100m hĺbky. To znamená, že keď navštívime vrt do hĺbky 200m, tepelná hodnota bude o 6°C vyššia ako na povrchu Zeme. To platí vo väčšej časti našej planéty, avšak v zónach hraničiacich s platňami môže geotermický gradient dosiahnuť omnoho vyššie hodnoty, a to až 100°C na 100m.

### Typy geotermálnych ložísk

Poznáme dva typy geotermálnych ložísk:

1. kategória ložísk sa rozdeľuje do dvoch skupín: hypertermické polia suché a hypertermické polia mokré. Vyskytujú sa v zónach, kde existuje termálny zdroj so zvýšeným tepelným gradientom.
2. kategória hladiny termálnych vôd sa nachádza v zónach sedimentárnych panví s normálnym, alebo mierne zvýšeným gradientom s priemernou hodnotou 3°C na 100m. Existujú dva rozdielne typy týchto ložísk: rezervoáry spojené a rezervoáry nespojené.

### *Hypertermické polia:*

a/ suché – sú to ložiská, kde sa voda prehrieva v horúcich skalných horninách vo forme pary, v tekutej podobe (40-krát väčšej hustoty) voda migruje smerom k základni rezervoáru.

b/ mokré – neexistuje žiadna fáza pary v podzemí. Táto fáza nastáva až vtedy, keď sa voda dostane na povrch a keď sa tlak zníži, až vtedy sa časť tejto vody premení na paru.

### *Podzemné teplé vody:*

Zásadný rozdiel oproti hypertermickým vlhkým poliam je, že zdroj tepla neexistuje, geotermický gradient je normálny. Zásobovanie vodou musí byť dostatočné a deje sa buď prirodzene alebo umelo. V prípade reinjektáže vody po jej využití je v geotermálnej prevádzke.

## **GEOTERMÁLNE PREJAVY**

Naša Zem je živá a aktívna planéta. Jej energia sa prejavuje viacerými spôsobmi. Mnohé jej prejavy, ako zemetrasenia, alebo vrásnenia horských masívov, sú v podstate fenomény mechanické. Ostatné prejavy, ako sopky, horúce pramene, fumaroly alebo gejzíry, sú fenomény, kde termika hrá dôležitú úlohu. Tieto prejavy, ktoré sú teda geotermálne, môže sa na jednotlivých miestach prejavovať rôzne.

### **Sopky**

Eviduje približne 600 aktívnych sopiek. Rozdeľujú v závislosti na ich postavení vo vzťahu k litosférickým platniám. Litosférické platne sú „kožou“ našej planéty. Existuje asi dvadsať takýchto platní oddelených obrovskými zlomami. Platne sú vo vzájomnom pohybe a pravidelne sa obnovujú. Predtým sa delili podľa typu erupcie.

*Podmorské sopky* - tvoria os oceánskych chrbtov, ktoré sú zóny so zvýšeným reliéfom situované v oceánoch, kde dve litosférické platne sa od seba vzdalujú, pričom ich nová výplňová hmota pochádza z plášťa Zeme. Sú menej známe ako sopky na zemskom povrchu, pretože sú málo prístupné. Sú hlavné články v mechanizme vývoja planéty Zem. Mnohé z podmorských sopiek postupne počas svojich erupcií vyprodukujú toľko materiálu, že sa vynoria nad hladinu vody.

*Atol* - je vytvorený sopkou a koralovým útesom, ktorý na svoj rozvoj potrebuje čistú a teplú vodu (asi 25°C). Najviac atolov sa nachádza v tropickom pásme hlavne Tichého oceánu.

*Guyoty* - sú staré sopky veľmi zvláštnej formy (zrezaný kužeľ), ktorých povrch bol zarovnaný, keď vyčnievali z mora a potom sa ponorili.

Energia produkovaná zo sopiek je zanedbateľná z hľadiska celkovej energie uvoľnenej našou zemeguľou. Sopky sú body, z ktorých vystupuje hmota o vysokej teplote. Tento materiál na povrch môže prichádzať v troch formách: *pevnej, tekutej a plynnej*. Plyná fáza predstavuje najdôležitejšiu časť. V eruptovanom materiáli sopiek väčšinou prevláda vzduch a voda (na začiatku vo forme plynov), ktoré pochádzajú zvnútra našej planéty. Sopky sú tak trochu stroje na „odplynovanie“ magmy. *Magma* je tekutina, ktorá obsahuje roztavené silikáty (kombinácia oxidu kremičitého s rôznymi oxidmi kovov) s obsahom plynu. Magma vzniká v hĺbke 100 až 300 km za obrovských tlakov, pri ktorých sú horniny takmer v tekutom stave.

## **Horúce pramene**

Horúce alebo termálne pramene sú najbežnejším a najrozšírenejším geotermickým prejavom na našej planéte. Väčšina horúcich prameňov má spravidla meteorický pôvod (t.j. voda zo zrážok pri svojej ceste sa dostáva do podzemia, kde sa ohrieva). Horúce pramene sa vyskytujú v dvoch regiónoch. V sopečných regiónoch, kde voda do nich infiltruje a rýchlo sa ohrieva, výsledkom čoho je zvýšený geotermický gradient (zvyšovanie teploty v závislosti od hĺbky).

## **Chemické zloženie vody termálnych prameňov**

Je mimoriadne premenlivé. Závisí od zloženia hornín, s ktorými voda prichádza pod zemou do styku, ako aj od času, za ktorý nimi prešla. Medzi prvkami, ktoré sa často vyskytujú v termálnych vodách, možno uviesť sodík, draslík, vápnik, ale výnimkou nie sú ani stopové zlato, alebo arzén. Niektoré komponenty rozpustné vo vode môžu vodu sfarbovať, prítomnosť síry indikuje biela, zelená alebo čierna farba. Voda z prameňov môže obsahovať aj rozpustené plyny, ktoré pri vyvieraní vody unikajú. Oxid uhličitý a sírovodík vyvolávajú známy zápach po skazených vajkách. Mnohé termálne pramene pri ceste na povrch ukladajú časť minerálov, ktoré obsahuje voda (za pomerne nízkeho tlaku a teploty). Tieto usadeniny sú niekedy veľmi pôsobivé svojou charakteristickou stavbou: sú to skamenené vodopády.

## **Fumaroly**

V susedstve horúcich prameňov, v niektorých prípadoch môžu vznikať veľmi zvláštne biologické javy. Napríklad v blízkosti podmorských horúcich prameňov existuje život aj bez slnka. Tieto pramene sú situované v zónach oceánskych chrbtov. Morská voda presakuje cez mnohé bočné zlomy a pod vplyvom magmy sa ohrieva na veľmi vysokú teplotu (asi 350°C) a vystupuje smerom ku dnu oceánu, kde sa zmieša s morskou vodou a jej vplyvom sa morská voda ochladí (asi 2°C v hĺbke 2000m). V novovytvorených zónach s konštantnou teplotou (izotermie) môže žiť niekoľko sto druhov organizmov. Tieto pramene sa volajú „fumeur“ to je jav nahromadenia prvkov rozptýlených v prehriatej vode, ktorá poskytuje miesto na vytvorenie komína uvoľnenia „dymov“. Sú to pramene, pri ktorých vodu nahrádzajú plyny. Všeobecne sú lokalizované v sopečných zónach. Tieto plyny majú dvojaký pôvod: prvá časť vzniká v hĺbkach pri odplyňovaní magmy a vulkanických hornín, druhá časť vzniká vyparovaním povrchovej vody infiltrovanej z povrchu. Teplota fumarol môže prevýšiť 1000°C. Chemické zloženie plynov fumarol ukazuje, že často prevláda vodná para a oxid uhličitý (plyn) s množstvom stopových prvkov. Fumaroly, ktoré obsahujú plyný sírovodík, sa nazývajú solfatary. Tieto usadeniny sa niekedy aj ťažia.

## **Bahenné sopky**

Sú to pramene so značným podielom pevných častíc. V skutočnosti málo z týchto systémov je zmiešaných s veľkým množstvom rozptýleného jemnozrnného materiálu (napr. íl), ktorý formuje bahno do viac-menej viskoznej formy. Sú veľmi zriedkavé.

## Gejzíry

Sú zvláštnym variantom teplých prameňov. Tento jav je veľmi vzácny a chýlostivý. Prvé gejzíry v histórii popísali a identifikovali koncom 12. st. Island'ania. Slovo „gejzír“ (tryskať, striekať) je islandského pôvodu a znamená miesto, kde boli objavené tieto čudné druhy teplých prameňov. Pre vznik gejzírov bolo nevyhnutné splniť viacero podmienok: horúci prameň s dostatočnou teplotou vody tak, aby radovo dosiahla 140°C, jeho zásobovanie vodou musí byť pravidelné vo vyhovujúcej sieti a otvor, ktorý s presne určenými rozmermi umožní erupciu zmesi pary a vody. Schématicky môžeme prirovnať gejzír k prúdeniu vody, ktorý ženie vodu jedným privodným kanálom, ktorá sa prehriatím čiastočne odparuje. Voda vo forme pary zaberá 1500-krát väčší objem ako voda v tekutom stave. Para predstavuje ozajstnú výbušninu.

Na Slovensku je najznámejší Herliansky gejzír, ktorý sa od klasických gejzírov odlišuje situovaním vo vulkanických vrchoch so skončenou sopečnou činnosťou a zásadne tým, že sa umelo aktivizoval vrtom hlbokým 404,5m, ako aj nízkotermálnou vodou. Za svoj zrod môže Herliansky gejzír ďakovať rozkvetu miestnych kúpeľov v 19.storočí, pre ktoré bolo treba zabezpečiť dostatok liečivej minerálnej vody.

## Tradície vo využívaní geotermálnej energie, Geotermálna kuchyňa

Naši predkovia veľmi rýchlo prišli na to, že pri príprave jedla môže zohrať dôležitú úlohu zemské teplo. Určité zóny sú ozajstným geotermálnym sporákom s vysokým geotermickým gradientom.

- V Japonsku na určitých miestach možno uvariť vajíčka zahrabaním do zeme.
- Na Novom Zélande sa konzumuje „hanghi“, čo je druh prípravy jedla na pare. Spočiatku sa jedlo pripravovalo na prírodných fumarolách, neskôr sa na skalách rozžeravené ohňom vylievala voda. Okrem geotermálnej kuchyne Maori vynášali aj prípravu prstruha na modro. Ryby z potokov ponorili do horúcich prameňov, kde sa za niekoľko minút uvarili.
- Na Islande sú dobre známe určité miesta, kde sa do hĺbky niekoľko desiatok centimetrov zahrabávajú hermetické nádoby s chlebovým cestom. Nasledujúci deň chlieb už možno konzumovať.
- Na Acorach na ostrove San Miguel je geotermálna kuchyňa bežným javom. S prispením fumarol sa pripravujú najmä tri jedlá: kukurica, odroda tresky, mäso so zeleninou.
- V Keni sa pomocou prírodných fumarol sušia kvety.

## VYUŽÍVANIE GEOTERMÁLNEJ ENERGIE NA SLOVENSKU

### Geotermálne zdroje v jednotlivých regióch

Slovensko z hľadiska geotermického potenciálu patrí k nadpriemerným regiónom sveta. Teplé pramene v okolí Patinciev na južnom Slovensku, boli pravdepodobne známe ešte v 3. storočí za čias keď rímske vojská chránili severné hranice rímskej ríše. Rímske légie sa do okolia Trenčína dostali v rokoch 179 – 180 po Kristovi, a pravdepodobne poznali termálne pramene v Piešťanoch a Trenčianskych Tepliciach. Dnes sa termálne pramene využívajú na 45 lokalitách prevažne na rekreačné a kúpeľné účely. Na západnom Slovensku (kraj Bratislavský, Nitriansky, Trnavský a Trenčiansky) sú to

Piešťany, Šamorín, Čilistov, Senec, Kráľová pri Senci, Chorvátsky Grob, Hôrna Pôtoň, Gabčíkovo, Dunajská Streda, Čalovo, Komárno, Poľný Klesov, Vincov Les, Diakovce, Topoľníky, Podhájska, Tvrdošovce, Nové Zámky, Dvory n/Žitavou, Štúrovo, Patince a Trenčianske Teplice.

Na *strednom Slovensku* (kraj Žilinský a Banskobystrický) sú to Oravice, Liptovský Trnovec, Bešeňova, Liptovský Ján, Rajecké Teplice, Belušícke Slatiny, Mošovce, Turčianske Teplice, Bojnice, Chalmova, Kremnica, Kováčová, Sklenné Teplice, Vyhne, Dudince, Vinica, Hrnčiarske Zalužany, Tornaľa a Dolná Strehová. Do užívania sa pripravuje lokalita Durinec pri Rimavskej Sobote.

Na *východnom Slovensku* (kraj Prešovský a Košický) sú Vyšné Ružbachy, Vrbov, Sobrance a Poprad. Do užívania sú tu pripravené ďalšie lokality ako Stará Lesná, Borša a blízke okolie Košíc.

Horeuvedné geotermálne zdroje sa sústreďujú hlavne do centrálnej *depresie Podunajskej nížiny*, Zlatomoravského zálivu, Dubnickej depresie, Komárňanskej a Levickej kryhy a do sedimentárnych panví ako Východoslovenská neogenná panva, Topoľčiansky záliv, Žiarska kotlina, Rimavská kotlina, Viedenská panva, Hornonitrianska kotlina, Turčianska kotlina, Liptovská kotlina, Skorušinská panva, Ilavská kotlina a Levočská panva.

Relatívne nízke teploty a hodnoty tepelného toku sú charakteristické pre *centrálnu časť a časť severného územia Slovenska*. Vysoké teploty vrátane tepelného toku sú typické pre neogenné panví a mladuvulkanické pohoria. Z toho hľadiska na území Slovenska bolo vyčlenených 24 potenciálnych oblastí v ktorých sa geotermálne vody vyskytujú v podloží terciérnych sedimentov hlavne v dolomitoch a vápencoch a v miopliocénnych sedimentoch Podunajskej nížiny a Juhoslovenskej panvi a ojedinele v neogénnych vulkanitoch východného a stredného Slovenska.

*Južná časť Slovenska* je charakteristická vysokými hodnotami tepelného toku ( $82 \text{ m.W.m}^{-2}$ ) a vysokým geotermickým gradientom, ktorý do hĺbky 1000 m dosahuje  $45^{\circ}\text{C}$ , čo je omnoho vyššia hodnota ako je svetový priemer ( $30^{\circ}\text{C.km}^{-1}$ ).

### **Rozdelenie zásob geotermálnych vôd**

Geotermálna energia predstavuje bohatý potenciál energie na Zemi. Na Slovensku činí priemerné zvýšenie teploty  $3^{\circ}\text{C}$  na každých 100 m vrtu. Zásoby geotermálnych vôd rozdeľujeme na obnovované a neobnovované zásoby. U obnovovaných sa ťažba realizuje cez jeden vrt, a ochladená voda je vypustená do tokov. Neobnovované zásoby geotermálnej vody sa musia pravidelne dopĺňať, preto okrem ťažobného vrtu sa musí navrátať aj tzv. reinjektážny vrt, cez ktorý je geotermálna voda po odovzdaní tepla vo výmenníku spolu so škodlivými plynmi a soľmi zatláčaná späť do podzemia. Je to spôsob, ktorý plne zodpovedá dnešným environmentálnym kritériám. Vo svete je veľa geotermálnych zdrojov, kde zo zeme vystupujúca prehriata para, alebo horúca voda, sú vhodné na priamu výrobu elektrickej energie v parnej turbíne (Taliansko).

Naše geotermálne vody majú nižšiu teplotu  $45 - 130^{\circ}\text{C}$ , preto sú vhodné prakticky iba na vykurovanie. Využívajú sa v 35 lokalitách s úhrnným tepelným výkonom 75 MW a výrobou 1218 TJ/r na vykurovanie objektov, bazénov, skleníkov (Galanta - 1240 bytov a nemocnica).

Slovensko má 25 perspektívnych oblastí geotermálnych zdrojov s teplotou vody do 150 °C v hĺbkach do 5000 m. Najvýznamnejšou lokalitou z nich je Košická kotlina (Ďurkov) s potenciálom cca 300 MWt. Sú tu navrhované už 3 skúšobné vrty ktoré ukázali, že teplota GT vody dosahuje až 130 °C. V prvej etape prác sa predpokladá realizácia 8 ťažobných a 8 reinjektážnych vrtov s výkonom 100 MWt (2500TJ). Pripravuje sa využitie tejto energie pre vykurovanie Košíc, napojením sa na sústavu centrálného zásobovania teplom mesta. Študuje sa aj možnosť výroby elektriny (binárny cyklus) na pokrytie vlastnej spotreby zdroja o výkone cca 3 MW.

### **Geotermálne vody**

Z hľadiska teploty možno geotermálne vody na Slovensku rozdeliť do štyroch skupín:

1. *Vysokoteploté zdroje*, ktorých ložisková teplota v hĺbke od 2500-6000 m presahuje 150°C. Najvyššie teploty sa predpokladajú v regióne východného Slovenska (225°C).
2. *Strednoteplotné zdroje* o ložiskovej teplote 100-150°C sa vyskytujú v hĺbke od 2500-5000 m.
3. *Nízokoteplotné zdroje* sa vyskytujú v hĺbke od 2500-5000 m pri ložiskovej teplote 30-100°C.
4. *Veľmi nízokoteplotné zdroje*, ktorých teplota je <30°C Vyskytujú sa v hĺbke od niekoľkých metrov do niekoľko 100 m.

### **Vplyv vypúšťaných geotermálnych vôd na akosť povrchových a podzemných vôd**

Väčšina geotermálnych vôd SR svojimi prírodnými vlastnosťami, bez ohľadu na ďalšie znečistenie počas využitia, predstavuje potenciálne ohrozenie akosti povrchových a podzemných vôd a ďalších zložiek prírodného prostredia. Z 99 zdrojov gtv evidovaných v r. 1984 len necelá tretina obsahovala menej ako 1000 mg. l rozpustených látok. Vypúšťané gtv ovplyvňujú akosť vôd týmito faktormi:

- Vysokým prirodzeným obsahom rozpustených minerálnych solí.
- Nízkym až nulovým obsahom rozpusteného kyslíka.
- Vyššími teplotami otekajúcich vôd – niekedy aj nad 45 °C, v dôsledku nízkej miery využitia tepelného potenciálu zdroja.
- Dodatočným znečistením v procese úpravy a využívania /dávkovanie inhibítorov, organické a mikrobiologické znečistenie vody v termálnych bazénoch a pod./.

Z uvedených faktorov najzávažnejší a zároveň najťažšie riešiteľný je vysoký obsah rozpustených minerálnych solí. Doteraz známe metódy demineralizácie sú ekonomicky aj energeticky tak náročné, že nemožno prepokladať ich bežnú aplikáciu. Až na ojedinelé prípady sa neuvažuje ani s vypúšťaním využitých gtv do verejnej kanalizácie, hoci výskum určil pomer geotermálnych a splaškových vôd tak, aby sa neznížila účinnosť čistiarenských procesov.

### **Mineralizácia vody**

Prevažná časť geotermálnych vôd má nízku mineralizáciu, ktorá zriedky presahuje 5g.l<sup>-1</sup> čo zodpovedá približne priemerným hodnotám salinity morskej vody. Využitie geotermálnych vôd s vysokou mineralizáciou si vyžaduje realizáciu dvoch vrtov, a to jedného exploatačného (ťažobného a druhého reinjektážneho (vtlačného z dôvodov, že

geotermálna voda na nemôže vypúšťať do povrchových vodných tokov a musí byť vtlačovaná naspäť do útrob Zeme. Využívanie geotermálnej energie na Slovensku v poslednom čase vďaka účasti zahraničného kapitálu sa začína približovať vyspelým štátom sveta.

### **Vplyv termálnych odpadových vôd na kvalitu vody povrchového toku a jeho samočistiacu schopnosť**

Prevažná časť termálnych odpadových vôd je po tepelnoenergetickom využití bez čistenia alebo úpravy vypúšťaná do povrchových tokov. Tieto termálne odpadové vody svojím chemicko-fyzikálnym zložením prípadne biologickým oživením ovplyvňujú vody recipienta, ich chemicko-fyzikálne zloženie, biologické oživenie a tým aj proces samočistenia v toku, t.j. schopnosť vysporiadať sa zo znečistením.

Termálne vody, získané či už z geotermálneho vrtu, alebo voľného výveru stávajú sa po tepelnom využití /vo výmenníkoch tepla, skleníkoch, fóliovníkoch, termálnych kúpaliskách a pod./ termálnymi odpadovými vodami, niekedy aj organicky dosť znečistenými. Vypúšťajú sa do povrchových tokov, odvodňovacích, resp. závlahových kanálov, prípadne aj do vodných nádrží. Po zmiešaní s povrchovými vodami môžu spôsobovať rôzne druhy znečistenia s nepriaznivým vplyvom na kvalitu vody v toku a jeho samočistiacu schopnosť.

Napríklad zvýšená soľnosť sa neprejaví obvykle okamžitým havarijným stavom, tento vplyv je však dlhodobý, nebadaný a stále pôsobiaci takmer vo všetkých odvetviach národného hospodárstva. Kedysi používaný univerzálny liek-biologická cesta, neprichádza do úvahy pre svoju neúčinnosť. Organizmy prijímajú tieto látky len v minimálnych množstvách, takže celkovú bilanciu nemôžu ovplyvniť, ale pritom je tu stále nebezpečie toxických vplyvov. Využívanie iónomeničov alebo membránových procesov, ako je známe, je zatiaľ nedostatočné pre veľmi vysoké prevádzkové náklady a relatívne malé výkony. Už napr. malé koncentrácie sodíka niektorým rastlinám škodia. Minerálne odpadové vody môžu dosahovať pomerne vysokú mineralizáciu až 20 g.l<sup>-1</sup>, prípadne aj viac. Účinok takejto mineralizácie môže byť „výdatne“ zvýšený teplotou tejto odpadovej vody na vyústení do povrchového toku. Treba poznamenať, že vypúšťané množstvá nie sú zanedbateľné, resp. pomer riedenia vody v toku a minerálnej odpadovej vody je často veľmi nepriaznivý 5 až 10 : 1 prípadne aj 1 : 1 / 2,5,11/.

Z biologického hľadiska môže byť znečistenie tokov rôzneho typu, a preto sú používané tieto kategórie:

1. saprobita – znečistenie organickými látkami, schopnými biochemického rozkladu a určenými ako BSK,
2. toxicita – zaťaženie jedovatými látkami /organickými či anorganickými/, čiže spôsobujú poškodenie až plné zničenie biocenóz, ktoré sa najčastejšie prejavuje uhynutím alebo priotrávením rýb,
3. kryptosaprobita – vplyv fyzikálnych faktorov, príliš vysoká teplota /prípadne nízka/, jemný minerálny alebo uhoľný prach, ropa a pod. Pre niektoré podtypy sa používa označenie „inertné znečistenie“,
4. rádioaktivita

5. eutrofizácia – zvýšenie obsahu minerálnych živín a vzrast oživenia v prvom rade producentov
6. ďalšie faktory, ktoré nie sú ešte dostatočne definované alebo známe /napr. soľnosť/.

### *Termálne odpadové vody*

Obsahujú nadmerné množstvo anorganických rozpustných látok, v mnohých prípadoch sú znečistené aj organicky /termálne kúpaliská/ a navyše majú často zvyškovú teplotu. Toto všetko má odozvu v povrchových tokoch. Nárazové množstvá veľmi teplej a mineralizovanej vody, /napr. pri čistení vrtov alebo hydrodynamických skúškach prípadne haváriách/ môžu spôsobovať šoky biocenóze. A naopak aj dlhodobé vypúšťanie hoci menších množstiev môže spôsobovať pri nedostatočnom riedení u niektorých typov termálnych odpadov vyradenie biologického života, najmä v suchých ročných obdobiach. Termálne vody obdobne ako napr. u niektorých banských vôd treba vypúšťať regulovane, rovnomerne cez vyrovnávacie nádrže. Jedine to môže zabezpečiť používanie vôd aj na iné účely, /napr. závlahy/. Jestvujú aj možnosti čistenia niektorých termálnych odpadov spolu s mestskými splaškami na ČOV pred ich vyustením do povrchového toku. Obdobne ako u iných vôd s vyšším obsahom rozpustených anorganických látok treba rátať s tým, že tieto vody môžu spôsobiť zvýšenie eutrofizácie tokov a v neposledom rade môžu málovodné toky vyradiť na určitých úsekoch z biologického života alebo obmedziť ich využívanie na minimum.

Nemenej zaujímavým faktorom je, že pri ťažbe geotermálnych vôd je často potrebné používať pri rozvodoch tejto horúcej vody inhibítory inkrustácií. Inhibítory, ktoré sú dávkané do odpadovej termálnej vody už pri vyústení z vrtu vytvárajú však po určitej dobe jemný kal, ktorý sa v rozvodných potrubíach nezachytí a usadzuje sa v toku spolu s vypadnutými minerálmi, v podobe kalových lavíc v dĺžke aj niekoľko km po toku. Sú to najčastejšie polyfosfáty, ktoré spôsobujú v tokoch jednak podporu eutrofizácie a na druhej strane podporujú anaerobne vyhnívanie kalov, bentálny rozklad kalov a tým vzniká ďalšie druhotné znečistenie toku. Všetky uvedené fakty vyúsťujú spoločne do sumárneho vplyvu na zhoršenie kvality vody a samočistiacej schopnosti toku.

### *Problém vysokej teploty vypúšťaných geotermálnych vôd*

Mal by sa riešiť lepším využitím tepelného potenciálu zdroja. Efektívne využitie dolnej časti teplotného spádu (teploty okolo 30°C a nižšie) možno dosiahnuť za pomoci širokého uplatnenia tepelných čerpadiel. V súčasnosti sú tieto zariadenia k dispozícii len vo veľmi obmedzenom počte, takže tento spôsob vychladzovania vôd je viac-menej výhľadovou záležitosťou..

Za týchto okolností možno vypúšťanie gtv uviesť do súladu predovšetkým vodohospodárskymi opatreniami, ako sú:

- odvedenie vypúšťanej vody potrubím alebo utesneným kanálom do vzdialenejšieho recipientu (v Galante nádrž Kaskády),
- miešaním s obyčajnou podzemnou vodou, najčastejšie zo studní vybudovaných na tento účel,
- reguláciou vody v osobitných nádržiach – za účelom regulovaného vypúšťania, prípadne aj vychladzovania využitých gtv (Podhájska),

- regulácia prietoku stavidlami či inými zariadeniami nad profilom vypúšťania (možné aplikovať na kanáloch Žitného ostrova, Čiernej vode pod prevodom z Malého Dunaja).

Z hľadiska akosti podzemných a povrchových vôd najvyhovujúcejším spôsobom likvidácie vypúšťaných gtv je ich reinjektáž do pôvodných kolektorov.

Vypúšťanie geotermálnych vôd môže byť:

- a/ trvalé – počas prevádzky geotermálneho systému,
- b/ dočasné – pri čerpacích skúškach v rámci hydrogeologického výskumu a prieskumu zdrojov gtv. Medzi špecifiká gtv patrí, že aj vody vznikajúce pri týchto skúškach môžu mať charakter závadných odpadových vôd.

V prípadoch dočasného vypúšťania sa v súčasnej praxi hľadajú riešenia, ktoré by neboli ekonomicky príliš náročné a zároveň nespôsobili trvalé škody na životnom prostredí.

Vplyv vypúšťaných gtv na životné prostredie, predovšetkým na podzemné a povrchové vody, patrí medzi dôležité charakteristiky využívateľských systémov.

### **Význam a využívanie geotermálnej energie**

Význam ako jedného z alternatívnych obnoviteľných zdrojov, rastie. Je to dôsledok nielen obmedzeného množstva fosílnych palív a ich zdražovania, ale aj revolučných technológií, ktoré umožňujú oproti nedávnej minulosti jej čoraz širšie zhodnocovanie. Slovensko patrí v zásobách horúcej podzemnej vody na popredné miesto v Európe. Využíva z nich však len zlomok.

Na Slovensku je ukončený základný výskum zdrojov geotermálnej energie. V rámci neho bolo vymedzených 26 perspektívnych geotermálnych oblastí. Ukončený je tiež regionálny výskum a vyhľadávací prieskum v piatich perspektívnych oblastiach, centrálnej depresii podunajskej panvy, komárňanskej vysokej kryhe, Liptovskej kotline, Skorušinskej panve a v Hornonitrianskej kotline.

Geotermálne vody sa využívajú v poľnohospodárstve, ďalej na vykurovanie budov a na rekreačné účely s celkovo využívaným tepelným výkonom 131 MWt, čo predstavuje 2,3 % z celkového potenciálu geotermálnej energie SR a 42,7 % z tepelného výkonu doteraz evidovaných geotermálnych vrtov.

### **Využívanie geotermálnej energie v poľnohospodárstve**

V poľnohospodárstve sa geotermálne vody využívajú v 12 lokalitách na vykurovanie skleníkov pri produkcii rýchlejšej zeleniny (uhorky, paradajky, paprika, baklažány a i.) ako aj kvetov (Bešeňová, Podhájska, Čiližská Radvaň, Topoľníky, Tvrdošovce, Horná Potôň, Dunajská Streda, Vlčany, Veľký Meder, Topoľovec, Dunajský Klatov, Kráľova pri Senci). Celková plocha pokrytá týmto typom produkcie je okolo 25,86 ha. Na chov rýb sa geotermálne vody využívajú na dvoch lokalitách vo Vrbove a v Turčianskych Tepliciach.

## Využívanie geotermálnej energie na vykurovanie

Geotermálna energia sa využíva na vykurovanie kancelárskych a technických priestorov v Galante, Topoľníkoch, Komárne, Bešeňovej, Liptovskom Trnenci a Poprade. Hotelové priestory sú vykurované v Bešeňovej, Veľkom Mederi, Podhájskej a Štúrove. V Galante sú geotermálnou vodou vykurované aj byty, nemocnica a dom dôchodcov. V Novákoch – Koši sa geotermálna voda využíva na vykurovanie šatní baníkov a na ohrev vetracieho vzduchu pre hnedouhoľné bane.

*Výroba tepla z obnoviteľných zdrojov na Slovensku*

Výroba tepla z OZE (TJ)	2001	2002	2003 e
Geotermálne	162	159	175
Spaľovanie priemyselného odpadu	125	626	687
Spaľovanie komunálneho odpadu	366	154	169
Pevná biomasa	382	503	552
Bioplyn	0	3	3
Odpadové teplo a tepelné pumpy	1 058	888	976
<b>Spolu</b>	<b>2 093</b>	<b>2 333</b>	<b>2 562</b>

## Využívanie geotermálnej energie na rekreačné účely

V 32 lokalitách sa geotermálna voda využíva na rekreačné účely, hlavne na plnenie bazénov (Poprad, Vrbov, Liptovský Trnovec, Bešeňová, Oravice, Podhájska, Senec, Kráľová pri Senci, Dunajská Streda, Galanta, Veľký Meder, Lehnice, Diakovce, Topoľníky, Tvrdošovce, Nové Zámky, Šaľa, Poľný Kesov, Gabčíkovo, Štúrovo, Komárno, Patince, Bánovce nad Bebravou, Malé Bielice, Partizánske, Chalmová, Koplotovce, Kremnica, Sklené Teplice, Rajec, Dolná Strehová, Tornaľa).

## Geologický prieskum

Poznatky získané počas viac ako dvoch desaťročí výskumu geotermálnych zdrojov na Slovensku sú komplexne zhrnuté v „Atlase geotermálnej energie Slovenska“. Toto dielo vypracoval Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, publikované bolo v r. 1995. Poznatky o geotermálnych zdrojoch Slovenska zo základného výskumu sa stali súčasťou aj ďalšieho diela, ktorým je „Atlas geotermálnych zdrojov Európy“ (Publ. No. EUR 17 811 of the European Commission). Výsledky geologického výskumu zdrojov geotermálnych vôd na Slovensku boli použité tiež pre zostavenie mapy „Zdroje geotermálnych a minerálnych vôd“, ktorá je súčasťou Atlasu krajiny Slovenskej republiky, vydaného MŽP SR a SAŽP v r. 2002.

Na základe výsledkov základného výskumu a prieskumu geotermálnych zdrojov môžeme konštatovať, že Slovensko má potenciál geotermálnej energie ohodnotený na 5538 MW. Doteraz bolo evidovaných 116 geotermálnych vrtov.

Podľa atlasu geotermálnej energie je Slovensko rozdelené na vyše dvadsať rôznych oblastí. Dosiaľ je z nich preskúmaná necelá tretina. Na geologický prieskum financovaný zo štátnych zdrojov nie je dostatok peňazí. Vláda mu síce dala zelenú a rozhodla sa vyhľadávanie i využívanie zdrojov podporovať, ale vzhľadom na energetickú situáciu vo svete i obrovský domáci potenciál to ide veľmi pomaly. Doteraz

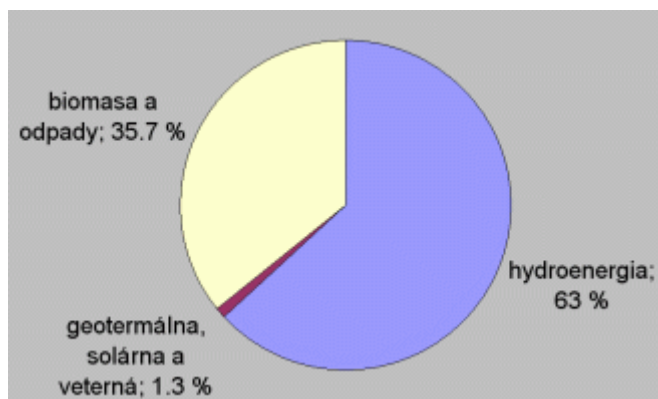
sa o jeho zhodnocovaní viac hovorilo, než konalo. Brzdou bola privatizácia energetických podnikov, neisté investičné prostredie, ale i taká zdanlivá maličkosť, ako je zlá platobná disciplína odberateľov tepla. Zdá sa však, že ľady sa pohli. Či ich horúca voda roztopí a či sa v budúcnosti stane bežnou súčasťou domácej energetiky, závisí vo veľkej miere od úspešnosti košického projektu. Ak sa podarí, stane sa Slovensko Islandom strednej Európy.

Nevyhnutným podkladom pre rozvoj využívania geotermálnej energie sú údaje o distribúcii, kvantite a kvalite jej zdrojov, o podmienkach na ich optimálne využitie na rôzne účely. Práve tento komplex informácií poskytuje geologický výskum a prieskum. Systematický výskum zdrojov geotermálnej energie s realizáciou geotermálnych vrtov na Slovensku začal v roku 1971 riešením úlohy rozvoja vedy a techniky pod názvom „Geotermálna energia“. Riešiteľským pracoviskom bol Geologický ústav Dionýza Štúra v Bratislave. V rámci základného výskumu financovaného zo štátneho rozpočtu bola v rokoch 1971 – 1994 spracovaná charakteristika povrchovej a hlbínnej stavby Západných Karpát vo vzťahu k predpokladanej priestorovej distribúcii geotermálnych vôd, charakteristika priestorového rozloženia zemského tepla. Na základe 61 realizovaných geotermálnych vrtov sa získala orientačná predstava o množstvách geotermálnej energie a vôd. Jedným z najvýznamnejších výsledkov bolo vymedzenie 26 perspektívnych geotermálnych oblastí s priaznivými podmienkami na energetické využívanie geotermálnych vôd.

### **Správa o geotermálnom prieskume územia SR**

Vláda SR na svojej 11. schôdzi dňa 20. septembra 2006 prerokovala a vzala na vedomie materiál pod názvom Správa o geotermálnom prieskume územia SR. V súlade s európskou smernicou a celosvetovými trendmi využívania obnoviteľných energetických zdrojov vláda SR schválila v apríli 2003 Koncepciu využívania obnoviteľných zdrojov energie. Definuje základný rámec pre rozvoj využívania obnoviteľných zdrojov energie na Slovensku. Podľa tejto koncepcie patrí geotermálnej energii druhé miesto spomedzi siedmich obnoviteľných zdrojov energie. Najlepší potenciál má biomasa (46,7 %), geotermálna energia (17,5%), solárna energia (14,5%), odpadové teplo (9,8%), biopalivá (6,9%), malé vodné elektrárne (2,9%), veterná energia (1,7%).

*Podiel jednotlivých palívových kategórií na celkových obnoviteľných zdrojoch(%)*



Pozn: kategória biomasa zahŕňa pevnú a tekutú biomasu, plyn z biomasy a drevené uhlie. Zahnuté sú len horľavé pevné odpady. Kategória hydroenergia zahŕňa tiež veľké vodné elektrárne.

Využívanie geotermálnej energie má celý rad výhod. Predstavuje domáci zdroj, je lacnejšia ako fosílna palivá. Znižuje nebezpečenstvo ohrozenia životného prostredia redukciami transportu, spracovania a využívania fosílnych palív (havárie produktovodov, výstavba a prevádzka zásobníkov plynov a ropných produktov, skládkové hospodárstvo, emisie). Umožňuje aj ovládanie ceny energie. Prevádzka geotermálnej energie je bezpečná s minimálnym dopadom na životné prostredie a záber pôdy.