



ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

O VYUŽITÍ GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V MICHALOVCIACH





OBSAH

Príhovor primátora mesta Michalovce	4
Príhovor projektového manažéra	6
Využitelnosť geotermálnych zdrojov v meste Michalovce – o projekte a jeho výsledkoch	8
Dopadová štúdia zužitkovania vyťažiteľnosti geotermálnych zdrojov v Michalovciach	12

A large, active fountain in a public square. The fountain has multiple tiers and numerous water jets spraying upwards. In the background, there is a yellow building with a red roof, identified by signs as a casino (Roulette, Live Club). The sky is blue with scattered white clouds.

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV Z MEDZINÁRODNEJ KONFERENCIE O VYUŽITÍ GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V MICHALOVCIACH

Štúdia využiteľnosti geotermálnych zdrojov v meste Michalovce	22
Možnosti využitia geotermálnej energie pre rozvoj KSK	46
Desaťročné skúsenosti s vykurovaním geotermálnou energiou v Galante	52

CTENÉ DÁMY, VÁŽENÍ PÁNI, MILÍ PRIATELIA!

21. storočie okrem mnohých vedeckých a technických možností, ktoré prináša, kladie pred ľudstvo i úlohy a požiadavky súvisiace s minimalizovaním znečisťovania životného prostredia a hľadania nových alternatívnych spôsobov zabezpečovania pre dnešný život nevyhnutných potrieb.

K takým dnes určite patria aj výroba elektrickej energie a výroba tepla. Súčasné vedecké a technické možnosti sú v tomto smere veľké, avšak za predpokladu, že sú v súlade s prírodnými možnosťami, osobitne s možnosťami konkrétnych regiónov.

Snahou i povinnosťou nás všetkých by preto malo byť spoznávanie a spoznanie našich možností a hľadanie najvhodnejších spôsobov využitia toho, čo máme, či toho, čo by sme z prírody mať mohli, zohľadňujúc pritom najmä aspekty ekologické a ekonomické.

Aj mesto Michalovce si je vedomé, že i ono musí v tomto smere konať, že i ono musí popri jestvujúcich zdrojoch energie hľadať aj zdroje alternatívne, z ktorých sa v našom prostredí ako najperspektívnejšia javí energia geotermálna. Práve z toho dôvodu sa zrodila myšlienka výskumu geotermálnych možností priamo v Michalovciach či v ich tesnej blízkosti, pričom boli využité i možnosti, ktoré ponúkali fondy Európskej únie.

Projekt, ktorý bol za týmto účelom vypracovaný a následne i schválený, predpokladal ukončenie tejto etapy výskumu prezentáciou jeho výsledkov na medzinárodnej konferencii a vydaním zborníka z tejto konferencie.

Je pre mňa potešiteľné konštatovať, že naplniť tento zámer sa podarilo, čoho dôkazom je aj súbor referátov, ktoré na konferencii odzneli, a ktoré sú obsahom tohto zborníka.

Prvá časť práce o možnostiach využitia geotermálnej energie v Michalovciach sa týmto zavŕšila. Skončila sa činnosť jednej skupiny ľudí, ktorí odvodili kus poctivej a zodpovednej práce. Tím v čele s manažérom Mgr. Jánom Frenom, v ktorom boli: Ing. Pavol Fecák, Ing. Darina Čornejová, Ing. Ružena Heželyová, Ing. Helena Francúzová, Anna Jasičová a Ing. Monika Bajuzíková si zaslúži poďakovanie a uznanie. Vďaka ich úsiliu sa vytvárajú predpoklady pre ďalšiu etapu prác, v prvom rade pre realizáciu prieskumného vrtu, ktorý by mal vedecké predpoklady potvrdiť, v čo všetci dúfame.

Všetko toto následne umožní hľadať spôsoby najefektívnejšieho využitia bohatstva, ktoré, veríme, že máme, v prospech Michaloviec, v prospech našich občanov, v prospech nášho životného prostredia, v prospech našej budúcnosti. Veríme, že doba, kedy sa tak stane, nie je veľmi vzdialená. Veríme, že všetko to, čo sa v tomto smere doposiaľ zrealizovalo, bude mať rovnako kvalitné a presné pokračovania.

Všetci, ktorí sme za to zodpovední, urobíme všetko pre to, aby to bolo čo najskôr.



Viliam Záhorčák
primátor mesta

DEAR LADIES AND GENTLEMEN, DEAR FRIENDS,

The 21st century is bringing to mankind besides many scientific and technological potentials also tasks and requirements related to the minimization of environment's contamination and seeking of new alternative ways for the provision of contemporary life's inevitable needs.

To the above need most definitely belong nowadays also generation of electric power and generation of thermal energy. The current scientific and technological potentials in this field are great but under the condition that they are in compliance with natural possibilities, particularly with limits of specific regions.

Therefore we should try and commit ourselves to learn and get acquainted with our potential and to seek the most suitable ways for the utilization of all what we have or what we could have from our natural environment taking into account mainly the ecological and economic aspects.

Michalovce is also aware of the fact that it also has to take actions in this field and that it also should seek alternative resources besides the existing local energy resources and geothermal energy seems to be the most perspective one from them.

Due to this reason was originated the idea for the exploration of geothermal option right in Michalovce or in its close vicinity and there were seized the chances offered by European Union's funds.

The project that was elaborated and subsequently approved for this aim, assumed completion of this stage of exploration by presentation of its results at an international conference and by publishing of the proceedings from this conference.

It is a pleasure for me to inform you that we managed to meet this aim and this is evidenced also by the collection of papers presented at the conference and contained also in this collection.

The first part of work about the possibilities for the utilization of geothermal energy in Michalovce was hereby completed. There were terminated activities of one group of people who performed a thorough and responsible job. The team was headed by its manager Mgr. Ján Frena and its members were as follows: Ing. Pavol Fecák, Ing. Darina Čornejová, Ing. Ružena Heželyová, Ing. Helena Francúzová, Anna Jasičová and Ing. Monika Bajuzíková. They deserve our thanks and appreciation. Thanks to their effort were created preconditions for further stages of works, particularly for the realization of trial hole that, as we all believe, should confirm the scientific hypotheses.

All the above works will subsequently enable the seeking of the ways for most efficient utilization of the wealth, as we believe we have, for the benefit of Michalovce, our residents, environment and our future.

We believe that it is not far away the time when it will come true. We believe that everything that was so far done in this field will continue the same way as far as concerns quality and exactness.

All persons in charge will do their best to achieve the above goals as soon as possible.

Viliam Záhorčák
Mayor of Michalovce

TISZTELT HÖLGYEK ÉS URAK, KEDVES BARÁTOK!

A 21. század számos tudományos és technikai lehetőségei, amelyek pozitívan hatnak az emberiségre és feladataira összefüggésben vannak a környezetvédelem csökkentésével. Az új alternatív módok bebiztosítására elkerülhetetlen szükségletek az elektromos és fűtési termékek.

Napjainkban jelenlévő tudományos és technikai lehetőségek hatalmasok, összefüggésben vannak a természetes lehetőségekkel, pontosabban a konkrét régió lehetőségeivel. Igyekezzünk és felelősségtudattal felismernünk és ismernünk kellene a lehetőségeinket és a legmegfelelőbb módját keresni ennek kihasználására amink van és amit a természetből lehetne nyerni, főleg ekológiai és ekonomia szemszögből. Nagymihály városnak is tudatában van, hogy ebben az irányban kell cselekednie a létező források keresésével, ezekkel az alternatív forrásokkal, amelyek a legperspektívább geotermális energia jelenségek környezetünkben.

Városunkban épp ez okból született meg a gondolat a geotermális források kutatásáról, bár a lehetőségeinket kihasználtuk az EU által ajánlott célokra. A terv ami erre a célra lett kidolgozva és jóváhagyva e szakasz befejezését feltételezi.

Öröm számomra a megállapítás, hogy sikerült ezt a szándékot megvalósítani amiről a konferencián elhangzott gyűjteménybeszámoló is tanúskodik.

A munka első része az energiaforrások kihasználása Nagymihály városban. A tevékenység egy embercsoportra irányult, akik becsületesen és felelősségtudatosan dolgoztak, ezért dícséretünket is megérdemlik: Ing. Pavol Fecák, Ing. Darina Čornejová, Ing. Ružena Heželyová, Ing. Helena Francúzová, Anna Jasičová és Ing. Monika Bajuzíková. Az erőfeszítéseiknek köszönhetően lehetővé tették a fúrások realizálásának lehetőségét Nagymihály város hasznára, a város lakosainak hasznára, valamint környezetünk és jövőnk hasznára. Remélem nincs távol már az az idő amikor ez megvalósul és ugyanúgy a minőségi folytatást is. Mindannyian akik ezért felelősek vagyunk megteszünk mindent azért, hogy minnél hamarabb elérjük célunkat.

Viliam Záhorčák
a város polgármestere

...SME ĎALEJ, ALE PRED NOVÝM ZAČIATKOM

Keď pred polstoročím sa začal budovať naftársky podnik v Michalovciach len málokto spájal jeho existenciu s iným poslaním ako hľadaním ložísk ropy a plynu. V tom čase sa hľadali nové zdroje energie, ktoré by nahradili uhlie a drevo. Len málokto uvažoval o iných zdrojoch energie. V súčasnosti, o polstoročie neskôr - stojí ľudstvo pred novou výzvou – zabezpečiť nové a predovšetkým obnoviteľné zdroje energie. Kým v minulosti geotermálna voda bola predmetom záujmu len v súvislosti s liečebnými, kúpeľnými a rekreačnými účelmi dnes sa jej význam zásadne mení. Je považovaná za obnoviteľný zdroj energie.



Projekt pod názvom Využitelnosť geotermálnych zdrojov v meste Michalovce mal za cieľ na základe odborných poznatkov potvrdiť alebo vyvrátiť názory o dostupnosti geotermálnych zdrojov energie a možnostiach využitia ich potenciálu pre ekonomický a sociálny rozvoj mesta i regiónu.

Výsledky niekoľko mesačnej práce odborného tímu premietnuté v dvoch odborných štúdiách analyzujúcich geotermálny potenciál a možnosti jeho využitia, opierajúcich sa aj o dostupné výsledky vykonaných geologických prieskumov a vrtov naftárov v uplynulých rokoch na Zemplíne, potvrdili očakávania optimistov. Dopadová štúdia zužitkovania vyťažiteľnosti geotermálnych zdrojov konštatuje, že v bezprostrednom dotyku mesta v jeho juhovýchodnej časti sa nachádza potenciál geotermálnej energie, ktorý aj podľa druhej odbornej štúdie - štúdie zužitkovateľnosti bude možné využiť nielen na rekreačné účely, ale predovšetkým na vykurovanie jednej z častí mesta. O využití získaných poznatkov, ich potenciálnom prínose pre mesto, jeho okolie i celý región svedčia i závery medzinárodnej konferencie a vybrané vystúpenia, ktoré sú obsiahnuté v tomto Zborníku, ktorý je súčasťou projektu a disseminácie jeho výsledkov. Michalovce sa stávajú novým bodom na mape Slovenska, kde sa nachádzajú zdroje a verme, že v krátkej dobe budeme môcť dopísať, že sa využíva geotermálna energia.

Na základe týchto výsledkov mesto Michalovce do svojej rozvojovej stratégie zapracovalo cieľ - zužitkovať prítomnosť geotermálnych zdrojov v prospech mesta a jeho obyvateľov. Michalovciam sa ponúka príležitosť zaradiť sa medzi niekoľko miest na Slovensku, ktoré využijú geotermálnu energiu na vykurovanie bytov, resp. verejných budov a čiastočne bude využitá na rekreačné účely.

Mesto Michalovce stojí pred novým impulzom svojho rozvoja – efektívne zužitkovať potenciál geotermálnej energie, čo však vyvoláva potrebu značných investícií spojených s vrtom, čerpaním, distribúciou a rekonštrukciou kotolní. Je možné predpokladať, že občania mesta uľahčia rozhodnutia orgánom samosprávy. Pokračovanie v projekte - investíciách do vrtu, resp. vrtov sa nesporne prejaví v pozitívnom dopade na rozvoji mesta a kvalite života jeho obyvateľov. Potvrdená prítomnosť geotermálnych zdrojov sa nesporne prejaví aj na zvýšení záujmu potenciálnych investorov a tým aj prílivu priamych zahraničných i domácich investícií, čo bude mať priamy a nepriamy dopad nielen pre obyvateľov mesta, jeho okolia, ale i celého regiónu.

Mgr. Ján Frena
projektový manažér

...WE HAVE PROCEEDED BUT WE ARE FACING NOW A NEW START

When half a century ago was started the building of oil company in Michalovce only few people connected its existence with other missions like seeking of oil and gas wells. At that time were sought new energy resources that would replace coal and wood. Only some people were taking into account other energy resources. Nowadays, half a century later - mankind is facing new challenges - to provide new and first of all recoverable energy resources. While in the past geothermal water was the focus of interest only in relation to curative, therapeutic and recreational purposes, nowadays its significance is being changed radically. It is considered to be a recoverable source of energy.

The project titled „Utilizability of geothermal resources in Michalovce“ was targeted to confirm or disprove, based on professional knowledge, the views on the availability of geothermal resources of energy and possibilities of the utilization of their potential for economic and social development of the city and region.

The results of several months' work of a professional team were shown in two professional studies analyzing geothermal potential and options of its utilization, using also available results of the performed geological surveys and drill holes of oil workers in the past made in the territory of Zemplín region, have confirmed the expectations of optimists. The impact study of the utilization of exploited geothermal resources ascertains that in the immediate contact area of the city i.e. in its south-east part is located a potential of geothermal energy that according to the second expert's study - „The study of the utilizability“ could be applied later not only for recreational purposes but particularly for heating of a city district. The utilization of gained knowledge, the potential benefit for the city, its environs and the whole region is proven by the conclusions of international conference that was manifested also by selected presentations contained in this Collection and that constitutes part of the project and dissemination of its results. Michalovce are becoming a new site on the map of Slovakia, where are located resources and we believe that within a short time we will be able to add a note that geothermal energy is reasonably utilized here.

Based on these results, Michalovce municipality has incorporated into its developmental strategy, the target - utilization of present geothermal resources for the benefit of city and its residents. Michalovce is offered to seize its opportunity to be ranked among the few cities in Slovakia that are utilizing geothermal energy for heating of apartments or public buildings and it will be also utilized partly for recreational purposes.

Michalovce city faces new challenges of its development - how to utilize efficiently the potential of geothermal energy. However, it involves a need of considerable investments connected with drill holes, drawing, distribution and reconstruction of boiler houses. We suppose that city residents will facilitate the decisions of self-governing bodies. Continuation in the project - investments into a drill hole or drill holes will be indisputably expressed in the positive impact on city's development and the quality of life of its residents. The confirmed presence of geothermal resources will be also indisputably reflected in the increase of interest of potential investors and thus also in the influx of direct foreign and domestic investments that will have direct and indirect impact on city residents but also of its environs and the whole region.

Mgr. Ján Frena
Project Manager

...ELŐREBB VAGYUNK, DE AZ ÚJ KEZDET ELEJÉN

Amikor egy fél évszázaddal ezelőtt a kőolaj vállalkozás kezdetét vette Nagymihály városban csak kevesen kötötték össze létezését más küldetéssel, mint pl. a kőolaj és a földgáz keresésének, feltárása. Ebben az időben új energiaforrásokat kerestek amelyek kárpótolták a szénét és a fát. Csak kevesen gondolkodtak más energiaforrásokkal. Napjainkban, fél évszázaddal később - az emberiség egy új felhívás előtt áll - bebiztosítani az új és mindenekelőtt megújított energiaforrást. Míg a múltban a gyógyítás tárgyával összefüggésben a geotermális víz volt az érdekeltség tárgya, mára a fürdő és az üdülési cél jelentősége lényegesen megváltozott.

„A geotermális energiaforrások kihasználtsága Nagymihály városában,“ megnevezett terv célja, az alap szakismerek igazolása és helyzetük lehetőségeinek kihasználása a régió és a város ekonomiai és szociális fejlődésére.

A szakismeretek pár hónapos munkaeredménye két szak tanulmányra alapul. Két geotermális potencia elemzése és e lehetőségeinek kihasználására támaszkodnak a hozzáférhető eredményekre elvégzett geológiai kutatások, kőolaj fúrások az elmúlt években Zemplén megyében. A „ráeső,“ tanulmány megállapítja a geotermális források hasznosítását és igazolja, hogy a város délkeleti részén helyzeti geotermális energia található, amit a tanulmány hasznosítására célszerű lesz kihasználni nem csak üdülési célokra, de mindenekelőtt a város egyes részének kifűtésére is.

Nagymihály város egy új ösztönző fejlődés előtt áll, ami a ténylegesen hasznosított geotermális energiát jelenti és ugyanakkor előhívja a beruházás szükségletét új fűrásokkal, szivattyúzással és a kazánok felújításával. Feltételezhető, hogy a város lakosai megkönnyítik az önkormányzati szervek döntését. A terv folytatásában - befektetés a fűrásokba, ami kétségkívül pozitívan hatnak majd a város fejlődésére. Kétségtelenül nyilvánul majd a potenciális beruházás magasabb érdeklődésére és ezzel a külföldi és hazai beruházás is aminek egyenes és közvetett eredménye lesz nem csak a város lakosaira, környékére, de az egész régióra.

Mgr. Ján Frena
projekt manager

VYUŽITEĽNOSŤ GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V MESTE MICHALOVCE – O PROJEKTE A JEHO VÝSLEDKOCH

Mgr. Ján Frena, projektový manažér

Mesto Michalovce si vo svojom Programe hospodárskeho a sociálneho rozvoja stanovilo za cieľ využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Za základný predpoklad pre naplnenie tohto cieľa bolo potrebné overiť predpoklady prítomnosti osobitne geotermálnych zdrojov na území Zemplína, resp. v okruhu 15 km od Michaloviec. V prípade ich dostupnosti zistiť možnosti ich využívania, čo bolo premietnuté do projektu a podanej žiadosti v rámci nižšie uvedenej výzvy.

S uvedeným cieľom bol v partnerstve s maďarským mestom Meszökövész v roku 2006 vypracovaný projekt „Využiteľnosť geotermálnych zdrojov v meste Michalovce“ a podaná žiadosť o poskytnutie nenávratného finančného príspevku v rámci výzvy HUSKUA 05/02 iniciatívy INTERREG IIIA, Program susedstva Maďarská republika - Slovenská republika - Ukrajina.

Na základe odporúčania Spoločného riadiaceho výboru Národný orgán Programu susedstva Maďarská republika - Slovenská republika - Ukrajina rozhodol v júli 2006 o pridelení nenávratného finančného príspevku vo výške 3.999 805 Sk z ERDF a štátneho rozpočtu na pokrytie 95% oprávnených nákladov. Zvyšných 5% predstavuje kofinancovanie zo strany mesta Michalovce.

Projekt pozostával zo štyroch hlavných aktivít. Za kľúčové možno považovať aktivity spojené s vypracovaním odborných štúdií, ktoré na základe výsledkov procesu verejného obstarávania vypracovala spoločnosť Slovgéoterm, a.s. Bratislava. Prvá štúdia pod názvom „Dopadová štúdia zužitkovania vyťažiteľnosti geotermálnych zdrojov“ mala za cieľ zhromaždiť dostupné informácie a na základe nich potvrdiť alebo vyvrátiť predpoklady výskytu obnoviteľných zdrojov energie na území mesta, respektíve v jeho bezprostrednom okolí. Výsledkom spracovanej štúdie bolo konštatovanie potvrdzujúce prítomnosť geotermálnych zdrojov v juhovýchodnej časti extravilánu mesta Michalovce.

Na základe internej a externej oponentúry prvej štúdie bolo na odbornom workshope rozhodnuté o pokračovaní projektu a spracovaní druhej odbornej štúdie pod názvom „Štúdia zužitkovateľnosti“. Jej cieľom bolo vypracovať alternatívy využitia predpokladaného potenciálu geotermálneho zdroja pre potreby mesta a jeho obyvateľov. Druhý odborný workshop po internej a externej oponentúre prijal a odporučil samospráve mesta alternatívu využitia potenciálu geotermálnej energie predovšetkým na vykurovanie časti mesta a doplnkovo aj na rekreačné účely.

V súlade s projektom sa 13. marca 2008 uskutočnila medzinárodná odborná konferencia „Možnosti využívania obnoviteľných zdrojov energie so zameraním na geotermálnu energiu“. Cieľom konferencie bolo odprezentovať výsledky projektu a načrtnuté možnosti využitia obnoviteľnej energie v tepelnom hospodárstve mesta a pre ďalšie účely možným odberateľským organizáciám a odborníkom. Konferencie sa zúčastnili aj zástupcovia orgánov Košického samosprávneho kraja, odborov životného prostredia a regionálneho rozvoja, Obvodného úradu životného prostredia v Michalovciach a ďalší hostia.

V jej úvode RNDr. Milan Husár predstavil stratégiu využitia obnoviteľných zdrojov energie v Košickom samosprávnom kraji. RNDr. Otto Halás, PhD. a Ing. Oto Halás – zástupcovia spoločnosti Slovgéoterm, a.s. a zároveň spracovatelia a odborní garanti odprezentovali jednotlivé odborné štúdie, ku ktorým bola otvorená diskusia. V rámci konferencie sa so svojimi skúsenosťami o využití geotermálnej a vodnej energie v strednej a východnej Európe podelil Christian Rigollet – regionálny riaditeľ pre strednú a východnú Európu spoločnosti ENEX z Islandu. Účastníci kon-

UTILIZABILITY OF GEOTHERMAL RESOURCES IN MICHALOVCE – ABOUT PROJECT AND ITS RESULTS

Mgr. Ján Frena, project manager

Michalovce city in its „Programme of economic and social development“ has defined its target of the utilization of recoverable energy resources. It was necessary to verify the assumption for the fulfilment of this target i.e. particularly the presence of geothermal resources in the territory of Zemplín region or in a circle within 15 km from Michalovce. In case of their availability should be verified the prerequisites of their utilization that was projected into the project and submitted application within the frame of below given challenge.

In connection with the given target was elaborated in 2006, within a partnership with Hungarian city of Mezőkövesd, the project titled „Utilizability of geothermal resources in Michalovce“ and submitted an application for the granting of non-repayable subsidy of financial contribution within the frame of formal notice HUSKUA 05/02 initiative INTERREG IIIA, Programme of neighbourhood: Hungary - Slovakia - Ukraine.

Based on recommendations of the joint steering committee, the National body of the Programme of Neighbourhood: Hungary - Slovakia - Ukraine has decided in July 2006 on the granting of non-repayable subsidy of financial contribution at a level of 3.999 805 SKK from ERDF and the state budget for the coverage of 95% of eligible costs. The remaining 5% represents co-financing of Michalovce municipality.

The project consisted of four main activities. We can consider the activities connected with the elaboration of professional studies as the key ones that based on the results of public procurement's process was elaborated by Sloveoterm, a.s. company from Bratislava. The first study titled „Impact study of the utilizability of geothermal resources“ had a target to collect available information and based on them to confirm or disprove preconditions of the occurrence of recoverable energy resources in the territory of city or its immediate vicinity. The result of elaborated study was a statement confirming the presence of geothermal resources in the southeast part of Michalovce city's borders.

Based on internal and external opposition of the first study there was decided on the professional workshop on the continuation of the project and elaboration of the second expert's study titled „Study of utilizability“. Its target was to elaborate alternatives of the utilization of assumed potential of geothermal resource for needs of the city and its residents. The second professional workshop following internal and external opposition has accepted and recommended to the self-government of city an alternative for the utilization of geothermal energy potential particularly for heating of city districts and complementarily also for recreational purposes.

In March with the project there was held on 13th March 2008 an international professional conference „Options of the utilization of recoverable energy resources focused on geothermal energy“. The target of conference was to present the results of the project and outline options for the utilization of recoverable energy in thermal energy management of the city and for further purposes to prospective customer organizations and experts. The conference was attended also by representatives of the bodies of Košice self-governing region,

A GEOTERMÁLIS FORRÁSOK KIHASZNÁLHATÓSÁGA NAGYMIHÁLY VÁROSBAN – TERVEIRŐL ÉS EREDMÉNYEIRŐL

Mgr. Ján Frena, projekt manager

Nagyimihály városa a Gazdasági és szociális fejlődés programjában meghatározta célját az energiaforrások kihasználtságának megújításáról. A cél megvalósításához szükség volt bizonyítani a geotermális források feltételezett jelenlétét Zemplén területén, konkrétan Nagyimihály 15 km-es körzetében. Hozzáférhetőség esetén meg tudni a kihasználtság lehetőségét, ami a programban és az említett felhívásban fel volt tüntetve.

Az említett programban társult Mezőkövesd magyar város is a 2006-ban kidolgozott tervhez „A geotermális források kihasználása Nagyimihály városban“, valamint a benyújtott kérelemhez a vissza nem fizetendő pénzügyi támogatáshoz a HUSKUA 05/02, INTERREG IIIA keretén belül.

Az alap ajánlásra a Közös kormánykari bizottság, Nemzeti szervezet, a szomszédos Magyarország programja-Szlovákia-Ukrajna 2006 júliusában határozatot hozott a vissza nem térő pénzügyi hozzájárulás elosztásában 3.999.805 Sk összegben az ERDF-től és az állami költségvetés térítésére 95% illetékes költségekre. A megmaradt 5% a város költségeire.

A terv négy fő tevékenységből tevődik össze. A kidolgozott szakmai tanulmányokkal összekapcsolt kulcstevékenység, amely a folyamat eredményének alapjára a Sloveoterm a.s Bratislava (Pozsony) dolgozott ki. Az 1. tanulmány „Ráeső tanulmány, hasznosítani a kitermelt geotermális forrásokat. Célja a hozzáférhető információk összegyűjtése és, a megújított energiaforrásokból nyert hasznót a város hasznára fordítani. A tanulmány munka eredménye: A jelenlévő geotermális energia megállapításának elismerése Nagyimihály délkeleti részén. Az első tanulmányban a WORKSHOP döntött. A 2. tanulmány „tanulmányhasznosítás, célja a geotermális források kettős lehetőség kidolgozásának kihasználása a város és lakosainak szükségleteire. Mindenki számára kidolgozott alternatív geotermális forráskihasználást ajánlotta, a város kifizetésére és ugyanakkor az üdülési célokra is.

2008. március 13.-án megvalósult a Nemzetközi szakkonferencia „A megújított energiaforrások kihasználása és a geotermális energia, A konferencia célja ténylegesíteni a terv eredményeit és a felvázolt energiaforrások lehetőségeinek kihasználása volt, a lehetséges fogyasztói célokra. A konferenciában a kassai önkormányzati szerv helyettesei részt vettek, a regionális fejlődés és élő környezet szakosztálya, az élő környezet kerületi hivatala és több vendég is.

A bevezetésben RNDr. Milan Husár a kassai kerületi önkormányzatban bemutatta a megújult energiaforrások kihasználhatóságát. RNDr. Otto Halás és Ing. Oto Halás a Sloveoterm társaság vezető és dolgozó egyes szakmai tárgyak tanulmányozását, amiről nyílt tárgyalás is volt. A konferencia keretén belül Christian Rigollet a közép és kelet európai Enx társaság igazgatója (Izland) a saját tapasztalataival felosztotta a geotermális vízellátást Európában középkeletre

ferencie sa zoznámili s desaťročnými skúsenosťami s vykurovaním geotermálnou energiou v meste Galanta. Ing. Ján Čuchran – starosta obce Kaluža odprezentoval stav a perspektívy využívania geotermálneho zdroja v obci Kaluža pre rozvoj cestovného ruchu na Zemplínskej šírave.

Prostredníctvom masovokomunikačných prostriedkov ako i zborníka bola s výsledkami projektu oboznámená aj široká verejnosť. Výsledky projektu sú zverejnené aj na webovej stránke mesta Michalovce (www.michalovce.sk - link projekty).

Počiatočná aktivita v procese implementácie projektu bola spojená s vytvorením inštitucionálnych väzieb a prípravou prieskumnej činnosti. Bol nadviazaný kontakt s partnerským mestom v Maďarsku. Cenné poznatky z využitia geotermálnej energie boli získané v Poprade, Liptovskom Mikuláši ako i Galante, kde geotermálnu energiu využívajú predovšetkým na vykurovanie a zbytkové teplo slúži aj na rekreačné účely. Projektový manažment svojimi riadiacimi, koordinačnými a podpornými aktivitami v úzkej súčinnosti a za podpory primátora a ďalších vedúcich funkcionárov mesta počas celého projektového cyklu vytvorili organizačné a technické predpoklady pre úspešnú a včasnú realizáciu úloh stanovených s projektom. Projektový tím nesporne prispel k tomu, že mesto Michalovce sa čoskoro stane bodom na mape Slovenska, kde sa nachádza a úspešne využíva geotermálna energia pre potreby mesta a jeho obyvateľov. Táto skutočnosť významným spôsobom prispeje k rastu ekonomického potenciálu mesta i celého regiónu.

Identifikačné údaje projektu:

Program:	Program susedstva Maďarská republika - Slovenská republika - Ukrajina (INTER-REG IIIA)
Priorita:	2. Životné prostredie a doprava v programovom území
Opatrenie:	2.1. Cezhraničná koordinácia politík životného prostredia a investície malého rozsahu
Komponent:	3 - podpora aktivít, ktoré prispievajú k zníženiu zaťaženia životného prostredia vďaka využívaniu obnoviteľných zdrojov energie
Číslo grantovej zmluvy:	144-11-073
Kódy projektovej žiadosti:	HUSKUA 0502/091, 14420100028
Typ projektu:	komplementárny
Trvanie projektu:	od 20.12.2006 do 31.03.2008
Celková výška rozpočtu na projekt:	Pôvodne schválený rozpočet: 3.999.805,- Sk Schválená zmena rozpočtu projektu: 3.997.435,- Sk
Celková výška príspevku z EÚ a štátneho rozpočtu:	3.797.563,20,- Sk (95%)
Celková výška kofinancovania mesta:	199.871,80,- Sk (5%)

trade unions, environmental and regional development departments of the District Office and by another guests.

RNDr. Milan Husár has introduced in the first part of the conference the strategy for the utilization of recoverable energy resources in Košice self-governing region. RNDr. Otto Halás and Ing. Oto Halás – representatives of the company Sloveo-erm, a.s. and at the same time the elaborators and expert guarantors have presented their individual expert's studies. The presentations were followed by open discussions. Christian Rigollet – regional director for Central and Eastern Europe of the company ENEX, Iceland, has shared his experience in the utilization of geothermal and water energy in Central and Eastern Europe. The participants of the conference were acquainted with decade lasting experience with heating by using geothermal energy in Galanta. Ing. Ján Čuchran – mayor of Kaluža municipality presented the current situation and perspectives of the utilization of geothermal resource in Kaluža village for the development of tourism at Zemplínska šírava.

The results of the project were made familiar also with the broad public with the help of mass media as well as of the Collection. The results of the project are published also on the web side of Michalovce city (www.michalovce.sk - links to projects).

The initial activity in the process of project's implementation was connected with the creation of institutionalized links and preparation of surveying activities. There was established contact with our partner city in Hungary. There were gained valuable information from the utilization of geothermal energy in Poprad, Liptovský Mikuláš as well as Galanta, where geothermal energy is used first of all for heating and the residual heat serves also for recreational purposes. The project management by its control, coordination and supporting activities, in close cooperation and support from the mayor and other top functionaries of the city during the whole project cycle, has created organizational and technological prerequisites for the successful and timely realization of tasks set by the project. The project team indisputably contributed to the fact that Michalovce will soon become a place on the map of Slovakia, where can be found and where is successfully utilized geothermal energy for the needs of city and its residents. This fact will contribute in a significant way to the growth of the economic potential of the city and the whole region.

Identification data of the project:

Programme:	Programme of neighbourhood: Hungarian republic - Slovak republic - Ukraine (INTERREG IIIA)
Priority:	2. Environment and transportation in programme's territory
Measures:	2.1. Cross-border coordination of environmental policies and of small range investments
Component:	3. Support of activities that contribute to the decrease of environmental burden thanks to the utilization of recoverable energy resources
Type of the project:	Complementary
Duration of the project:	from 20.12.2006 until 31.03.2008
Total amount of project's budget:	Originally approved budget: 3.999.805,- SKK Approved change of project's budget: 3.997.435,- SKK
Total amount of EU contribution and of state budget:	3.797.563,20,- SKK (95%)
Total amount of city's co- financing:	199.871,80,- SKK (5%)

részen. A konferencia résztvevői tízéves tapasztalatokkal ismerkedhettek meg Galánta város geotermális energia kihasználásáról. Ing. Čuchran-Kaluža község polgármestere felvázolta a geotermális forrás álláspontját és kihasználhatóságát Kaluža községben az idegenforgalom fejlődésére a Zepléni Siravára.

A tömegkommunikáció közbenjárásában úgy mint a gyűjteménykötetben, kapcsolatban volt az előkészített kutatási tevékenységgel. A Magyarországgal való kapcsolat erős volt. Az értékes ismeretek a geot. források kihasználásáról Popradról, Liptovský Mikuláš-ról valamint Galántáról volt bebiztosítva, ahol a lakosok a geotermális energiát a fűtésre és az üdülési célokra használják. A tervező menedzser és igazgatósága az irányító és támogatási aktivitásukkal szervezési és technikai feltételeket alkottak meg a sikeres feladat megvalósításához. A terv kétségteljesen hozzájárul ahhoz, hogy Nagymihály város nemcsak a szlovák térkép geotermális energia sikeresen kihasznált pontjává váljon. Ez jelentős segítséget nyújt a városnak a potenciális és gazdasági fejlődéshez, valamint a régióknak.

A terv azonosító adatai:

Program:	A szomszédos Magyarország-Szlovákia-Ukrajna (INTERREG IIIA) programja
Elsőbbség:	2. Élő környezet és közlekedés a programban lévő területen
Intézkedés:	2.1. A határköri politika elő- nyezetének irányítása és kisebb terjedelemben való befektetés.
Komponent:	3.- aktivitás támogatása, amelyek segítségnyújtást nyújtanak a csökkentés- hez, a megújított energiaforrások kihasználásának köszönhetően az élő környezet megerősítésére.
A terv típusa:	komplementáris
A terv időtartama:	2006.12.20-tól 2008.03.31-ig
A terv költségvetésének összmagassága:	Eredetileg jóváhagyott költség: 3.999.805,- Sk A terv költségvetésének jóváhagy- ott változása: 3.997.435,- Sk
Az összmagasság hozzájárú- lása az EU-ból és az állami költségvetésből:	3.797.563,20,- Sk (95%)
Összmagasság:	199.871,80,- Sk (5%)

DOPADOVÁ ŠTÚDIA ZUŽITKOVANIA VÝŤAŽITEĽNOSTI GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V MICHALOVCIACH

RNDr. Otto Halás PhD., *Slovgeoterm, a.s. Bratislava*

1. ÚVOD

Mesto Michalovce a jeho okolie, nielen povrchovými ale aj podpovrchovými teplotami, patria k najteplejším na Slovensku. Dôkazom sú výsledky merania teplôt v hlbokých vrtoch realizovaných za účelom vyhľadávania uhľovodíkov, ktoré boli merané od 70-tych rokov minulého storočia. 97 hlbokých vrtov a údaje z nich o tepelnom režime zeme vo vymedzenom území Michaloviec poskytlo podklady pre zhotovenie máp, uvádzajúcich možné teploty médií – vôd, pary, ktoré sa v priemere ukazujú vyššie ako na iných miestach územia Slovenskej republiky. Vyhodnotením geologicko-geofyzikálnych meraní sa v minulosti zaoberal Doc. Ing. R. Rudinec, Dr.Sc., ktorý je zostavovateľom hĺbkového teplotného poľa Východoslovenskej neogénnej panvy.

Novšie merania podpovrchových teplôt (Magyar et al. 2001) ukazujú ich kolísavosť, ktorá môže byť odrazom zmien vzdutia (difúzie) teploty vystupujúcej pozdĺž hlbokých zlomov zasahujúcich až do oceanickej kôry Zeme, čoho dôkazom na povrchu sú vyhasnuté sopky (Vihorlat, Hrádok) i aktivita zlomov až do recentu (indície zemetrasení).

Nižšie uvedené údaje majú slúžiť ako podklad pre samosprávu mesta Michalovce v rámci úlohy týkajúcej sa využitia geotermálnych vodných zdrojov v okolí mesta.

1.1 Údaje o vymedzenom území

Záujmové územie okolia Michaloviec zaberá katastrálne územie Michalovce

Identifikačné údaje: Kraj – košický – 8
Okres – Michalovce – kód 807
Obec – Michalovce – 522279
Katastrálne územie – Michalovce – lokalita Vrbovce 837156

2. GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Vymedzené územie mesta Michalovce a jeho okolie je budované predterciárnym podložím, terciárnymi a kvartérnymi útvarmi. Tieto boli navŕtané hlbokými vrtmi Iňačovce-2,-3, Lesné-1,-2, Michalovce-1, Pozdišovce-1 a ďalšie, realizovanými v jeho území, ako aj zistené ťažobnými a mapovacími prácami. Mnoho geológov, geofyzikov ap. študovalo štruktúrne, litologicko-stratigrafické faktory, kontrolujúce surovinové zdroje záujmového územia. Názory na stavbu, stratigrafiu, litológiu záujmového územia platné v súčasnosti, obsahujú práce Vass – Čverčko (1985), Rudinec (1989), Soták et al. (2005). Problémy územia sú tu spracované podrobne na základe analýzy dovtedajších poznatkov.

Predmetné územie má tieto litostratigrafické celky:

2.1 Predterciérne podložie (Soták et. al. 2005)

2.1.1 Blatnopolianska skupina vrchného paleozoika až triasu zahrňuje:

Pozdišovské súvrstvie vrchného permu

Bunkovské súvrstvie permu – triasu

2.1.2 Michalovská skupina jury až vrchnej kriedy zahrňuje:

Iňačovské súvrstvie

Rebrínske súvrstvie

2.1.3 Podvihorlatská skupina eocénu zahrňuje:

Nacinoveské súvrstvie

Lesnianske súvrstvie

2.1.1 Blatnopolianska skupina tvorí najstarší komplex hornín okolia Michaloviec. Zistená bola vrtmi juhovýchodne od mesta a je zastúpená pestrým a karbonatickým metasedimentárnym komplexom hornín. Vyskytuje sa v nej:

Pozdišovské súvrstvie tvorené bridličnato-karbonatickými horninami s palynologickými dôkazmi (Planderová in Slávik, 1977).

Bunkovské súvrstvie je budované z fialovočervených fylitov a svetlých kryštalických vápencov s rekrýštalizovanými schránkami riasových foraminifér (Soták et al. 1994).

2.1.2 Michalovská skupina sa skladá z čiernych metapelitov, v ktorej sú prítomné:

Iňačovské súvrstvie tvorené z pestrého súboru tmavých fylitických a zelených bridlíc, chloristických fylitov, chloritoidových bridlíc, vápnitých fylitov a kryštalických vápencov. Silicifikované vložky obsahujú detrit krinoidových článkov a ihlíc ježoviek. Hrúbka súvrstvia je až 1000,0 m.

Rebrínske súvrstvie je budované z monotónneho metamorfného komplexu hornín typu čiernych bridlíc s ofiolitmi zachytených v hlbokých vrtoch južne až juhovýchodne od Michaloviec.

2.1.3 Podvihorlatská skupina zahrňuje metasedimenty flyšových hornín s postupným pribúdaním pieskovcových komponentov – metaarenitov. V jej stratigrafickom rozpätí boli vyčlenené:

Nacinoveské súvrstvie tvorené z metamorfovaných flyšových hornín prejavujúcich sa výraznou magnetickou anomáliou v širšej oblasti.

Lesnianske súvrstvie je budované metapelitickými horninami s prevahou fylitických bridlíc zachytených v rovnomerných vrtoch severne od Michaloviec.

2.2 Neogénna výplň (Vass – Čverčko, 1985)

Výplň je tvorená jednotlivými stratigrafickými celkami v rozsahu karpát – dák. V ostatných rokoch na základe výsledkov vrtov realizovaných prevažne na uhľovodíky bola vypracovaná litostratigrafická schéma:

Karpat – je reprezentovaný troma litostratigrafickými jednotkami: **teriakovským, soľnobanským a kladzianským** súvrstvím

Báden – zahŕňa päť litostratigrafických jednotiek: **nižnohrabovské, zbudzské, lastomírske a klčovské** súvrstvie

Sarmat – má dve litostratigrafické jednotky: **stretavské a ptrukšanské** súvrstvie

Panón – pliocén – má dve litostratigrafické jednotky s lokálnymi vývoji: **sečovské, čečehovské** súvrstvie

Pleistocén – holocén – je charakterizovaný ako celok

2.2.1 Neogénna výplň – sedimenty

Horniny staršieho miocénu v študovanom území neboli zistené. Existencia **karpatu** (veku 17,5-16,5 + 0,5 miliónov rokov) je známa z prirodzených odkryvov, ale hlavne z hlbokých vrtov. Dosahuje hrúbku až 1000 m a viac. Reprezentovaný je už uvádzanými tromi litostratigrafickými jednotkami. Dôsledkom plytkomorského prostredia sú v predmetnom území vyvinuté hlavne pestrofarebný ílovec, pieskovec, zlepenec, ale i soľ, sádrovec, anhydrit známy ako prvý soľonosný horizont.

Plytšia výplň **báden** (veku 16,5-13,6 miliónov rokov) je charakteristická novým rozmiestnením hornín, a to monotónneho ílovca, pieskovca, soli (40,0 m a viac hrubá poloha) ekvivalent zbudzkej soli na povrchu, sádrovca, anhydritu, borátov, zemného plynu, ale aj sopečného materiálu. Horniny sú jazerno-morského pôvodu. Do vrchných častí sa zarezávala delta starej rieky známa ako sečovská. Kumulatívna hrúbka pieskovcov dosahuje viac ako 270,0 m. Hodnoty pórovitosti a priepustnosti sú veľmi variabilné, pretože sa jedná o usadeniny deltovej roviny. Najvyššie hodnoty sú až 29% a priepustnosť až 1,1 D.

Vývoj panvy v **sarmate** (veku 13,5-11,5 miliónov rokov) zasahuje do vymedzeného územia. Obsahuje hlavne íl – ílovec, piesok – pieskovec, ale i lignitické uhlie, limnokvarcit, opál. Vývoj bol veľmi búrlivý. Spreádzala ho rozsiahla sopečná činnosť. Najpozoruhodnejšie sopečné produkty tohto obdobia na povrchu tvoria vyhasnuté sopky masívu Vihorlat, Hrádok ap. Mnohovrstevné nasypávanie sopečného materiálu (brekcie, sopečný popol – tufy, tufity), ktorý sa strieda so spodno až stredno sarmatským pyroxenickým, hyperstenicko-amfibolickým andezitom dosahuje hrúbku 800,0 m a viac. Maximálna pórovitosť klastík je do 23% a priepustnosť do 200 mD. Kumulatívna hrúbka pieskov – pieskovcov je 200,0 m.

Vrstvy **panónu – pliocénu** (veku 11,5-1,8 miliónov rokov) sú rozšírené prevažne v juhovýchodnej časti nášho územia. Majú spojenie s prilahlými časťami Ukrajiny a Maďarska. Vrstvy sú zložené zo štrku, piesku, ílu a sopečného popola – tufov a prekryvajú nerovný povrch podložínych vrstiev.

V nadloží panónu – pliocénu značné plochy tvoria riečne triasy, svahové sute, ale hlavne náplavy (Laborca ap.), zložené z nespevnených hornín **pleistocénu – holocénu**, (veku $\leq 1,8$ miliónov rokov) pričom niekedy odrážajú vplyvy výzdvihov na zlomoch staršieho zloženia, ktoré boli novo aktivované. Sú to prevažne hliny, štrky stovky metrov široké a desiatky metrov hrubé.

2.2.2 Neovulkanity

Výrazným prvkom geologickej stavby predmetného územia a organickou časťou jej výplne sú sopečné (neovulkanické) horniny. Územie bolo miestom opakovaného vulkanizmu. Ako bolo uvedené, hlavná vulkanická aktivita bola vo vrchnom bádene až panóne (veku 13,9-11,5 milióna rokov). Sarmatské ryolitové a andezitové lávy vekovo datované na 12,4 milióna rokov sa vylievali na svahoch pahorku Biela hora, Oreské ap. Lávoým prúdom predchádzali erupcie sopečného popola, z ktorých sa vytvorili vrstvy tufov a tufitov. Tieto boli zistené v kopaných štôlniach na Bielej hore a v odkryvoch v nadloží vrchného bádenu a mimo nášho územia.

Produkty horúcich prameňov kremičitých roztokov sa vyzrážali ako opaly (Suché), limnokvarcity (Hnojné) ako výsledok pôvodného usadenia kremičitanov v žilných výskytoch po okrajoch a vo vnútri masívov. Živce starších hrubších vulkanogénnych hornín boli premenené kyslými vodnými parami do kaolinitov, hliniek žiaruvzdorných ílov (hallozyt), chloritových pseudomorfov, dendritov. Presiakavosť a hĺbka kvapalín určuje teploty vôd, ktoré sú analogické s meraniami teploty v hlbokých vrtov (Michalovce-1, Zbudza-1, Iňačovce-2,-3...). Tieto vysoké teploty sú prými indikátormi nerastných zdrojov.

2.2.3 Tektonika

Tektonická stavba predmetného územia je odvodená z výsledkov plytkého (cf 300) a stredne hlbokého štruktúrneho prieskumu, hlavne však výsledkov hlbokých vrtov realizovaných na vyhľadávanie uhľovodíkov v priľahlých častiach územia. Tieto boli dané do rámca geofyzikálnych zvlášť seizmických meraní (analogové, 2D, ap.). V tektonickom pláne štruktúrnych máp v širšom okolí Michaloviec je neogénna výplň (i podložie) porušená systémom pozdĺžnych (smeru SSZ-JJV – močaransko-topoľanských a hažínových) a priečných (smeru VSV-ZJZ – michalovských) zlomov, ktorých predpoklad vzniku je na začiatku sedimentácie neogénu s aktivitou v karpate, bádene, sarmate až po recent (Mořkovský, 1968, Rudinec, 1972, Čverčko et al. 1973, Magyar, 2003). Zlomy paralelne prebiehajú a členia záujmové územie na bloky. Uklonené sú k JZ do miest najhlbšej depresie panvy a k VSV. Priečne zlomy sú uklonené k SSZ. Ich dosah je až do spodnej časti zemskej kôry a tak zvyšujú možné napätie, ktoré ak vzrastie, spôsobí zemetrasenie. Zemetrasný šok zažili obyvatelia Jasenova pri Sobranciach až po Strážske, vrátane Michaloviec najintenzívnejšie 20.05.2003, ale aj neskôr (január 2007), keď praskala zemská kôra. Obrovská kryha hornín sa začala „šmykať“ pozdĺž zlomov súbežných s južným okrajom Nízkych Beskýd a Vihorlatu až po močaransko-topoľanské zlomy. Uvoľnila obrovskú pulzujúcu energiu počas niekoľkých sekúnd (3-12 s.), ktorá sa odrazila ničivou silou na povrchu zvlášť už spomínaných častiach obce Jasenov pri Sobranciach. Jej obyvatelia v domovoch boli šokovaní praskajúcimi stenami a padajúcimi predmetmi. Obyvatelia tohto regiónu žijú na zlomoch, z ktorých hlavné majú značný hlbkový dosah (spodné časti zemskej kôry). Vytvárajú líniu SZ-JV smeru pomenovanú ružbašsko-bunkovská (ktorej súčasťou je aj močaransko-topoľanský zlomový systém) a SV-JZ smeru sninsko-strážsko-sečovská (Magyar, 2001). V minulosti boli známe ojedinelými záchvevmi do 4^o veľkosti Richterovej stupnice. V záujmovom území a priľahlých častiach sa systematickými geofyzikálnymi prácami zistili neobvyklé deštrukcie hornín tak na povrchu, ako aj v hĺbke. Sú výsledkom už spomínanej seizmickej aktivity predterciérneho podložia a v istých cykloch pokračujú dodnes. Hlavný zlom a jeho odnože sa v hĺbinách Zeme spájajú do rovinatých kryh, ktoré mozaikovo rozdeľujú územie na menšie časti. Tieto do hĺbky prechádzajú do granitovorulových blokov zemplínskeho (južný) a šarišského (severný). Pri ich styku dochádza v dôsledku odľahčovania más k napätiu, ktoré ak vzrastie spôsobí veľké zemetrasenie. Aj keď k zemetraseniu nedochádza pravidelne, je isté, že okrajové časti neogénu Východoslovenskej nížiny sú v posledných desaťročiach neobvykle aktívne, čo môže byť priaznivou indíciou pre prienik tepla pozdĺž oslabených zón.

3. HYDROGEOLOGICKÉ POMERY

Získané vrtné a geofyzikálne výsledky dovolili podať pomerne podrobné informácie o hydrogeologických pomeroch jednotlivých stratigrafických celkov neogénnej výplne (hrúbka 7 km a viac), ako aj podložia. Sledované „naftové“ vody sa vyskytujú aj v okolí Michaloviec. Interval samotokov prítokov bol zistený:

Z predneogénneho podložia sú v priľahlých častiach záujmového územia prítoky geotermálnych vôd známe len v Sobraneckých kúpeľoch – vrt TMS-1 a z vrtu Bunkovce-1 (Rudinec – Magyar, 1981, Tkáčik et al. 1994). V sv. cípe nášho územia pri obci Jovsa bol z vrtu v hĺbke 180 m overený prítok termálnej vody s teplotou 23°C, výdatnosťou 0,7 l/s a celkovou mineralizáciou 0,84 g/l. Jedná sa o vodu Ca(Mg)-Na-HCO₃ typu.

Z neogénnej výplne vymedzeného územia boli v odskúšaných intervaloch zaznamenané prítoky vôd až samotoky z 9 hlbokých vrtov.

Významné prejavy geotermálnych vôd sa viažu na **klčové súvrstvie vrchného bádenu**. Samotoky geotermálnych vôd s obsahom plynu sú známe na štruktúre Bánovce vo vymedzenom

území vo vrtoch Bánovce-4 (hlĺbky 2140-2084 m, 2088-2084 m), Bánovce-9 (hlĺbky 1947,0-1966,0 m), Bánovce-13 (hlĺbky 1586,0-1601,0 m), Bánovce-19 (hlĺbky 1946,5-1952,5 m), Bánovce-24 (hlĺbky 1804,5-1809,0 m), Bánovce-27 (hlĺbky 1035-1045,0 m), Bánovce-29 (hlĺbky 1685,5-1689,5 m), Bánovce-32 (hlĺbky 1309,0-1313,0 m).

Zo **stretavského súvrstvia spodného sarmatu** boli samotoky zistené na štruktúre Lastomír vo vrtoch Lastomír-5 (hlĺbky 832,0-842,5 m), Lastomír-7 (hlĺbky 945,0-972,5 m), Lastomír-9 (hlĺbky 821,0-825,0 m), ďalej vo vrte Bánovce-9 (hlĺbky 1214,0-1219,0 m).

V **kochanovskom súvrství vyššieho sarmatu**, ďalej v **sečovskom súvrství panónu** a **čečehovskom súvrství pliocénu** v hydrodynamicky skúšaných intervaloch boli zaregistrované prítoky slabo slaných až slaných vôd.

Pri posudzovaní výsledkov čerpacích skúšok v hlbokých „naftových“ vrtoch, z pohľadu možnosti získania zdrojov geotermálnych vôd je potrebné brať do úvahy spôsob a techniku ich vykonávania, ktorá je korigovaná od hydrodynamického overenia perspektívnych horizontov v geotermálnych vrtoch. S tým súvisia aj relatívne malé výdatnosti prípadne nižšie teploty na ústiach vrto. V prípade vhodného zabudovania a vystrojenia vrto pre geotermálne účely je možné očakávať podstatne vyššie výdatnosti (väčší počet horizontov ku geotermálnemu odskúšavaniu) a povrchové teploty geotermálnych vôd.

Uloženie hornín – zásobníkov hydrogeologických telies a možnosť prúdenia podzemných vôd je možné dedukovať z analýzy seizmogeologických a hydrogeologických prác, t.j. máp chemizmu vôd, samotokových vrto, ap. Tu sa ukazuje možný priestor infiltrácie podzemných vôd, impresný kužel, odkiaľ podzemná voda prúdi do depresie ohraničenej zlomami, ale aj málo priepustnými horninami. Regionálne spojenie podzemnej a termálnej vody v hlĺbkach spočíva v prúdení podzemnej vody na vzdialenosť niekoľkých km. Zostupuje do hlĺbok, kde sa mení chemizmus podzemných vôd. Postupne tak vzniká termálna voda, ktorá prúdi k zónam oslabenia (michalovský priečny zlom), výstupu tepla a drenáže. Táto oslabená zóna 0,5-1,0 km široká je odhadovaná zo seizmických údajov a vytvára systém možných (ťažobných) vôd z trhlín. Úklon zlomovej zóny sa ukazuje strmší v miestach preťatia ďalším zlomom. Tu skutočná šírka zóny môže byť väčšia (1,5 km a viac). Reflexné seizmické merania poskytujú najlepšie údaje pre zisťovanie a odhad podpovrchových pomerov. Až do hlĺbky niekoľkých kilometrov poskytujú údaje o drvených (deformovaných) horninách neogénu, mezo-paleozoického predneogénneho podložia a rulovožulových hornín blokov. Táto drvená zóna môže byť neobyčajne strmá, na čo indikuje aj teplotný gradient. Rozsah hornín – zásobníkov sytených vodami môže poskytnúť odhadované množstvá a objem vody. Je potrebné však konštatovať, že súčasné údaje o vnútorných parametroch v hlĺbke geotermálnej štruktúry vyžadujú ďalší prieskum a doplnenie.

4. GEOTERMICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Geotermická charakteristika vymedzeného územia zahŕňa popis teplotných pomerov, termofyzikálnych vlastností hornín a poľa hustoty tepelného toku (Král, M.in Magyar et al., 2001) Teplotné pomery sú posúdené na základe ustálených teplôt zistených v hlbokých vrtoch naftového prieskumu pri meraní geotermického stupňa (vrto Trhovište-26, resp. Remetské Hámre, MLS-1, Albínov-4) (Rudinec, 1982, 1989). Teplotné pole vymedzenej štruktúry je hlavne dokumentované pozdĺž seizmologických rezov 659/95 a 654/95, resp. 653/95, 650/95 z teplotných profilov vrto realizovaných v priestore záujmového územia. Tieto údaje predstavujú súbor, ktorý prispieva k poznaniu priestorového rozloženia teplôt v rôznych hlĺbkových úrovniach v jednotlivých stratigrafických celkoch nášho územia. Boli tiež použité údaje ložiskových teplôt namerané pri čerpacích skúškach i teplotných meraniach s použitím maximálnych teplomerov (Bánovce, Lastomír, Michalovce, Suché, Trhovište, Zbudza).

Termofyzikálne parametre sú charakterizované meraniami koeficientu tepelnej a teplotnej vodivosti a meraného tepla. Celkovo bolo z územia realizovaných 333 meraní na vzorkách jadier, úlomkov z 23 hlbokých vrtov, takže tieto mohli byť zohľadnené pre vybrané intervaly vrtu. Ich súborné spracovanie je možné nájsť v práci Janči (1992).

Pre popis poľa tepelného toku je k dispozícii 10 hodnôt hustoty tepelného toku, ktorých priestorové rozloženie charakterizuje geotermickú aktivitu geologických štruktúr vymedzeného územia.

4.1 Teplotné pomery

Teplotné pomery vymedzeného územia sú posúdené na základe meraní ustálených teplôt a uvádzame ich v nasledujúcej tabuľke:

Názov vrtu	Hĺbka vrtu (m)	Teplota °C 1000 (m)	2000 (m)	3000 (m)	4000 (m)
Albínov-4	3200	62	106	149	
MLS-1	1877	40			
R. Hámre	1200	44			
Trhovište-26	4207	67	120	163	206

Teplotné pole v hĺbke 1000 m pod povrchom sa mení. Teploty v hĺbke 1000 m sa nachádzajú v rozmedzí 40-67°C. Zóna vysokých teplôt prechádza cez strednú časť vymedzeného územia a k SSV má klesajúce trend. Severná časť nášho územia je charakterizovaná teplota pod 44°C pri styku s vulkanickým pohorím Vihorlatu. Dominantným prvkom určujúcim charakter rozloženia teplotného poľa na povrchu predneogénneho podložia je jeho morfoštruktúrny reliéf. Teploty sa v závislosti od hĺbky predneogénneho podložia menia v širokom intervale hodnôt a prevyšujú 200°C. Smerom k okrajom vymedzeného územia so znižujúcou sa hĺbkou predneogénneho podložia sa postupne znižujú aj teploty na jeho povrchu. Smerom na sever k bradlovému pásmu sa hĺbka predneogénneho podložia rýchle znižuje a teploty prudko klesajú na úroveň do 30°C. Z pohľadu teplotných pomerov sú tu vytvorené veľmi priaznivé podmienky na získanie geotermálnych vôd s dostatočne vysokými ložiskovými teplotami v dostupných hĺbkach pod povrchom.

4.2 Tepelné vlastnosti hornín

Poznanie tepelných vlastností hornín má pri skúmaní hydrotermálnych štruktúr nezastupiteľné miesto. Je významné pre štruktúry ťažené systémom reinjektáže, nakoľko sú potrebné ako vstupné údaje pre modelovanie ťažby geotermálnych vôd a ich reinjektáž vo vzťahu na parametre geotermálneho zásobníka a optimalizáciu životnosti ťažobno-reinjektážnych systémov.

Pre riešenie úlohy výpočtu merného tepelno-energetického potenciálu akumulovaného na štruktúre Michalovce môžu byť využité údaje o mernom teple hornín – zásobníkov z vrtu Albínov-4, ktoré uvádzame v nasledujúcej tabuľke:

Hĺbka (m)	Stratigrafia - litológia	Teplná vodivosť (W/m.K)	Teplotná vodivosť (mm²/s)	Merné teplo (J/kg.K)
447	Spodný sarmat - ílovec	1,94	0,72	1213,5
653	Spodný sarmat - pieskovec	2,62	0,98	1142,3
694	Spodný sarmat - ílovitý pieskovec	2,42	0,93	1112,0
774	Vrchný báden - pieskovec	3,16	1,21	1155,6
940	Vrchný báden - pieskovec	2,99	1,15	1048,4
1096	Vrchný báden - pieskovec	2,89	1,08	1070,4
1277	Vrchný báden - pieskovec	3,18	1,20	1090,5
2247	Vrchná báden - piesčitý ílovec	2,64	0,98	1020,4

Kolektorom geotermálnych vôd na štruktúre Michalovce môžu byť klastiká vrchného báden-
nu a sarmatu. Ich merné teplo bolo zamerané na vzorkách hornín z vrtu Albínov-4. Nachádza
sa v rozmedzí 1020,4-1213,5 J/kg.K.

4.3 Hustota tepelného toku

Hustota tepelného toku bola vo Východoslovenskej neogénnej panve stanovená v hlbokých vr-
toch (Kráľ, 1998). Pohybuje sa v rozmedzí 82,1-121,6 mWm². Selekcii vrtov záujmového územia
demonštruje nasledujúca tabuľka:

Vrt	Hustota tepelného toku (mW/m ²)
Albínov-4	116,2
Bunkovce-1	94,8
Lastomír-1	112,1
Lastomír-2	111,6
Pozdišovce-1	119,8
Pozdišovce-2	116,3
Rebrin-1	113,0
Trhovište-26	114,4
Priemerná hodnota	112,3

Vysoká hodnota tepelného toku bola vo vymedzenom území Michalovce v neogéne Východ-
doslovenskej nížiny stanovená v 8 vrtoch. Pohybuje sa v rozmedzí 94,8-119,8 mW/m². Vysoké
hodnoty tepelného toku sú typické pre centrálnu časť panve. Tepelný tok nad 115 mWm² bol zis-
tený na vysokej pozdišovskej kryhe, kde vo vrte Pozdišovce-1 je tepelný tok 119,8 mW/m² jeho
hodnota je 116,3 mW/m². Z centra depresie tepelný tok výrazne klesá severným a sv. smerom
vulkanitom Vihorlatu. Podstatne nižšie hodnoty tepelného toku v porovnaní s údajmi z cen-
trálnej časti pozorujeme aj v jej vsv. časti na styku s vulkanickým pohorím Vihorlatu. Vo vrte
Bunkovce-1 v blízkosti okraja vymedzeného územia bol vypočítaný tepelný tok 94,8 mWm².
Hustoty tepelného toku vo vrtoch územia predstavujú najvyššie hodnoty zistené v Západných
Karpatoch na území Slovenska. Ich rozloženie koreluje s hlbinnou geologickou stavbou panvy
s oslabením zemskej kôry v tomto území (Mohodiskontinuity) a prienikom plášťových hmôt
a médií do zemskej kôry. Vysoká geotermická aktivita územia súvisí s jej geodynamickým vý-
vojom, termálne predisponovanou litosférou a so zvýšeným výnosom tepla z vrchného plášťa.
Zvýšená bola ešte mohutnou miocénou vulkanickou činnosťou a tektonickou aktivizáciou úze-
mia počas neogénu.

Pozoruhodná je korešpondencia medzi tvarom kontúry tepelného toku a pozíciou zlomov. Možno pozorovať istú zhodu medzi tvarom kontúry tepelného toku a pozíciou zlomov. Horninový tepelný tok prekračujúci priemernú hodnotu je zistený v 1,5-2 km širokom pásme paralelnom a zahrňujúcom michalovský zlomový systém. Trend kontúry zlomového systému môže určovať geometriu hornín – zásobníkov. Premennivý a nižší tepelný tok v severnej a sv. časti vymedzeného územia je spojený ešte s obnovovaním a hydrogeologickým „nabíjaním“ zásobníkov, utesnených k SZ uklonenou zlomovou zónou, obmedzujúcich michalovskú depresnú štruktúru. Ukazuje sa, že horniny – zásobníky tu poskytujú atraktívne tepelné zdroje, najvýraznejšie v okolí mesta Michalovce.

5. HYDROGEOTERMÁLNE PODMIENKY

Hydrogeotermálne pomery záujmového územia prilahlých častí mesta Michalovce sú pomerne málo známe, nakoľko komplexný výskum pre získanie zdrojov geotermálnych vôd sa nevykonával systematicky. Technické práce za účelom ich overenia boli realizované len v sv až v. časti neogénu Východoslovenskej nížiny (Sobrance). Z ostatných častí vymedzeného územia sú údaje o výskyte geotermálnych vôd známe z hlbokých vrtov odvrátených v rámci prieskumu na vyhľadávanie uhľovodíkov.

Geotermálne vody môžu byť v študovanom území viazané na horniny **predneogénneho podložia a neogénu vulkánogenno-sedimentárnu výplň**. V predneogénnom podloží potenciálnymi horninami – zásobníkmi geotermálnych vôd sú karbonáty mezozoika a **tektonicky drvené zóny paleozoika**. V neogénnej vulkánogenno-sedimentárnej výplni je možné prítoky geotermálnych vôd očakávať z piesčitých horizontov jednotlivých stratigrafických celkov neogénu, v ktorých sú zakryté rôzne typy sopečných hornín.

Z predneogénneho podložia sú v prilahlých častiach záujmového územia prítoky geotermálnych vôd známe len v Sobraneckých kúpeľoch – vrt TMS-1 a z vrtu Bunkovce-1 (Rudinec – Mačgyar, 1981, Tkáčik et al., 1994). V sv. cípe nášho územia pri obci Jovsa bol z vrtu v hĺbke 180 m overený prítok termálnej vody s teplotou 23°C, výdatnosťou 0,7 l/s a celkovou mineralizáciou 0,84 g/l. Jedná sa o vodu Ca(Mg)-Na-HCO₃ typu.

Z neogénnej výplne záujmového územia boli v odskúšaných intervaloch zaznamenané prítoky vôd až samotoky z 9 hlbokých vrtov.

6. PERSPEKTÍVNE HYDROGEOTERMÁLNE ŠTRUKTÚRY

Na základe štúdií geologickej stavby, geotermálnych pomerov, údajov o vlastnostiach hornín – zásobníkov a výsledkov čerpacích skúšok hlbokých vrtov sú v záujmovom území geotermálne vody viazané na nasledujúce typy horninového prostredia.

Karbonatisko-metasedimentárny komplex permo-triasu podložia neogénnej výplne

Kryštalické vápence, fylity, bridlice, brekcie jury až kriedy silne mylonitizované so sekundárnou (puklinovou) pórovitosťou v podloží neogénnej výplne.

Klastické sedimenty – piesky, pieskovce až zlepenice, brekcie, vulkanoklastika, najmä klčovského súvrstvia vrchného bádenu, stretavského súvrstvia spodného sarmatu a vyššieho sarmatu – bázy panónu

Na základe výsledkov jednotlivých prieskumných disciplín predpokladáme, že prezentujeme atraktívnu hydrogeotermálnu štruktúru v južnej prilahlej časti **Michaloviec**, resp. východne od Michaloviec v okolí obce **Hnojné**.

6.1 Hydrogeotermálna štruktúra Michalovce

Geotermálne vody s ložiskovou teplotou **30 až 60°C** sa budú pravdepodobne vyskytovať v piesčitých horizontoch sarmatu v hĺbkach 600 až 1300,0 m. V piesčitých polohách vrchného bádenu sa očakáva ložisková teplota geotermálnych vôd na úrovni **60 až 100°C** v hĺbkach 1300 až 1900 m. V prípade nedostatočných prítokov geotermálnych vôd v dôsledku variabilných petrofyzikálnych vlastností hornín – zásobníkov je možné využiť teplo suchých hornín.

6.2 Hydrogeotermálna štruktúra Hnojné

Prítomnosť geotermálnych vôd s ložiskovou teplotou **30-50°C a viac** môžeme očakávať v karbonatiko-metasedimentárnom komplexe permo-triasu z podložia neogénnej výplne v hĺbkach 400 až 1500 m.

7. ZÁVER

Najpozoruhodnejšie prezentované údaje o geologických, geotermálnych, hydro-geotermických pomeroch záujmového územia možno charakterizovať nasledovne:

Horniny – zásobníky tepelného zdroja vykazujú heterogenitu v zastúpení substancí, pričom sú reprezentované zlepenkami, pieskovecami až pieskami, prachovcami až piesčitými filmi a vulkano-klastikami (Michalovce), ale i karbonátmi – brekciovitými dolomity, vápence (Hnojné).

Vrstvové vody vytipovaných a sledovaných celkov a komplexov bádenu, sarmatu, panónu-pliocénu svojim chemickým zložením a obsahom jednotlivých zložiek sú rôznorodé.

Priestorovo boli zistené zložkové anomálie, ktoré v širšom horizontálnom kontexte upozorňujú na možné trendy pohybu vôd. Ukazuje sa, že tento pohyb v bádene a časti spodného sarmatu je od SZZ v sarmate a panóne generálne od S, SV.

Z pohľadu vertikálneho členenia ukazuje sa prítomnosť **s polouzavretým a uzavretým režimom**.

Sumarizované dostupné geologické, reflexne seizmické a gravimetrické údaje poskytujú hĺbku kontroly sledovaných hornín – zásobníkov, michalovskej i hojnianskej štruktúre.

Zlomy (Michalovský, Michalovský priečny a Ružbašsko-bunkovské, ap.) ktoré ohraničujú depresie, ukazujú na prítomnosť drvených zón širokých až 1,5 km. Najlepšie údaje pre riešenie týchto črt poskytuje dostupná reflexná seizmika rôznej kvality, ktorá však rovnomerne nepokrýva územie, takže rozsah drvenej zóny v niektorých častiach (Hnojné) je extrapolovaný.

Kombinácia geologických, hydrogeologických, štruktúrnych a geotermických údajov dáva istú predstavu o veľkosti, teplotnom rozložení (9,0 km² a viac) vytipovaných štruktúr Michalovce a Hnojné (3,0 km² a viac)

Na štruktúre **Michalovce** geotermálne vody s ložiskovou teplotou **30 až 60°C** sa budú pravdepodobne vyskytovať v piesčitých horizontoch sarmatu v hĺbkach **600 až 1300,0 m**. V piesčitých polohách vrchného bádenu sa očakáva ložisková teplota geotermálnych vôd na úrovni **60 až 100°C** v hĺbkach **1300 až 1900 m**. V prípade nedostatočných prítokov geotermálnych vôd v dôsledku variabilných petrofyzikálnych vlastností hornín – zásobníkov, je možné využiť teplo suchých hornín.

Na štruktúre **Hnojné** prítomnosť geotermálnych vôd s ložiskovou teplotou **30 až 50°C a viac** môžeme očakávať karbonatiko-metasedimentárny komplex permo-triasu z podložia neogénnej výplne v hĺbkach **400 až 1500 m**. Ďalší aj keď radovo iný potenciál možno očakávať v mladších – pliocén-panónskych horninových komplexoch, a to balneologicko-rekreačné využitie pre teploty cca 30 ≤ °C, resp. alternatíva využitia studenej vody s teplotou 10°C.

ŠTÚDIA ZUŽITKOVATEĽNOSTI GEOTERMÁLNYCH ZDROJOV V MESTE MICHALOVCE

Ing. Oto Halás, *Slovgeoterm, a.s. Bratislava*

1. ÚVOD

Na základe „Dopadovej štúdie zužitia vyťažiteľnosti geotermálnych zdrojov v Michalovciach“ vypracovanej v júni 2007 je možné konštatovať, že v okolí mesta Michalovce sa nachádzajú zdroje geotermálnej energie vhodné na energetické využitie pre potreby mesta, alebo iné. Hydrogeologické podmienky boli podrobne popísané a predpokladané parametre geotermálnej vody boli stanovené v uvedenej štúdii. Predmetom tejto technicko-ekonomickej štúdie je vyhodnotenie energetických parametrov geotermálneho zdroja a návrh jeho využitia pre potreby vykurovania v meste resp. pre potreby rekreačno-športového zariadenia (aquaparku), vrátane vyhodnotenia ekonomickej výhodnosti a hospodárnosti navrhnutého riešenia.

V meste Michalovce sa nachádza viacero sústav centralizovaného zásobovania teplom (SCZT) zásobujúcich prevažne bytové domy a objekty občianskej vybavenosti. Inštalovaný tepelný výkon väčšiny zdrojov tepla týchto sústav sa pohybuje v rozsahu 5 – 10 MWt. Vzhľadom na to, že geotermálny zdroj má rovnako centrálny charakter, je veľmi výhodné využívať geotermálnu energiu práve v niektorej z centrálnych kotolní existujúcich SCZT. Tepelne využitá geotermálna voda vystupujúca zo SCZT ochladená na úroveň cca 40°C môže byť v ďalšom stupni vhodne využitá pre potreby aquaparku.

2. ENERGETICKÝ POTENCIÁL GEOTERMÁLNEHO ZDROJA

Navrhnutý je geotermálny vrt MEGT - 1 hlboký 1 900 m (+ 300 m), ktorý je situovaný juhovýchodne od mesta. Parametre geotermálnej vody z tohto vrtu s vypočítaným teoretickým využitelným energetickým potenciálom sú uvedené v tabuľke 1.

STUDY OF THE UTILIZABILITY OF GEOTHERMAL RESOURCES IN MICHALOVCE CITY

Ing. Oto Halás, *Slovgeoterm, a.s. Bratislava*

1. INTRODUCTION

Based on the „Impact study of the utilizability of exploited geothermal resources in Michalovce“ elaborated in June 2007, it is possible to state that in the environs of Michalovce city can be found resources of geothermal energy suitable for energy utilization for city's needs or other purposes. The hydrogeological conditions were described in detail and the supposed parameters of geothermal water were determined in the given study. The subject of this technical-economic study is the assessment of energy parameters of geothermal resource and proposal of its utilization for heating needs in the city or for the needs of recreational-sport complex (aqua park), including assessment of economic profitability and economy of the proposed solution.

In the city of Michalovce are situated several systems of centralized heat supply (SCZT) supplying mostly the residential houses and objects of civic amenities. The installed thermal output of most resources of thermal energy in these systems deviates in a range from 5 to 10 MWt. In respect to the fact that geothermal resource has the same central character, it is very advantageous to use geothermal energy right in some of central boiler houses of the existing SCZT. The thermally utilized geothermal water coming from SCZT cooled down to a level of approx. 40°C in the next stage can be suitably utilized for needs of aqua park.

2. ENERGY POTENTIAL OF GEOTHERMAL RESOURCE

It is proposed to make a geothermal drill hole MEGT - 1 deep 1 900 m (+ 300 m) that is situated southeast from the city. The parameters of geot-

hermal water from this drill hole with calculated theoretically utilizable energy potential are stated in table 1.

Theoretically utilizable energy potential of geothermal resource (i.e. theoretically utilizable thermal output) was calculated for cooling of geothermal water to a reference temperature of 10°C. This value approximately corresponds with the average temperature of underground water (or potable tap water) that is commonly available and its energy potential is in general considered to be at zero level. Cooling of geothermal water to this value (i.e. utilization of its energetic potential) is possible only with the help of thermal pumps and in real operation can achieve such utilization of geothermal water only for a short time. From the above follows that the given value of theoretically utilizable energetic potential can be used for purposes of orientation, comparison and assessment of the rate of geothermal energy utilization but we cannot use it as a real thermal output of geothermal resource. The dependence of the energy potential of geothermal resource in dependence from temperature of cooled down geothermal water is illustrated in graph 1.

From the given graph we can see that the energy potential, i.e. utilizable thermal output is as much higher as much is cooled down the geothermal water. It is possible to achieve with the help of thermal pumps a cooling temperature down to 5°C, however, in this case would be decreased the efficiency of the operation of proper thermal pumps. The utilizable quantity of geothermal heat calculated for cooling to 10°C and the maximum volumetric flow of geothermal water 15 l/s is for the heating period (212 days) 86 279 GJ, for summer and transition period (153 days) 62 267 GJ and for the whole year 148 546 GJ.

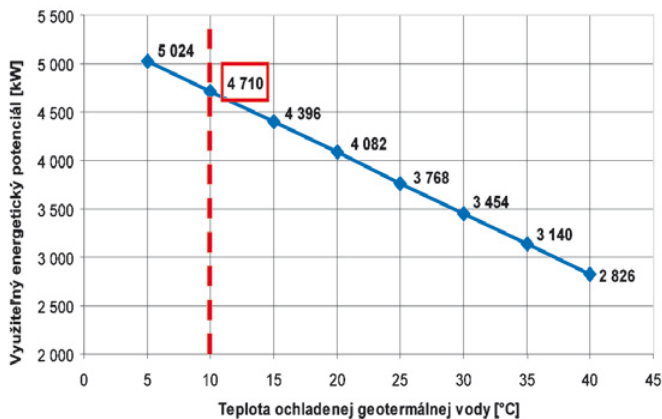
3. OPTIONS FOR THE UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY

The options of the utilization of geothermal energy in the environs of Michalove city are relatively broad in respect to the supposed parameters of geothermal water. The water temperature 85°C is sufficient for the utilization of heating systems, but it is not

Tab. 1: Parametre geotermálnej vody

Vrt	Výdatnosť čerpaním	Teplota na hlave vrtu	Mineralizácia	Referenčná teplota	Teoretický využitelný energetický potenciál
	[l/s]	[°C]	[g/l]	[°C]	[kW]
MEGT-1	15	85	20	10	4 710

Teoretický využitelný energetický potenciál geotermálneho zdroja (t.j. teoretický využitelný tepelný výkon) bol vypočítaný pre ochladenie geotermálnej vody na referenčnú teplotu 10°C. Táto hodnota približne zodpovedá priemernej teplote podzemnej vody (resp. pitnej vodovodnej vody), ktorá je bežne dostupná a jej energetický potenciál je vo všeobecnosti považovaný za nulový. Ochladenie geotermálnej vody na túto hodnotu (t.j. využitie jej energetického potenciálu) je možné jedine pomocou tepelných čerpadiel a v reálnej prevádzke je možné takéto využitie geotermálnej vody dosahovať iba krátkodobo. Z toho vyplýva, že uvedenú hodnotu teoreticky využitelného energetického potenciálu je možné použiť pre účely orientácie, porovnania a vyhodnotenia miery využitia geotermálnej energie, nemožno s ňou však rátať ako s reálnym tepelným výkonom geotermálneho zdroja. Závislosť energetického potenciálu geotermálneho zdroja v závislosti od teploty ochladenej geotermálnej vody je zobrazená v grafe 1.



Graf 1: Závislosť energetického potenciálu geotermálneho zdroja od teploty ochladenej geotermálnej vody

Z uvedeného grafu vidno, že energetický potenciál, t.j. využitelný tepelný výkon je tým vyšší, čím viac je ochladená geotermálna voda. Je možné prostredníctvom tepelných čerpadiel dosiahnuť teplotu ochladenia až 5°C, v tomto prípade sa však znižuje efektívnosť prevádzky samotných tepelných čerpadiel. Využitelné množstvo geotermálneho tepla vypočít-

tané pre ochladenie na 10°C a maximálny objemový prietok geotermálnej vody 15 l/s je pre vykurovacie obdobie (212 dní) 86 279 GJ, pre letné a prechodné obdobie (153 dní) 62 267 GJ a pre celý rok **148 546 GJ**.

3. MOŽNOSTI VYUŽITIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

Možnosti využitia geotermálnej energie v okolí mesta Michalove sú vzhľadom na predpokladané parametre geotermálnej vody pomerne široké. Teplota vody 85°C je dostatočná na využitie vo vykurovacích systémoch, nepostačuje však na výrobu elektrickej energie. Rovnako je možné využitie pre rekreačné účely v aquaparku. Pre takéto využitie však stačí výrazne nižšia teplota, preto je možné pre potreby aquaparku využívať geotermálnu vodu čiastočne tepelne využitú (vystupujúcu z vykurovacieho systému vyžadujúceho vyššiu teplotu). Optimálne je využívanie geotermálnej energie vo viacerých stupňoch (kaskádové zapojenie) a dosiahnutie čo najnižšej teploty tepelne využitej geotermálnej vody (t.j. jej maximálne ochladenie).

Vo všeobecnosti možno povedať, že najefektívnejšie je využívanie geotermálnej energie v komplexných systémoch, t.j. systémoch s mnohorakým využitím dostupnej geotermálnej energie. Ako príklad možno uviesť geotermálny systém v meste Husavík na Islande. Geotermálna energia sa tu využíva na výrobu elektrickej energie, vykurovanie mesta (SCZT), prípravu teplej úžitkovej vody (TÚV), priemyselné účely, rekreačné účely (termálne bazény), chov rýb, poľnohospodárske účely, vykurovanie skleníkov a rozmrazovanie ciest a chodníkov v meste. Teplota geotermálnej vody je tu však vyššia ako v našom prípade, až 128°C, čo umožňuje aj výrobu elektrickej energie. Takéto komplexné využívanie zvyšuje mieru využitia geotermálnej energie, čo má významný priamy vplyv na ekonomickú výhodnosť projektu, nakoľko pri nemenných nákladoch na zdroj tepla (zjednodušene geotermálny vrt) stúpajú príjmy z predaja tepla. V neposlednom rade je vysoká miera využitia geotermálnej energie významná z pohľadu hospodárneho využívania geotermálneho zdroja, úspory fosílnych palív a ekologickému prístupu k životnému prostrediu.

Likvidácia tepelne využitej geotermálnej vody prichádza do úvahy formou vypúšťania do rieky Laborec. Vhodnejšia, avšak výrazne nákladnejšia možnosť je reinjektáž tepelne využitej geotermálnej vody naspäť do zemskej kôry. Na uskutočnenie tejto alternatívy je však potrebný podrobný výskum.

enough for the generation of electric power. Similarly it is possible to utilize it for recreational purposes in the aqua park. However, for such utilization will be sufficient to have a considerably lower temperature and therefore it is possible to use for the needs of aqua park geothermal water partly thermally utilized (coming from the heating system requiring higher temperature). The optimum situation is the utilization of geothermal energy made in several degrees (cascade connection) and the achievement of the lowest possible temperature of thermally utilized geothermal water (i.e. its maximum cooling).

In general we can say that the most efficient utilization of geothermal energy is in complex systems, i.e. systems with varied utilization of available geothermal energy. As an example can be mentioned the geothermal system in Husavík city on Iceland. The geothermal energy is utilized here for the generation of electric energy, heating of the city (SCZT), preparation of hot utility water (TÚV), industrial purposes, recreational purposes (thermal pools), fish breeding, agricultural purposes, heating of greenhouses and defrosting of roads and pavements in the city. However, the temperature of geothermal water is higher here compared to our case, i.e. up to 128°C enabling also a generation of electric power. Such complex utilization increases the rate of the utilization of geothermal energy, that has a significant direct influence on the economic profitability of the project because in case of not changed costs for the resource of thermal energy (simply to say geothermal drill hole) there are increased the incomes from the sale of thermal energy. Last but not least the high rate of the utilization of geothermal energy is significant from the point of economical utilization of geothermal resource, savings of fossil fuels and ecological impact on the environment.

Liquidation of thermally utilized geothermal water can be considered by means of a discharge into Laborec River. However, a more suitable but considerably more costly option is the re-injection of thermally utilized geothermal water back into the earth crust. However, it is necessary to make for the performance of this alternative the necessary detailed research.

4. PROPOSAL FOR THE UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY IN MICHALOVCE

In the proposal for the utilization of geothermal energy in Michalovce were taken into account local conditions and the supposed physical-chemical and quantitative properties of geothermal water. The target of the project is to provide supply of the greatest possible quantity of geothermal energy and thus to replace combustion of natural gas or to enable building of recreational-sport complex with an aqua park. The utilization of geothermal energy in comparison with combustion of traditional fossil fuels requires considerably lower operating costs. The proposal follows economical utilization of geothermal resource and it means provision of the highest possible rate of the utilization of consumed water and its cooling to the lowest possible temperature.

As was given in the previous chapter, utilization of geothermal energy is most advantageous in complex systems with cascade connection. Thus can be achieved the greatest cooling of geothermal water and utilization of the greatest possible quantity of geothermal energy. Therefore also the proposal for the utilization of geothermal energy in Michalovce is considering several types of utilization, i.e. utilization for needs of SCZT and for needs of recreational-sport complex. In respect to the fact that the realization of the Project for the utilization of geothermal energy can be divided into several stages, also the proper proposal is divided and evaluated in two stages. The first stage and at the same time the first degree of the utilization of geothermal energy is for needs of the existing selected SCZT and the second stage and at the same time the second degree is for the needs of recreational-sport complex.

4.1 The proposal for the utilization of geothermal energy for needs of SCZT

For the utilization of energetic potential of geothermal resource were after analyses of all options selected boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 based on their most suitable proper-

4. NÁVRH VYUŽÍVANIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE V MESTE MICHALOVCE

Pri návrhu využívania geotermálnej energie v meste Michalovce boli zohľadnené lokálne podmienky a predpokladané fyzikálno-chemické a kvantitatívne vlastnosti geotermálnej vody. Cieľom projektu je zabezpečiť dodávku čo najväčšieho množstva geotermálneho tepla a nahradiť tak spaľovanie zemného plynu resp. umožniť vybudovanie rekreačno-športového areálu s aquaparkom. Využívanie geotermálnej energie v porovnaní so spaľovaním klasických fosílnych palív vyžaduje výrazne nižšie prevádzkové náklady. Návrh dbá na hospodárne využívanie geotermálneho zdroja, to znamená zabezpečenie čo najvyššej miery využívania odoberanej vody a jej ochladenie na najnižšiu možnú teplotu.

Ako bolo uvedené v predchádzajúcej kapitole, využívanie geotermálnej energie je najvýhodnejšie v komplexných systémoch s kaskádovým zapojením. Takto možno dosiahnuť najväčšie ochladenie geotermálnej vody a teda využiť čo najväčšie množstvo geotermálneho tepla. Preto aj návrh využívania geotermálnej energie v meste Michalovce uvažuje s viacerými typmi využitia, a síce s využitím pre potreby SCZT a pre potreby rekreačno-športového areálu. Vzhľadom na to, že realizácia projektu na využívanie geotermálnej energie môže byť rozdelená do viacerých etáp, aj samotný návrh je rozdelený a vyhodnotený na dve etapy. Prvá etapa a zároveň prvý stupeň využitia geotermálnej energie je pre potreby existujúcich vybraných SCZT a druhá etapa a zároveň stupeň je pre potreby rekreačno-športového areálu.

4.1 Návrh využívania geotermálnej energie pre potreby SCZT

Pre využitie energetického potenciálu geotermálneho zdroja boli po zanalyzovaní všetkých možností vybraté kotolne PK-1, PK-2 a PK-3 a to na základe ich najvhodnejších vlastností. Tieto kotolne ležia spomedzi všetkých najbližšie k miestu lokalizácie geotermálneho vrtu, je v nich koncentrovaný najvyšší tepelný výkon (a následne aj množstvo vyrobeného tepla) na pomerne malej ploche, nachádzajú sa v oblasti s redšou zástavbou a veľkým množstvom zelených plôch umožňujúcich bezproblémové vedenie potrubných rozvodov a ich vzájomná vzdialenosť je relatívne malá. Ďalej sa tieto kotolne nachádzajú blízko k pozemkom vhodných pre vybudovanie rekreačno-športového areálu. Analýza súčasného stavu týchto kotolní resp. SCZT ako aj zhodnotenie výroby tepla je vypracované v ďalšej kapitole. Technické riešenie úprav kotolní je navrhnuté v kapitole 4.1.2.

4.1.1. Analýza súčasného stavu SCZT PK-1, PK-2 a PK-3

Situovanie kotolní PK-1, PK-2 a PK-3 a oblasť zásobovaná teplom z nich je graficky znázornená v prílohe 1. Jedná sa o kotolne s plynovými teplovodnými kotlami, v každej kotolni sú inštalované štyri kotly s rokom výroby 1978 až 1985. Celkový inštalovaný výkonom v uvedených kotolniach je 28,14 MW. V každej kotolni sú dva so štyroch kotlov vybavené termokonkondenzátormi. Sústavy sú štvorrúrkové (prívodné a vratné potrubie vykurovacej vody, prívod a cirkulácia TÚV). Teplotný spád vykurovacej vody je štandardný, 90/70°C. TÚV je pripravovaná centrálné v každej kotolni kombinovaným spôsobom, kde prvý stupeň predstavuje päť výmenníkov tepla typu SVT a druhý stupeň zásobníkový ohrievač s objemom 10 000 l. Potrubné rozvody SCZT sú uložené v neprielezných kanáloch, pričom priemer sa pohybuje od DN 65 po DN 200. Rozvody sú tepelne izolované čadičovou alebo sklenou vlnou obalenou hliníkovou fóliou alebo cementovým plášťom. Časť rozvodov v okruhoch kotolní PK-1 a PK-3 boli vymenené za moderné predizolované potrubie. Celková rozvinutá dĺžka potrubných rozvodov vykurovacej vody je 8 382 m. SCZT PK-1 zásobuje teplom a TÚV 45 radových bytových domov s 816 bytovými jednotkami, základnú školu a materskú školu. PK-2 zásobuje teplom a TÚV 40 radových bytových domov so 700 b.j., základnú školu, cirkevnú školu a obchodné centrum Idea. PK-3 zásobuje teplom a TÚV 41 radových bytových domov s 680 b.j., strednú priemyselnú školu a objekt potravín a SAV.

Klimatické podmienky mesta Michalovce za posledné tri roky sú zhodnotené v tabuľke 2.

Tab. 2: Klimatické podmienky mesta Michalovce v rokoch 2004, 2005 a 2006

Rok	2004	2005	2006	Dlhodobý priemer (STN 38 3350)	Priemer za roky 2004 - 2005
Priemerná vonkajšia teplota vo vykurovacom období [°C]	3,96	3,7	3,6	2,9	3,8
Počet dní vykurovacieho obdobia [deň]	223	194	186	212	201
Počet dennostupňov	3 480	3 166	3 043	3 625	3 230

Grafické vyhodnotenie celkového ročne vyrobeného množstva tepla pre priemerné klimatické pomery a jeho vývoj je zobrazený v grafe 2. Ročná výroba tepla je pre každý rok prepočítaná na priemerný počet dennostupňov za posledné roky

ties. From among all of them the herein boiler houses are situated in the closest distance to the place of the localization of geothermal drill hole, there is concentrated in them the highest thermal output (and thus also the quantity of the generated thermal energy) in a relatively small area, they are in the area with thinner built up housing development and great quantity of green surfaces enabling problem free lines of pipeline distributions and their mutual distance is relatively small. Further, these boiler houses are situated near to lands that are suitable for the building of recreational-sport complex. The analysis of the current state of these boiler houses or SCZT as well as evaluation of thermal energy generation is elaborated in the next chapter. The technological solutions of the modifications of boiler houses are proposed in chapter 4.1.2.

4.1.1. The analysis of the current state of SCZT PK-1, PK-2 and PK-3

The location of boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 and the area of heat supply from there is graphically illustrated in attachment 1. They are boiler houses with gaseous hot line boilers; in each boiler house are installed four boilers with manufacturing years from 1978 to 1985. The total installed output in the given boiler houses is 28,14 MW. There are in every boiler house two out of four boilers equipped with thermo condensers. The systems are made of four-tube types (inlet and reverse pipeline of heating water, supply and circulation of TÚV). The temperature decline of heating water is standard, 90/70°C. TÚV is prepared in the central way in each boiler house in a combined way, where the first degree represents five heat exchangers of thermal energy of type SVT and the second degree of collector heater with volume 10 000 l. Pipeline distributions of SCZT are placed in not climbing through channels, while the diameter deviates from DN 65 to DN 200. The distributions are thermally insulated by basalt or glass wool wrapped in aluminium foil or cement jacket. Part of the distributions in circuits of boiler houses PK-1 and PK-3 were replaced for modern pre-insulated pipelines. The total

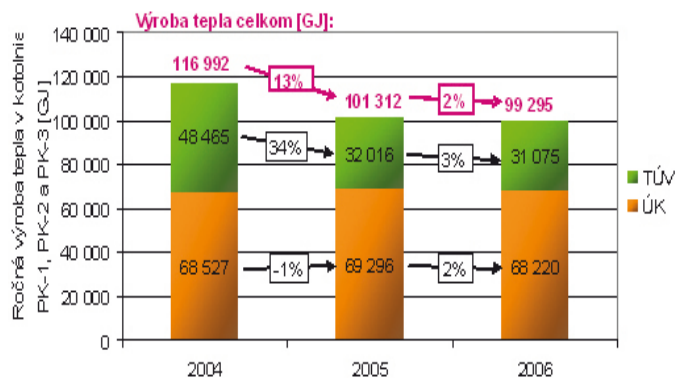
spread length of pipeline distributions of heating water is 8 382 m. SCZT PK-1 supplies with heat and TUV 45 terrace residential houses with 816 residential units, the basic school and kindergarten. PK-2 supplies with heat and TUV 40 terrace residential houses with 700 housing units, the basic school, church school and shopping centre „Idea“. PK-3 supplies with heat and TUV 41 terrace residential houses with 680 housing units, the secondary technical school, a food shop and SAV.

The climatic conditions in Michalovce during the recent three years are assessed in table 2.

The graphic assessment of the total annually generated quantity of thermal energy for mean climatic conditions and its development is shown in graph 2. The annual generation of thermal energy is for each year calculated for the average number of day/degrees for the recent years (3 230) with an aim to eliminate the influence of different climatic conditions in individual years. In the graph is assessed the total generation of thermal energy in all three boiler houses because it is planned to organize their merging into one resource of thermal energy.

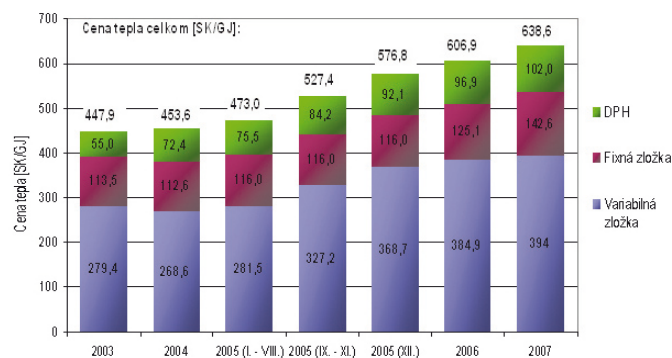
We can see from the given graph that the generation of thermal energy has a declining trend. It was significant mainly the drop between years 2004 and 2005 (in total 13%) that was caused by considerable drop of the generation of thermal energy for the preparation of TUV (up to 34%) as a consequence of the installation of TUV meters in every household. The drop of the generation of thermal energy between years 2005 and 2006 is considerably lower (2%), the generation of thermal energy for heating dropped by 2% and the generation of thermal energy for the preparation of TUV by 3%. It is possible for the next years to consider the drop of the generation of thermal energy approximately at the level of 2 – 3% per year that is caused mainly by the decrease of energy demandingness of the realized objects of rationalization measures (insulation of facades and roofs, replacement of windows, etc.) and an endeavour of customers for energy saving. But in case of unconceptual disconnection of customers this drop can be also more striking but now it

(3 230) za účelom odstránenia vplyvu rozdielných klimatických podmienok v jednotlivých rokoch. V grafe je vyhodnotená celková výroba tepla vo všetkých troch kotolniciach, nakoľko sa uvažuje s ich zlúčením do jedného zdroja tepla.



Graf 2: Vyhodnotenie vývoja celkového vyrobeného množstva tepla v kotolniciach PK-1, PK-2 a PK-3 prepočítané na 3 230 dennostupňov

Z uvedeného grafu vidno, že výroba tepla má klesajúcu tendenciu. Výrazný bol najmä pokles medzi rokmi 2004 a 2005 (celkom 13%), čo bolo spôsobené výrazným poklesom výroby tepla na prípravu TUV (až 34%) v dôsledku inštalácie meračov TUV do každej domácnosti. Pokles výroby tepla medzi rokmi 2005 a 2006 je podstatne nižší (2%), výroba tepla na vykurovanie poklesla o 2% a výroba tepla na prípravu TUV o 3%. Pre ďalšie roky je možné uvažovať s poklesom výroby tepla približne na úrovni 2 – 3% ročne, čo je spôsobené najmä znižovaním energetickej náročnosti objektov realizáciou racionalizačných opatrení (zatepľovanie fasád a striech, výmena okien a pod.) a snahou odberateľov o úsporu energie. V prípade nekonceptného odpájania odberateľov však môže byť tento pokles aj výraznejší, ale ten nie je možné v súčasnosti odhadnúť. Vývoj ceny tepla v rokoch 2004 – 2007 je uvedený v grafe 3.



Graf 3: Vývoj ceny tepla z kotolní PK-1, PK-2 a PK-3 (v roku 2003 bola DPH 14%, od roku 2004 je DPH 19%)

Z uvedeného grafu vidno, že cena tepla je z celoslovenského pohľadu na pomerne priaznivej úrovni, čo je výhodné pre odberateľov. Každoročný nárast ceny tepla je spôsobený najmä rastom ceny zemného plynu, čo sa prejavuje stúpajúcou variabilnou zložkou ceny tepla. V roku 2005 bola cena tepla z tohto dôvodu zmenená dva krát a celoročný nárast ceny tepla zodpovedal až 27%. Nárast ceny tepla v roku 2006 a 2007 predstavuje 5% oproti predchádzajúcim rokom.

4.1.2. Návrh úprav kotolní PK-1, PK-2 a PK-3

Na umožnenie využívania geotermálnej energie v uvedených kotolniach je potrebné vykonať niekoľko úprav. Hlavná zmena bude spočívať v centralizovaní zdroja tepla do priestorov kotolne PK-1. Z kotolní PK-2 a PK-3 budú odstránené kotle (ktoré môžu byť využité v iných kotolniach v meste, prípadne predané) a bude vybudované potrubné prepojenie kotolne PK-1 s bývalými kotolňami PK-2 a PK-3. Toto prepojenie bude dvojúrovňové (prívodné a vratné potrubie vykurovacej vody) a bude v priestoroch kotolní PK-2 a PK-3 tlakovo závisle napojené na existujúce vykurovacie rozvody (rekonštruované). Teplota vykurovacej vody bude ekvitermicky upravovaná pomocou zmiešavacej trojcestnej armatúry a objemový prietok vody bude regulovaný pomocou čerpadla s frekvenčným meničom v závislosti od tlakovej diferencie vykurovacích rozvodov. Ďalej bude v priestoroch bývalých kotolní pripravovaná TÚV, ktorá bude rozvádzaná pôvodnými rozvodmi (rekonštruovanými). Spôsob prípravy TÚV bude kombinovaný s prietokovým výmenníkom tepla a zásobníkom. Kotolne PK-2 a PK-3 budú vlastne prerobené na odovzdávacie stanice tepla (OST). Teplotný spád primárnej vykurovacej vody bude 90/50°C vo vykurovacom období a 70/50°C v letnom období (na prípravu TÚV).

V centralizovanom zdroji tepla v kotolni PK-1 budú rovnako vykonané pomerne rozsiahle úpravy. Pôvodné tri kotle typu 2 x OW 160 a OW 250 s tepelným výkonom 2 x 1,86 MW a 2,9 MW budú nahradené dvoma novými kondenzačnými kotlami s pretlakovými horákmi s tepelným výkonom 2 x 6,5 MW. Pôvodný kotol typu PGV 300 s tepelným výkonom 3,12 MW bude zachovaný (kotol je v porovnaní s ostatnými relatívne nový a je vybavený moderným pretlakovým horákom vyrobeným v roku 2000) a bude repasovaný. Inštalovaný tepelný výkon kotolne PK-1 bude po úpravách $2 \times 6,5 + 3,12 \text{ MW} = 16,12 \text{ MW}$, pričom plynové kotle sú dimenzované na plnú potrebu tepla. Odhadovaná maximálna potreba tepla zlúčenej SCZT je približne 14 MW. Rezerva v inštalovanom tepelnom výkone bude využitá pri náhlych zmenách klimatických podmienok resp. pri denných špičkových odberoch TÚV. Pôvodný inštalovaný výkon kotolní bol 28,14 MW, z čoho je jasne vidieť mieru predimenzovania pôvodného tepelného hospodárstva. Ďalej bude v kotolni

is not possible to make an estimation of its level. The price development of thermal energy in years 2004 – 2007 is illustrated in graph 3.

From the given graph we can see that the price of thermal energy is from all Slovakian aspect at a relatively favourable level that is advantageous for customers. The yearly growth of the price of thermal energy is caused mainly by the growth of the price of natural gas that is manifested by increasing variable component of the thermal energy price. In 2005 the price of heat was from this reason changed two times and the yearlong increase of the price of thermal energy did make even 27%. The increase of the price of thermal energy in year 2006 and 2007 represented 5% compared to the previous years.

4.1.2. Proposal of the modifications of boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3

It is necessary to perform several modifications to enable utilization of geothermal energy in the given boiler houses. The main change will be made in the centralization of the resource of thermal energy into the areas of boiler houses PK-1. From boiler houses PK-2 and PK-3 will be removed the boilers (they can be utilized in other boiler houses in the city or sold) and will be erected a pipeline for the interconnection of boiler houses PK-1 with former boiler houses PK-2 and PK-3. This interconnection will have two pipes (input and reverse pipeline of heating water) and will be in the facilities of boiler houses PK-2 and PK-3 pressure dependent on the connected existing heating distributions (reconstructed). The temperature of heating water will be equithermally modified with the help of mixing three-way armature and the volumetric flow of water will be regulated with the help of pumps with frequency changer in dependence on the pressure difference of heating distributions. Further, there will be in the facilities of former boiler houses prepared a TÚV that will be distributed by the original distributions (reconstructed). The ways for the preparation of TÚV will be combined with flow exchanger of thermal energy and a container. Boiler houses PK-2 and

PK-3 will be in fact reworked to interchange stations of thermal energy (OST). The temperature drop of primary heating water will be 90/50°C in the heating season and 70/50°C in summer period (for the preparation of TUV).

Relatively vast modifications will be similarly performed in the centralized source of thermal energy in boiler house PK-1. The original three boilers of type 2 x OW 160 and OW 250 with thermal output 2 x 1,86 MW and 2,9 MW will be replaced by two new condensation boilers with pressure burners and with thermal output 2 x 6,5 MW. The original boiler of type PGV 300 with thermal output 3,12 MW will be preserved (the boiler is relatively new compared to other ones and it is equipped with modern pressure burner manufactured in 2000) and it will be renovated. The installed thermal output of boiler house PK-1 will be after modifications $2 \times 6,5 + 3,12 \text{ MW} = 16,12 \text{ MW}$, while the gas boilers are dimensioned to full need of thermal energy. The estimated maximum need of thermal energy of merged SCZT is approximately 14 MW. The reserve in the installed thermal output will be utilized at sudden changes of climatic conditions or at daily top consumptions of TUV. The original installed output of boiler houses was 28,14 MW, from that we can clearly see the rate of the over dimensioning of the original thermal management. Further, will be installed in boiler house PK-1 a new system for the preparation of TUV, consisting of a pair of heat exchangers of thermal energy for preheating with the help of geothermal energy, the accumulation of container of preheated TUV and pair of heat exchangers of thermal energy for the heating of TUV with the help of water heating. In boiler house PK-1 will be built up a geothermal heat exchanger and for this purpose will be performed the necessary building modifications.

Besides these modifications we plan to make the replacement of the original hot line of heating distributions SCZT for a new pre-insulated one. Part of distributions of the circuit of boiler houses PK-1 was already replaced and the remaining original pipeline distributions will be replaced gradually, while their dimension will

PK-1 vybudovaný nový systém na prípravu TUV, pozostávajúci z dvojice výmenníkov tepla na predohrev prostredníctvom geotermálnej energie, akumulačného zásobníka predohriatej TUV a dvojice výmenníkov tepla na dohrev TUV prostredníctvom vykurovacej vody. V kotolni PK-1 bude vybudovaná geotermálna výmenníková stanica a za týmto účelom budú vykonané potrebné stavebné úpravy.

Okrem týchto úprav sa uvažuje s výmenou pôvodných teplovodných vykurovacích rozvodov SCZT za nové, predizolované. Časť rozvodov okruhu kotolne PK-1 už bolo vymenených, zvyšné pôvodné potrubné rozvody budú vymenené postupne, pričom ich dimenzia bude prispôbena súčasným podmienkam odberu tepla.

4.1.3. Technické riešenie geotermálneho systému pre potreby SCZT

Geotermálna energia sa bude využívať v centrálnych kotolniciach PK-1, PK-2 a PK-3 pre potrebu vykurovania a prípravu TUV. Konceptia využívania geotermálnej vody vychádza z potrieb a technického riešenia zásobovaných SCZT. Navrhované technické riešenie zohľadňuje chemicko-fyzikálne a kvantitatívne vlastnosti dostupnej geotermálnej vody a technické požiadavky zásobovaných kotolní. Navrhnuté je celoročné využívanie geotermálnej energie, pričom v zimnom období sa jedná o využitie pre potreby vykurovania a prípravy TUV, v letnom období je to iba príprava TUV. Pri návrhu koncepcie využívania geotermálnej energie sa dbalo o čo najefektívnejšie využívanie tejto energie. Maximálnu mieru využitia geotermálnej energie možno dosiahnuť vychladením geotermálnej vody na najnižšiu možnú teplotu a odberom iba práve potrebného množstva geotermálnej vody.

V prvom stupni geotermálna voda odovzdá teplo vykurovacej vode vo výmenníku tepla VT1. V druhom stupni bude ochladená geotermálna voda využitá na predohrev TUV vo výmenníku tepla VT2. Následne bude tepelne využitá geotermálna voda s teplotou v rozmedzí 53 – 29°C odvedená pre potreby jej ďalšieho využitia v rekreačno-športovom areály (aquaparku). Jednotlivé súčasti geotermálneho systému sú podrobne podpísané v ďalších častiach.

Geotermálny ťažobný vrt a zariadenie na ústí vrtu

Geotermálny ťažobný vrt MEGT-1 bude predbežne situovaný juhovýchodne od mesta Michalovce a jeho projektovaná hĺbka je 1 900 m. Hlava vrtu bude vybavená klasickým produkčným a protierupčným krížom tlakovej triedy PN 40. Ústie vrtu bude ďalej vybavené tlakomerom, teplomerom a prietokomerom, ktorý bude kontinuálne merať a zaznamenávať prietok odobranej geotermálnej vody. Predpokladá sa použitie hlbinného

ponorného čerpadla typu LSP (Line Shaft Pump) s motorom umiestneným na hlave vrtu a čerpadlom poháňaným prostredníctvom hriadeľa, ktoré bude dopravovať geotermálnu vodu celým systémom. Hĺbka osadenia čerpadla bude určená po vykonaní chemických rozborov vody a hydrodynamickej skúšky. Odoberaná geotermálna voda bude ďalej prechádzať separátorom s objemom približne 10 m³. Úlohou separátora je zbaviť geotermálnu vodu rozpustených plynov.

Prívodné potrubie geotermálnej vody

Geotermálna voda bude privádzaná do priestorov výmenníkovej stanice umiestnenej v kotolni PK-1 prostredníctvom ocelového predizolovaného potrubia uloženého v zemi. Dimenzia potrubia je DN 150 a dĺžka potrubia je približne 5,4 km.

Geotermálna výmenníková stanica

Geotermálna výmenníková stanica sa bude nachádzať v priestoroch kotolne PK-1, ktorá bude za tým účelom upravená. Výmenníky tepla ktoré budú v styku s geotermálnou vodou (VT1 a VT2) budú doskové rozoberateľné, materiál dosiek bude titán (v prípade priaznivého chemického zloženia geotermálnej vody môžu byť z SMO). Výmenníky VT3 až VT5 budú nerezové doskové spájkované výmenníky tepla slúžiace na prípravu TÚV.

Celkový inštalovaný výkon geotermálnych výmenníkov tepla bude 3 510 kW. Tento tepelný výkon je nižší, ako maximálna potreba tepla zlúčených SCZT. Preto je potrebné využívať plynové kotle ako špičkový zdroj tepla. Vzhľadom na značnú maximálnu potrebu tepla zlúčených SCZT v porovnaní s energetickým potenciálom geotermálneho zdroja je predpoklad, že plynové kotle budú v prevádzke takmer počas celého roka.

Odvodné potrubie tepelne využitej geotermálnej vody

Tepelne využitá geotermálna voda bude odvádzaná predizolovaným ocelovým potrubím zakopaným v zemi na ďalšie využitie do rekreačno-športového areálu. Dĺžka potrubia je približne 2,6 km resp. 2,2 km a dimenzia je DN 150.

Meranie a regulácia

Celý geotermálny systém a systém centralizovaného zásobovania teplom bude vybavený centrálnym riadiacim systémom (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition) riadeným prostredníctvom počítača. Všetky výstupy budú privedené do centrálného dispečingu. Musí byť zabezpečené **kontinuálne meranie a zaznamenávanie prietoku, teploty a tlaku geotermálnej vody** na ústí vrtu. Rovnako musí byť monitorovaná teplota tepelne využitej geotermálnej vody. Geotermálna voda bude čerpaná ponorným hlbinným čerpadlom s motorom umiestneným na hlave vrtu vybaveným frekvenčným meničom. Prietok geotermálnej vody bude riadený podľa okamžitej potreby. Geotermálny systém je navrhnutý s cieľom čo najviac vyu-

be adapted to current conditions of thermal energy consumption.

4.1.3. Technological solution of geothermal system for needs of SCZT

Geothermal energy will be used in central boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 for heating and preparation of TÚV. The conception of the utilization of geothermal water follows from needs and technological solution of supplied SCZT. The proposed technological solution is taking into account the chemical-physical and quantitative properties of available geothermal water and the technological requirements of supplied boiler houses. It is proposed an all year utilization of geothermal energy while in the winter season it will be the case of utilization for heating and preparation of TÚV and in summer period it will be only the preparation of TÚV. In the proposal of the conception of geothermal energy's utilization was taken into account the most efficient utilization of this energy. The maximum rate of the utilization of geothermal energy can be achieved by cooling geothermal water to the lowest possible temperature and by consuming only the just needed quantity of geothermal water.

In the first stage the geothermal water will transfer heat of heating water in the exchanger of thermal energy VT1. In the second stage will be cooled down the geothermal water utilized for pre-heating of TÚV in the exchanger of thermal energy VT2. Subsequently will have the thermally utilized geothermal water a temperature in a range from 53 to 29°C directed to the needs of its further utilization in recreational-sport complexes (aqua park). The individual parts of geothermal system are described in detail in next paragraphs.

The geothermal exploitation drill hole and equipment at the outlet of drill hole

The geothermal exploiting drill hole MEGT-1 will be preliminarily situated southeast from Michalovce city and its designed depth is 1 900 m. The mouth of the drill hole will be equipped with traditional manufacturing and anti-eruption cross of

pressure category PN 40. The mouth of the drill hole will be further equipped with a pressure meter, thermometer and flow meter that will continuously measure and record the flow of consumed geothermal water. It is supposed that will be used a deep submersion pump of type LSP (Line Shaft Pump) with a motor located on the mouth of drill hole and the pump driven with the help of shaft that will convey geothermal water of the whole system. The depth of pump installation will be determined after the performance of chemical analyses of water and hydrodynamic tests. The taken geothermal water will be further passing through a separator of approximate volume of 10 m³. The task of the separator is to remove solved gases from the geothermal water.

The supplying pipelines of geothermal water

Geothermal water will be supplied into the spaces of heat exchanger station placed in boiler house PK-1 with the help of steel pre-insulated pipeline placed in the ground. The dimension of the pipeline is DN 150 and the length of pipeline is approximately 5,4 km.

Geothermal heat exchanger station

Geothermal heat exchanger station will be located in spaces of boiler houses PK-1 that will be modified for this purpose. The exchangers of thermal energy that will be in contact with geothermal water (VT1 and VT2) will be of board, dismantable type, the material of boards will be titanium (in case of favourable chemical composition of the geothermal water it can be made from SMO). The exchangers from VT3 to VT5 will be made of stainless steel, board type, soldered exchangers of thermal energy serving for the preparation of TUV.

The overall installed output of geothermal heat exchangers of thermal energy will be 3 510 kW. This thermal output is lower than the maximum need of thermal energy of merged SCZT. Therefore it is necessary to use gas boilers as a top resource of thermal energy in respect to considerable maximum need of thermal energy of merged SCZT in comparison with energy potential of geothermal resources we can assume that gas boilers will be in operation almost during the whole year.

hladiť geotermálnu vodu a teda dosiahnuť čo najvyššiu mieru jej využitia. Riadiaci systém musí umožňovať napojenie a spoluprácu s riadiacim systémom rekreačno-športového areálu resp. aquaparku.

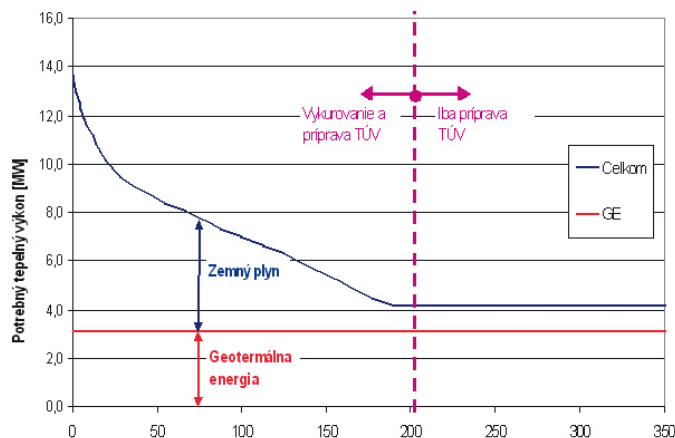
4.1.4. Energetická bilancia navrhovaného geotermálneho systému pre potreby SCZT

Ročne vyrobené množstvo tepla v kotolniach PK-1, PK-2 a PK-3 bolo podrobne analyzované v kapitole 4.1.1. a v roku 2006 sa pohybovalo na úrovni cca 99 tisíc GJ (prepočítané pre 3 230 dennostupňov). Odhadovaný medziročný pokles v spotrebe tepla zodpovedajúci približne 2 až 3% je pomerne nízky a z hľadiska využívania geotermálnej energie v zlúčených SCZT nemá výrazný vplyv. V ďalších úvahách je počítané s ročne vyrobeným množstvom tepla zodpovedajúcemu pomerom roku 2006 znížených o 2 %, teda cca **97 309 GJ**. V tabuľke 3 sú uvedené energetické ukazovatele navrhovaného geotermálneho systému.

Tab. 3: Energetická bilancia geotermálneho systému pre rok s priemernými klimatickými podmienkami

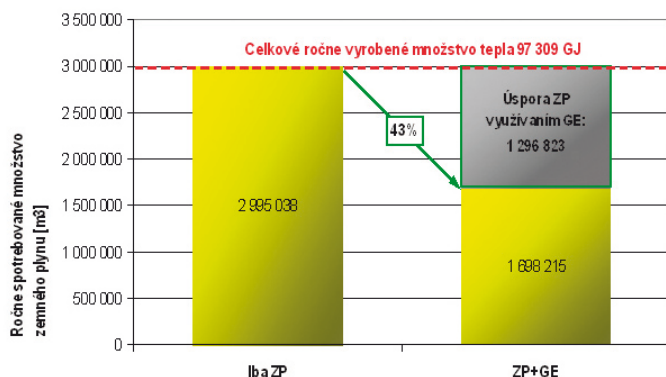
Ročne vyrobené množstvo tepla pre ÚK [GJ]:	66 855
Ročne vyrobené množstvo tepla pre TUV [GJ]:	30 454
Ročne vyrobené množstvo tepla CELKOM [GJ]:	97 309
- Z toho geotermálna energia [GJ]:	42 134
- Z toho geotermálna energia [%]:	43%
- Z toho zemný plyn [GJ]:	55 175
- Z toho zemný plyn [%]:	57%
Ročná miera využitia geotermálnej energie [%]:	28%

Graf 4 zobrazuje krivku ročného trvania potreby tepelného výkonu v centralizovanom zdroji tepla. Z grafu je možné vidieť, že geotermálna voda bude v priebehu celého roka (s výnimkou letného obdobia, kedy sú výkyvy potreby tepla v závislosti od okamžitého odberu TUV príliš vysoké) poskytovať maximálne technicky možný tepelný výkon, pričom zvyšný tepelný výkon bude dodávaný špičkovým zdrojom tepla, teda plynovými kotlami. V prípade poklesu odberu tepla je stále možné znížiť spotrebu zemného plynu bez výraznejšieho vplyvu na výrobu tepla z geotermálnej energie.



Graf 4: Diagram ročného trvania potreby tepla (GE = geotermálna energia). Vo vykurovacom období sa uvažuje s prednostnou prípravou TUV a dočasným útlmom vykurovania.

Využívaním geotermálnej energie dôjde v centralizovanom zdroji tepla k výraznej úspore zemného plynu, ktorá je kvantifikovaná v grafe 5. Je potrebné si uvedomiť, že uvedené hodnoty sú vypočítané pre rok s 3 230 dennostupňami, vyrobené množstvo tepla, spotreba zemného plynu a množstvo využitého geotermálneho tepla sú priamo závislé na klimatických podmienkach v posudzovanom roku!



Graf 5: Grafické znázornenie ročnej úspory zemného plynu využívaním geotermálnej energie. Uvedené hodnoty boli vypočítané pre výhrevnosť zemného plynu $34,2 \text{ MJ/m}^3$ a účinnosť výroby tepla 95%. (ZP = zemný plyn; GE = geotermálna energia)

Z grafu je vidno, že ročne je možné dosiahnuť úsporu zemného plynu na úrovni približne 1,3 mil. m^3 , čo zodpovedá zníženiu produkcie emisií CO_2 vo výške cca 2 557 ton ročne.

Discharging pipeline of thermally utilized geothermal water

The thermally utilized geothermal water will be discharged with the help of pre-insulated steel pipeline dug in the ground for further utilization in the recreational-sport complex. The length of pipeline is approximately 2,6 km or 2,2 km and the dimension is DN 150.

Measurement and regulation

The whole geothermal system and system of centralized heat supply will be equipped with a central control system (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition) controlled with the help of a computer. All outputs will be directed into the central dispatching. It has to be provided with a continuous measurement and recording of the flow, temperature and pressure of geothermal water at the mouth of drill hole. Similarly has to be monitored the temperature of thermally utilized geothermal water. Geothermal water will be pumped by a submersion deep pump with a motor located at the mouth of drill hole equipped with frequency changer. The flow of geothermal water will be controlled according to immediate needs. The geothermal system is designed with an aim to cool down geothermal water as much as possible and to achieve the highest possible rate of its utilization. The control system has to enable connection and cooperation with the control system of recreational-sport complex or aqua park.

4.1.4. Energetic balance of the proposed geothermal system for needs of SCZT

The annually generated quantity of thermal energy in boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 was in detail analysed in chapter 4.1.1. In year 2006 it varied at the level of approx. 99 thousand GJ (calculated for 3 230 day/degrees). The estimated interannual drop of the consumption of thermal energy representing approximately 2 up to 3% is relatively low and from the point of the utilization of geothermal energy in merged SCZT it has no considerable influence. Further considerations count with yearly generated quantity of thermal energy corresponding to relations of

the year 2006 decreased by 2 %, it means approx. 97 309 GJ. In table 3 are given the energy indicators of the proposed geothermal system. Graph 4 shows the curve of the annual duration of the needs of thermal output in centralized source of thermal energy. From the graph you can see that geothermal water will be in the course of the whole year (with the exception of summer period, when the deviations of the needs of thermal energy are in dependence on immediate consumption of TUV too high) to provide the maximum technically possible thermal output, while the remaining thermal output will be supplied by top source of thermal energy, i.e. by gas boilers. In case of consumption drop of thermal energy it is still possible to decrease the consumption of natural gas without any considerable influence on the generation of heat from geothermal energy.

By utilization of geothermal energy will be achieved in the centralized source of thermal energy a considerable saving of natural gas that is quantified in graph 5. We should be aware of the fact that the given values are calculated for a year with 3 230 day/degrees of the generated quantity of thermal energy, the consumption of natural gas and quantity of utilized geothermal energy are directly dependent on climatic conditions in the assessed year!

From the graph we can see that every year can be achieved a saving of natural gas at the level of approximately 1,3 mil. m³ that represents a decrease of CO₂ emission's generation at a level of approx. 2 557 tons per year.

4.1.5. The assessment of economic profitability of geothermal system for needs of SCZT

The first step in the economic valuation of the proposed geothermal system is the determination of investment costs (CAPEX) and annual operating costs (OPEX) that were in detail elaborated in this study. The investment costs of the proposed geothermal system including interconnections and modifications of boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 are determined at level of 308 031 000 SKK. Annual operating costs of geothermal system without depreciations

4.1.5. Vyhodnotenie ekonomickej výhodnosti geotermálneho systému pre potreby SCZT

Prvým krokom pri ekonomickom hodnotení navrhovaného geotermálneho systému je stanovenie investičných nákladov (CAPEX) a ročných prevádzkových nákladov (OPEX), ktoré boli detailne spracované v tejto štúdií. Investičné náklady navrhovaného geotermálneho systému vrátane prepojenia a úprav kotolní PK-1, PK-2 a PK-3 sú stanovené na **308 031 000 SK**. Ročné prevádzkové náklady geotermálneho systému bez odpisov a primeraného zisku sú odhadované na **30 410 000 SK**. Geotermálny systém bol podľa zákona č. 595/2003 Z.z. zaradený ako celok do 4. odpisovej skupiny s dobou odpisovania 20 rokov.

Za predpokladu celoročných klimatických podmienok zodpovedajúcich 3 230 dennostupňom sa v centralizovanom zdroji tepla PK-1 uvažuje s ročnou výrobou tepla na úrovni **97 309 GJ**. S uvažovaním takejto výroby tepla a investičných a prevádzkových nákladov uvedených v prílohe 4 je možné predbežne vyhodnotiť ekonomickú výhodnosť. Vzhľadom na charakter projektu je pravdepodobné získanie dotácie zo štrukturálnych fondov. Výšku dotácie nie je možné presne predpovedať, preto je vyhodnotenie spracované pre tri možnosti miery dotácie. Prvá možnosť je **bez dotácie**, druhá možnosť počíta **s dotáciou 30%** z celkových investičných nákladov projektu a tretia možnosť **s dotáciou 60%** z celkových investičných nákladov projektu.

Vyhodnotenie ekonomickej výhodnosti projektu je vypracované metódou vnútorného výnosového percenta (IRR = Internal Rate of Return). Vo všeobecnosti sa pre veľké energetické projekty požaduje hodnota **IRR 15%** a doba návratnosti investície **7 rokov**. Toto sú však pomerne prísne kritéria, obzvlášť pri projekte na využívanie obnoviteľných zdrojov energie, môžu však byť požadované pri vstupe súkromného investora. V prípade, že investorom bude mesto, resp. spoločnosť vo vlastníctve mesta, je postačujúce požadovať hodnotu **IRR 12,5%** a dobu návratnosti investície **12 rokov**. Vyhodnotenie ekonomickej výhodnosti je spracované pre obe uvedené požiadavky, nakoľko v súčasnosti nie sú zjavné žiadne údaje o potenciálnom investorovi, resp. investoroch. Doba odpisovania investície je 20 rokov. Uvažuje sa, že jedinými prevádzkovými výnosmi sú výnosy z predaja tepla, teda prevádzkový CF je vypočítaný ako tržby za predaj tepla. Súhrnné posúdenie ekonomickej výhodnosti pre všetky popísané možnosti je uvedené v tabuľke 3.

Tab. 3: Súhrnné posúdenie ekonomickej výhodnosti projektu pre jednotlivé možnosti

Miera dotácie	Doba návratnosti 7 rokov a diskontná úroková sadzba 15%		
	Súčasná hodnota [SK]	Potrebná IRR [%]	
Bez dotácie	79 904 314	-16,6	X
S dotáciou 30%	68 660 983	-12,9	X
S dotáciou 60%	68 660 983	-1,2	X

Miera dotácie	Doba návratnosti 12 rokov a diskontná úroková sadzba 12,5%		
	Súčasná hodnota [SK]	Potrebná IRR [%]	
Bez dotácie	122 604 275	-2,8	X
S dotáciou 30%	105 352 635	0,1	X
S dotáciou 60%	105 352 635	9,4	X

Ako vyplýva z tabuľky, súčasná hodnota investície pre diskontnú úrokovú sadzbu 15%, dobu návratnosti 7 rokov a nulovú mieru dotácie nedosahuje výšku investičných nákladov. IRR pre dosiahnutie doby návratnosti je -16,6%, čo rozhodne nevyhovuje požadovanému kritériu a **investícia je bez dotácie nerentabilná**. Na dosiahnutie požadovaných kritérií (IRR 15% a doba návratnosti 7 rokov) je potrebné získať nenávratný finančný príspevok (grant zo štrukturálnych fondov, alebo iných zdrojov) vo výške cca 78% z celkových investičných nákladov.

Súčasná hodnota investície pre diskontnú úrokovú sadzbu 12,5%, dobu návratnosti 12 rokov a nulovú mieru dotáciu tiež nedosahuje výšku investičných. IRR pre dosiahnutie požadovanej doby návratnosti je -2,8%, čo rovnako nevyhovuje požadovaným kritériám a **investícia je bez dotácie nerentabilná**. Na dosiahnutie požadovaných kritérií (IRR 12,5% a doba návratnosti 12 rokov) je potrebné získať nenávratný finančný príspevok vo výške cca 66% z celkovej výšky investície.

Uvedené posúdenie ekonomickej výhodnosti je vypracované na základe uvedených predpokladov a úvah, pri počítaní so zmenenými vstupnými hodnotami budú dosiahnuté iné výsledky! Vypočítané hodnoty slúžia pre prvotnú orientáciu a nemožno ich brať ako definitívne!

Z tabuľky 13 a následných úvah je zrejmé, že ani pri dotácií vo výške 60% projekt nedosiahne požadované kritériá. Nie je prekvapivé, že geotermálny projekt pre potreby SCZT je bez pomerne vysokej dotácie nerentabilný, nakoľko v súčasnosti takmer všetky projekty na využívanie obnoviteľných zdrojov energie kvôli vysokým investičným nárokom vychádzajú ekono-

and reasonable profit are estimated at a level of 30 410 000 SKK. The geothermal system was according to Act no. 595/2003 Z.z. classified as a whole in the 4th depreciation category with depreciation period of 20 years.

Supposing that the whole year climatic conditions will correspond with 3 230 day/degree value, in the centralized source of thermal energy PK-1 is planned to have an annual generation of thermal energy at the level of 97 309 GJ. Planning of this generation of thermal energy and investment and operating costs given in attachment 4 it is possible to assess preliminarily the economic profitability. In respect to the character of the project it is presumable to gain a subsidy from structural funds. The level of subsidy cannot be predicted precisely and therefore the assessment is elaborated for three options depending on the level of subsidy. The first option is without subsidy, the second option plans to have a subsidy of 30% from the total investment costs of the project and the third expects a subsidy of 60% from the total investment costs of the project.

The assessment of economic profitability of the project is elaborated by the method of internal rate of return (revenue percentage) (IRR = Internal Rate of Return). In general is required for great energy projects a value of IRR 15% and payback period of investment 7 years. However, these are relatively stringent criteria, especially for a project focused on the utilization of recoverable energy resources but it can be required in case of an entry of private investor. In case that the investor will be the municipality or a company owned by the municipality, then it is enough to require a value of IRR 12,5% and return period of investment 12 years. The assessment of economic profitability is elaborated for both given requirements, because currently there are not available any information about a potential investor or investors. The period of depreciation of the investment is 20 years. It is under consideration that the only operating revenues are the revenues from the sale of thermal energy; it means operating CF is calculated as earnings for the sale of thermal energy. The aggregate assessment of economic profitability for all described options is given in table 3.

As follows from the table, the current value of investment for discount interest rate 15%, return period 7 years and zero rate of subsidy is not reaching the level of investment costs. IRR for the achievement of payback period is -16,6% that most definitely is not meeting the required criterion and the investment is not profitable without a subsidy. To meet the required criteria (IRR 15% and payback period 7 years) it is necessary to gain a non-repayable financial contribution (grant from structural funds, or other resources) at a level of approx. 78% from the total investment costs.

The current value of investment for discount interest rate 12,5%, payback period 12 years and zero rate of subsidy is not reaching either the level of investment. IRR for the achievement of required payback period is -2,8%, that is also not meeting the required criteria and the investment is not profitable without a subsidy. To achieve the required criteria (IRR 12,5% and payback period 12 years) it is necessary to gain a non-repayable financial contribution at a level of approx. 66% from the total level of investment.

The given assessment of economic profitability is elaborated based on the given prerequisites and considerations, during calculations with changed input values will be achieved different results! The calculated values serve for primary orientation and cannot be considered as definitive ones!

From table 13 and subsequent considerations is obvious that nor in case of subsidies at a level of 60% of the project will be achieved the required criteria. It is not surprising that the geothermal project for needs of SCZT is not profitable without a relatively high subsidy because currently almost all projects for the utilization of recoverable energy resources are economically less advantageous due to high investment demands compared to projects using traditional fossil fuels. A viable solution is to gain a sufficiently great grant that would provide profitability of the project. In respect to the character of the project it is a high probability to gain the necessary grant. The benefits from the realization of geothermal project in Michalovce are unambiguous: decrease of operating costs and thus also the price of thermal energy for the end user (economic aspect), decrease of the production of

micky menej výhodne, ako projekty využívajúce tradičné fosílné palivá. Riešením je získanie dostatočne vysokého grantu, ktorý zabezpečí rentabilitu projektu. Vzhľadom na charakter projektu je vysoká pravdepodobnosť získania potrebného grantu. Prínosy realizovania geotermálneho projektu v meste Michalovce sú jednoznačné: zníženie prevádzkových nákladov a tým aj ceny tepla pre konečného odberateľa (ekonomický aspekt), zníženie produkcie emisií CO₂ a iných (ekologický aspekt) a zníženie závislosti zdroja tepla na importovanom palive. Ekonomickú efektivitu uvedeného geotermálneho riešenia vylepší ďalšie využitie tepelne využitej geotermálnej vody vystupujúcej z výmenníkovej stanice umiestnenej v PK-1, ktoré je navrhnuté v ďalšej časti.

4.2 Návrh využívania geotermálnej energie pre potreby rekreačno-športového areálu (aquaparku)

Druhý stupeň resp. druhá fáza využitia dostupnej geotermálnej energie predstavuje zásobovanie teplom a geotermálnou vodou aquaparku. Ochladená a čiastočne tepelne využitá geotermálna voda vystupujúca z centralizovaného zdroja tepla PK-1 má optimálne vlastnosti pre využitie v objekte s veľkou potrebou nízko-potenciálneho (nizkoteplotného) tepla, akým je aquapark. Pre čo najvyššie využitie energetického potenciálu geotermálneho zdroja budú nasadené tepelné čerpadlá. Súčasťou rekreačno-športového areálu môžu byť okrem aquaparku aj ďalšie pridružené a prevádzkovo nadväzujúce objekty, ako hotel, športoviská, kongresové centrum a podobne. Takýto areál je rovnako možné realizovať vo viacerých etapách, pričom základom bude aquapark a neskôr je možné dobudovať ďalšie objekty. Princiipiálny návrh rekreačno-športového areálu je spracovaný v ďalších kapitolách.

4.2.1. Návrh rekreačno-športového areálu

Pre stanovenie zostatkového energetického potenciálu geotermálnej vody na výstupe z PK-1 so zohľadnením špičkových odberov ako aj ich krátkodobosti je uvažované s priemernou teplotou 40°C. Potom energetický potenciál vypočítaný pre ochladenie na 10°C a maximálny objemový prietok geotermálnej vody 15 l/s je 1,88 MW. Následne teoreticky využiteľné množstvo geotermálneho tepla pre zimné obdobie (212 dní) bude 34 435 GJ, pre letné a prechodné obdobie (153 dní) to bude 24 852 GJ a pre celý rok 59 287 GJ.

Vzhľadom na pomerne nízku vstupnú teplotu je potrebné nasadiť tepelné čerpadlá, ktoré budú transformovať nízko-potenciálne teplo na vyššie teplotné úrovne využiteľné vo vykurovacích systémoch.

Dostupný energetický potenciál geotermálnej vody možno využiť pre prípravu bazénových vôd, podlahové vykurovanie, ohrievanie vetracieho vzduchu v klimatizačných jednotkách a prípravu TÚV. **Uvažuje sa s aquaparkom s kapacitou približne 300 návštevníkov, pridruženou reštauráciou s cca 100 miestami a hotelom so 100 lôžkami.**

Potreba tepla na prípravu bazénových vôd je v zimnom období 352 kW a v letnom období 371 kW. Vyššia potreba tepla v lete je spôsobená prevádzkovaním aj vonkajších bazénov, pričom tepelné straty a teda aj potreby tepla vnútorných bazénov sú v priebehu celého roku rovnaké, pretože teplota vzduchu v bazénovej hale je počas celého roku udržiavaná na konštantnej hodnote. Výrazne sa však mení potreba tepla na vykurovanie a ohrev vetracieho vzduchu, ktorá je pochopiteľne najvyššia v obdobiach s najnižšou vonkajšou teplotou. Sumárna potreba tepla objektu navrhovanej kapacity je odhadnutá v tabuľke 4.

Tab. 4: Potreba tepla navrhnutého rekreačno-športového areálu

Potreba tepla [kW] pre:	Zima	Leto a prechodné obdobie
Vykurovanie	200	-
Ohrev vetracieho vzduchu - vŕduchotechnika	400	100
Príprava TÚV	600	400
Ohrev bazénových vôd	352	371
SPOLU	1552	871

Z uvedenej tabuľky vyplýva, že maximálna potreba tepla navrhnutého rekreačno-športového areálu je 1 552 kW, čo je menej, ako využiteľný energetický potenciál geotermálnej vody na výstupe z PK-1 (1 880 kW). Za podmienky použitia vhodnej technológie je možné konštatovať, že energetický potenciál dostupnej geotermálnej vody plne postačuje na pokrytie potreby tepla aquaparku s reštauráciou a hotelom.

4.2.2. Technické riešenie geotermálneho systému pre potreby rekreačno-športového areálu

Koncepcia využívania geotermálnej vody vychádza z potrieb a vybavenia plánovaného rekreačno-športového areálu. Navrhované riešenie zohľadňuje kvantitatívne a chemicko-fyzikálne vlastnosti geotermálnej vody a technické požiadavky aquaparku a pridružených objektov. Uvažuje sa s celoročným

CO₂ emissions and of other substances (ecological aspect) and decrease of the dependence of thermal energy resource on the imported fuel. The economic efficiency of the given geothermal solution will improve further utilization of thermally utilized geothermal water coming from the heat exchanger station placed in PK-1 that is described in the next part.

4.2 Proposal of the utilization of geothermal energy for needs of recreational-sport complex (aqua park)

The second stage or the second phase of the utilization of available geothermal energy is represented by the supply of heat and geothermal water for the aqua park. The cooled down and partly thermally utilized geothermal water coming from the centralized resource of thermal energy PK-1 has optimum properties for the utilization in an object with great need of low-potential (low heat) thermal energy like in case of aqua park. For the highest possible utilization of energy potential of geothermal resource will be installed thermal pumps. Part of the current recreational-sport complex can be besides the aqua park also some other affiliated and operation related entities like the hotel, sport grounds, congress centre, etc. Such complex can be also realized in several stages while aqua park will constitute the basis and later on will be possible to build up further objects. The principal proposal of recreational-sport complex is elaborated in further chapters.

4.2.1. Proposal of recreational-sport complex

For the determination of residual energy potential of geothermal water at the output from PK-1 with taken into account top consumptions as well as their short term character there is considered with an average temperature 40°C. Then the energy potential calculated for cooling to 10°C and the maximum volumetric flow of geothermal water 15 l/s is 1,88 MW. Subsequently the theoretically utilizable quantity of geothermal heat for winter period (212 days) will be

34 435 GJ, for summer and transitory period (153 days) it will be 24 852 GJ and for the whole year 59 287 GJ.

In respect to relatively low input temperature it is necessary to install thermal pumps that will transform the low-potential heat to higher thermal levels utilizable in heating systems.

The available energy potential of geothermal water can be utilized for preparation of pool water, flooring's heating, heating of ventilation air in air conditioning units and preparation of TUV. It is considered with aqua park with a capacity of approximately 300 visitors, affiliated restaurant with approx. 100 seats and a hotel with 100 beds.

The need of thermal energy for the preparation of pool water in winter season is 352 kW and in summer period 371 kW. The higher need of thermal energy in summer is caused also by the operation of outdoor pools, while thermal losses and thus also the needs of thermal energy of indoor pools are the same in the course of whole year because the air temperature in pool's hall is during the whole year maintained at constant level. However, it will be considerably changed the need of thermal energy for heating and warming of ventilation air that will be naturally the highest in periods with the lowest external temperature. The summarized need of thermal energy of the object of proposed capacity is estimated in table 4.

From the given table follows that the maximum need of thermal energy of proposed recreational-sport premises is 1 552 kW that is less then the recoverable energetic potential of geothermal water at the output from PK-1 (1 880 kW). Under the conditions of the use of suitable technology we can say that the energy potential of available geothermal water is fully sufficient to cover the needs of thermal energy of aqua park including the restaurant and hotel.

4.2.2. Technological solution of geothermal system for the needs of recreation-sport premises

The conception of the utilization of geothermal water follows from the needs and furnishing of planned recreational-sport complex. The designed solution takes into account quantitative and chemical-physical properties

využívaním, v zimnom období bude geotermálna energia využívaná na vykurovanie, ohrev vzduchu vo vetracích jednotkách, prípravu teplej úžitkovej vody a prípravu vody pre bazény. V letnom období to bude príprava teplej úžitkovej vody, príprava vody do bazénov a v malom rozsahu aj ohrev vetracieho vzduchu, nakoľko odvlhčovanie bazénovej haly musí byť zabezpečené počas celého roka. Pri návrhu koncepcie využívania geotermálnej energie sa dbalo o čo najefektívnejšie využívanie tejto energie. Maximálnu mieru využitia geotermálnej energie možno dosiahnuť vychladením geotermálnej vody na najnižšiu možnú teplotu a odberom iba práve potrebného množstva geotermálnej vody.

V prvom stupni výmenníkovej stanice aquaparku je geotermálna voda využívaná prostredníctvom výmenníka tepla na ohrev bazénových vôd s teplotou 36°C, pričom táto bazénová voda môže byť v prípade potreby doohriata prostredníctvom vykurovacej vody. V druhom stupni je geotermálna voda využitá na ohrev bazénových vôd s teplotou 32 a 28°C. V treťom stupni bude predohrievaná TUV, ktorá bude následne akumulovaná v zásobníku. Vo štvrtom stupni bude geotermálna energia využívaná v tepelných čerpadlách, ktorých tepelný výkon bude privedený na rozdeľovač tepla. Z tohto rozdeľovača bude vykurovací voda rozvádzaná do okruhov na vykurovanie, ohrev vetracieho vzduchu, prípravu TUV a doohrev bazénovej vody.

Pre zabezpečenie vysokej miery využívania geotermálnej energie a čo najnižších prevádzkových nákladov na výrobu tepla sú nasadené tepelné čerpadlá, ktoré pretransformujú geotermálne teplo v pásme nízkych teplôt na vyššie teploty a tým umožnia jeho využitie vo vykurovacom systéme. Ináč by teplo v pásme nízkych teplôt nemohlo byť prakticky využité. Jednotlivé súčasti geotermálneho systému sú podrobne popísané v ďalších častiach.

Prívodné potrubie geotermálnej vody

Geotermálna voda bude privádzaná do priestorov výmenníkovej stanice z kotolne PK-1 prostredníctvom oceľového predizolovaného potrubia uloženého v zemi. Dimenzia potrubia je DN 150 a dĺžka potrubia je pre alternatívu 1 približne 2,6 km a pre alternatívu 2 cca 2,2 km.

Geotermálna výmenníková stanica

Geotermálna výmenníková stanica sa bude nachádzať v priestoroch aquaparku. Výmenníky tepla ktoré budú v styku s geotermálnou vodou (VT6 až VT10) budú doskové rozebíratelné, materiál dosiek bude titán (v prípade priaznivého chemického zloženia geotermálnej vody môžu byť z SMO). Výmenníky VT11 a VT12 budú nerezové doskové spájkované výmenníky tepla slúžiace na doohrev bazénovej vody a TUV. Celkový inštalovaný výkon geotermálnych výmenníkov tepla je 1 499 kW. V tejto hodnote však nie je započítaný elektrický

príkion kompresorov, ktorý je v tepelných čerpadlách prevedený na tepelný výkon. Navrhnuté sú tri tepelné čerpadla, ktoré v daných podmienkach budú poskytovať tepelný výkon $3 \times 339 \text{ kW} = 1\,017 \text{ kW}$. Elektrický príkon je $3 \times 73 \text{ kW} = 219 \text{ kW}$ a chladiaci výkon (tepelný výkon dodávaný geotermálnou energiou prostredníctvom výmenníka tepla VT 10) je $3 \times 266 \text{ kW} = 796 \text{ kW}$. Pre uvedené podmienky bude efektívne výkonové číslo tepelných čerpadiel na úrovni 4,6, čo je vysoká hodnota zabezpečujúca vysokú hospodárnosť prevádzky. Výkonové parametre tepelných čerpadiel sa menia v závislosti na meniacich sa prevádzkových podmienkach.

Celkový inštalovaný tepelný výkon geotermálnej výmenníkovej stanice je **1 708 kW**. Táto hodnota je vyššia ako celková potreba tepla rekreačno-športového areálu (1 552 kW). Preto je možné konštatovať, že geotermálna voda uvedených parametrov bude prostredníctvom navrhutej geotermálnej výmenníkovej stanice s využitím tepelných čerpadiel plne pokrývať potrebu tepla rekreačno-športového areálu.

Odvodné potrubie tepelne využitej geotermálnej vody

Tepelne využitá geotermálna voda bude odvádzaná neizolovaným oceľovým potrubím zakopaným v zemi do recipienta (predpokladá sa rieka Laborec). Dĺžka potrubia je pre alternatívu 1 cca 150 m a pre alternatívu 2 približne 1,5 km, dimenzia je DN 200. Alternatívne sa uvažuje s vybudovaním reinjektážneho vrtu.

Meranie a regulácia

Celý geotermálny systém vybavený centrálnym riadiacim systémom (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition) riadeným prostredníctvom počítača. Všetky výstupy budú privedené do centrálneho dispečingu. Nepretržite musí byť monitorovaná teplota tepelne využitej geotermálnej vody. Geotermálny systém je navrhnutý s cieľom čo najviac vychlaďiť geotermálnu vodu a teda dosiahnuť čo najvyššiu mieru jej využitia. Riadiaci systém musí plne spolupracovať s riadiacim systémom PK-1. Optimálne riešenie by bolo, kebyže sú obidva geotermálne systémy prevádzkované jedným subjektom a riadiaci systém je ovládaný z jedného centrálneho dispečingu.

4.2.3. Energetická bilancia navrhovaného geotermálneho systému pre potreby rekreačno-športového areálu

Energetická bilancia rekreačno-športového areálu je podrobne spracovaná v tabuľke 5.

of geothermal water and technological requirements of aqua park and affiliated objects. It is considered the whole use, in winter period will be used the geothermal energy for heating, heating of air in ventilation units, preparation of hot utility water and preparation of water for pools. In summer season it will be the preparation of hot utility water (TÚV), preparation of water for pools and in a small range also heating of ventilation air because humidification of the pool's hall has to be provided during the whole year. The proposal of the conception for the utilization of geothermal energy was focused on the most efficient utilization of this energy. The maximum rate of the utilization of geothermal energy can be achieved by cooling of geothermal water to the lowest possible temperature and by the consumption of only just needed quantity of geothermal water.

In the first stage of heat exchanger station of aqua park the geothermal water is used with the help of an exchanger of thermal energy for heating of pool water with temperature 36°C , while this pool water can be warmed up in case of need with the help of heating water. In the second stage the geothermal water is utilized for heating of pool water with temperature 32 and 28°C . In the third stage will be preheated for TÚV that will be then accumulated in a storage tank. In the fourth stage the geothermal energy will be used in thermal pumps whose thermal output will be directed to the distributor of thermal energy. The heating water will be distributed from this distributor into circuits for heating, heating of ventilation air, preparation of TÚV and additional heating of pool water.

For the provision of high rate utilization of geothermal energy and the lowest possible operating costs for the generation of thermal energy are installed thermal pumps that transform geothermal heat in the zone of low temperatures to higher temperature and thus enable its utilization in the heating system. Otherwise the heat in the zone of low temperature could be not utilized in practice. The individual parts of the geothermal system are described in detail in the next clauses.

Supplying pipeline of geothermal water

Geothermal water will be supplied into the areas of heat exchanger stati-

on from boiler houses PK-1 with the help of steel pre-insulated pipeline placed in the ground. The dimension of pipeline is DN 150 and the length of pipeline is for alternative 1 approximately 2,6 km and for alternative 2 approx. 2,2 km.

Geothermal heat exchanger station

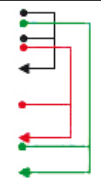
The geothermal heat exchanger station will be located in the areas of aqua park. The exchangers of thermal energy that will be in contact with geothermal water (VT6 to VT10) will be from collapsible boards, the material of boards will be titanium (in case of favourable chemical composition of geothermal water can be made from SMO). The exchangers VT11 and VT12 will be made from stainless boards soldered exchangers of thermal energy serving for the additional heating of pool water and of TUV. The total installed output of geothermal heat exchangers of thermal energy is 1 499 kW. However, in this value is not calculated the electric input of compressors that is in transformed in the thermal pumps to thermal output. There are proposed three thermal pumps that in the given conditions will provide thermal output of $3 \times 339 \text{ kW} = 1\,017 \text{ kW}$. The electric input is $3 \times 73 \text{ kW} = 219 \text{ kW}$ and the cooling output (thermal output of supplied geothermal energy with the help of thermal energy exchanger VT 10) is $3 \times 266 \text{ kW} = 796 \text{ kW}$. For the given conditions will be efficient the output number of thermal pumps at the level of 4,6 that is a high value providing high level economy of operation. The output parameters of thermal pumps change in dependence on the changing operating conditions.

The total installed thermal output of geothermal heat exchanger station is 1 708 kW. This value is higher than the total need of thermal energy of recreational-sport complex (1 552 kW). Therefore we can say that geothermal water of the given parameters will fully cover the need of thermal energy in the recreational-sport complex with the help of designed geothermal heat exchanger station and used thermal pumps.

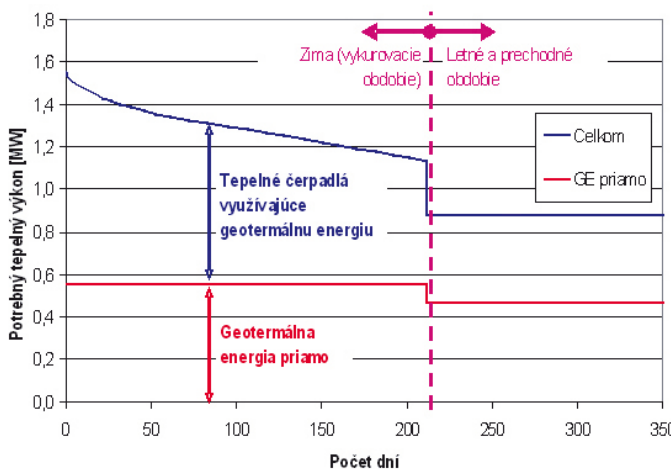
Discharging pipeline of the thermally utilized geothermal water

The thermally utilized geothermal water will be discharged by insulation free steel pipeline dug in the ground

Tab. 5: Podrobná energetická bilancia rekreačno-športového areálu (GE – geotermálna energia; TČ – tepelné čerpadlá)

Obdobie:		Celý rok	
Zdroj energie:		[%]	[GJ]
GE priamo:		46%	7 819
GE pre TČ:		40%	6 822
GE celkom:		87%	14 641
El. en. TČ:		14%	2 274 (632 MWh)
TČ Celkom:		54%	9 096
Celkom:		100%	16 915
Miera využitia GE:		25%	

Z uvedenej tabuľky je zrejmé, že celkové ročne vyrobené množstvo tepla pre potreby navrhnutého rekreačno-športového zariadenia je **16 915 GJ**, na čom sa 87% podieľa geotermálna energia a 14% elektrická energia spotrebovaná v kompresoroch tepelných čerpadiel. Geotermálna energia pritom priamo dodá ročne množstvo tepla vo výške 46% (vo výmenníkoch tepla VT6 až VT9) a tepelné čerpadlá dodajú ročne 54% (geotermálna energia z výmenníka tepla VT10 + elektrický príkon kompresorov tepelných čerpadiel). Pre objasnenie postupu výpočtu sú v druhom stĺpci tabuľky graficky znázornené energetické toky. Diagram ročného trvania potreby tepla rekreačno-športového areálu je zobrazený v grafe 6.



Graf 6: Diagram ročného trvania potreby tepla navrhnutého rekreačno-športového areálu (GE – geotermálna energia)

4.2.4. Vyhodnotenie ekonomickej výhodnosti geotermálneho systému pre potreby SCZT a rekreačno-športového areálu

Vzhľadom na to, že geotermálny systém pre potreby rekreačno-športového areálu nadväzuje na geotermálny systém pre potreby SCZT a nebol by bez neho funkčný, je vyhodnotenie ekonomickej efektívnosti vypracované pre kompletný geotermálny systém. Investičné náklady (CAPEX) boli stanovené iba pre **technologické zariadenie geotermálneho systému, nezohľadňujú náklady na realizáciu samotného objektu aquaparku, hotelu a reštaurácie!** Rovnako ročné prevádzkové náklady (OPEX) boli vypracované iba pre samotný geotermálny systém. Podrobné investičné i prevádzkové náklady boli detailne spracované v tejto štúdií. Investičné náklady celého geotermálneho systému (vypočítané ako náklady geotermálneho systému pre SCZT vrátane rekonštrukcie a úprav kotolní PK-1, PK-2 a PK-3 navýšené o položky pripadajúce na **geotermálny systém** pre aquapark, hotel a reštauráciu) sú stanovené na **359 692 000 SK**. Ročné prevádzkové náklady celého geotermálneho systému (vrátane kotolní PK-1, PK-2 a PK-3) bez odpisov a primeraného zisku sú odhadnuté na **31 986 000 SK**.

Pre účel tejto štúdie sa predpokladá, že rekreačno-športový areál bude z geotermálneho systému odoberať teplo, za ktoré bude platiť. Ďalej sa predpokladá, že celý geotermálny systém bude prevádzkovaný jedným subjektom a teda cena tepla bude pre všetkých odberateľov rovnaká. Geotermálny systém bol podľa zákona č. 595/2003 Z.z. zaradený ako celok do 4. odpisovej skupiny s dobou odpisovania 20 rokov.

Za predpokladu celoročných klimatických podmienok zodpovedajúcich 3 230 dennostupňom sa v geotermálnom systéme (zdroj tepla PK-1 + výmenníková stanica rekreačno-športového areálu) uvažuje s ročnou výrobou tepla na úrovni **114 224 GJ** (97 309 GJ v PK-1 a 16 915 GJ v aquaparku). Rovnako ako v kapitole 4.1.5 je ekonomické posúdenie vypracované pre tri možnosti miery dotácie. Prvá možnosť je **bez dotácie**, druhá možnosť počíta s **dotáciou 30%** z celkových investičných nákladov projektu a tretia možnosť s **dotáciou 60%** z celkových investičných nákladov projektu. Vyhodnotenie ekonomickej výhodnosti projektu je vypracované metódou vnútorného výnosového percenta (IRR = Internal Rate of Return). Požaduje sa dosiahnutie IRR 15% a doby návratnosti investície 7 rokov, respektíve IRR 12,5% a doby návratnosti 12 rokov. Uvažuje sa, že jedinými prevádzkovými výnosmi sú výnosy z predaja tepla, teda prevádzkový CF je vypočítaný ako tržby za predaj tepla. Súhrnné posúdenie ekonomickej výhodnosti pre všetky popísané možnosti je uvedené v tabuľke 6.

into the recipient (supposedly the Laborec river). The length of pipeline is for alternative 1 approx. 150 m and for alternative 2 approximately 1,5 km, the dimension is DN 200. As an alternative we consider also the building of re-injection drill hole.

Measurement and regulation

The whole geothermal system is equipped with a central control system (SCADA – Supervisory Control and Data Acquisition) controlled with the help of a computer. All outputs will be directed into the central dispatching. The temperature of thermally utilized geothermal water has to be monitored continuously. The geothermal system is designed with an aim to cool down the geothermal water as much as possible and thus to achieve the highest possible rate of its utilization. The control system has to cooperate fully with the control system PK-1. The optimum solution would be if both geothermal systems would be operated by one entity and the control system would be controlled from one central dispatching.

4.2.3. The energy balance of the proposed geothermal system for the needs of recreational-sport complex

The energy balance of the recreational-sport complex is elaborated in detail in table 5.

From the given table is obvious that the total annually generated quantity of thermal energy for the needs of the proposed recreational-sport facilities is 16 915 GJ, and from that 87% is represented by geothermal energy and 14% by electric energy consumed in compressors of thermal pumps. The geothermal energy will directly supply annually a quantity of thermal energy at a level of 46% (in the exchangers of thermal energy VT6 up to VT9) and the thermal pumps will supply every year 54% (geothermal energy from exchanger of thermal energy VT10 + electric input of the compressors of thermal pumps). The energy flows are in the second column of table graphically illustrated for better clarification of calculation procedure. The diagram of annual duration of the needs of thermal energy for recreational-sport complex is shown in graph 6.

4.2.4. Assessment of economic profitability of the geothermal system for needs of SCZT and recreational-sport complex

In respect to the fact that the geothermal system for the needs of recreational-sport complex relates to the geothermal system for needs of SCZT and would be not functional without it, the assessment of economic efficiency is elaborated for the complete geothermal system. The investment costs (CAPEX) were determined only for the technological equipment of geothermal system, not taking into account the costs for the realization of proper object of aqua park, hotel and restaurant! Similarly the annual operating costs (OPEX) were elaborated only for the proper geothermal system. The detailed investment and operating costs were elaborated in detail in this study. The investment costs of the whole geothermal system (calculated as costs of geothermal system for SCZT including reconstructions and modifications of boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3 increased by items belonging to geothermal system for aqua park, hotel and restaurant) are determined at a level of 359 692 000 SKK. The annual operating costs of the whole geothermal system (including boiler houses PK-1, PK-2 and PK-3) without depreciations and reasonable profit are estimated at 31 986 000 SKK.

It is assumed for the purposes of this study that the recreational-sport complex will take heat from the geothermal system and will pay for it. Further it is assumed that the whole geothermal system will be operated by one entity and thus the price of heat will be the same for all customers. The geothermal system is classified as a whole according to Act no. 595/2003 Z.z. into the 4th depreciation category with a depreciation period of 20 years.

Under the condition that the whole year the climatic conditions will correspond to 3 230 day/degree in the geothermal system (resource of thermal energy PK-1 + of heat exchanger station of the recreational-sport complex) there is planned an annual generation of thermal energy at a level of 114 224 GJ (97 309 GJ in PK-1 and 16 915 GJ in the aqua park). Similarly to chapter 4.1.5 the economic assessment is elaborated for three options of subsidy's level. The first option is without a subsidy, the

Tab. 6: Súhrnné posúdenie ekonomickej výhodnosti projektu pre jednotlivé možnosti

Miera dotácie	Doba návratnosti 7 rokov a diskontná úroková sadzba 15%		
	Súčasná hodnota [SK]	Potrebná IRR [%]	
Bez dotácie	97 223 124	-15,9	X
S dotáciou 30%	97 223 124	-9,2	X
S dotáciou 60%	97 223 124	3,6	X

Miera dotácie	Doba návratnosti 12 rokov a diskontná úroková sadzba 12,5%		
	Súčasná hodnota [SK]	Potrebná IRR [%]	
Bez dotácie	149 178 061	-2,2	X
S dotáciou 30%	149 178 061	3,1	X
S dotáciou 60%	149 178 061	13,3	X

Ako vyplýva z tabuľky, súčasná hodnota investície pre diskontnú úrokovú sadzbu 15%, dobu návratnosti 7 rokov a nulovú mieru dotácie nedosahuje výšku investičných nákladov. IRR pre dosiahnutie doby návratnosti je -15,9%, čo rozhodne nevyhovuje požadovanému kritériu a **investícia je bez dotácie nerentabilná**. Na dosiahnutie požadovaných kritérií (IRR 15% a doba návratnosti 7 rokov) je potrebné získať nenávratný finančný príspevok (grant zo štrukturálnych fondov, alebo iných zdrojov) vo výške cca 73% z celkových investičných nákladov.

Súčasná hodnota investície pre diskontnú úrokovú sadzbu 12,5%, dobu návratnosti 12 rokov a nulovú mieru dotácie tiež nedosahuje výšku investičných. IRR pre dosiahnutie požadovanej doby návratnosti je -2,2%, čo rovnako nevyhovuje požadovaným kritériám a **investícia je bez dotácie nerentabilná**. Na dosiahnutie požadovaných kritérií (IRR 12,5% a doba návratnosti 12 rokov) je potrebné získať nenávratný finančný príspevok vo výške cca 59% z celkovej výšky investície. Ako vidno z tabuľky 20, v prípade miery dotácie 60% dosahuje investícia požadované kritéria (návratnosť 12 rokov a IRR 12,5%).

Z uvedeného je zrejmé, že rozšírenie geotermálneho systému o výmenníkovú stanicu pre rekreačno-športový areál zlepšilo ekonomické ukazovatele projektu. Pokiaľ bude vlastníkom projektu (resp. žiadateľom o grant) mesto Michalovce, je získanie potrebnej dotácie značne pravdepodobné. V ekonomickej rozvahe ale nie je zohľadnená cena samotného rekreačno-športového objektu (aquapark, hotel, reštaurácia), ktorá sa hrubým odhadom pri danej kapacite môže pohybovať na úrovni 300 – 500 miliónov SK. Prínosom vybudovania navrhovaného rekreačno-športového zariadenia v meste je zvýšenie cestovného ruchu, skvalitnenie a rozšírenie poskytovaných služieb obyvateľom mesta.

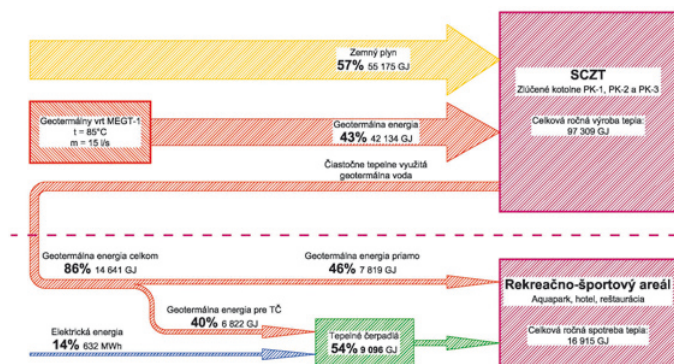
4.3 Záverečné vyhodnotenie navrhnutého geotermálneho systému

4.3.1. Energetické vyhodnotenie

Navrhnutý geotermálny systém bude zásobovať teplom zlúčené SCZT a rekreačno-športový areál. Celková ročná výroba tepla v centralizovanom zdroji tepla PK-1 a výmenníkovej stanici aquaparku je zosumarizovaná v tabuľke 7. Schéma energetických tokov v geotermálnom systéme je zobrazená v grafe 7.

Tab. 7: Sumarizovanie výroby tepla v geotermálnom systéme

Vyrobené teplo pre/z:	SCZT	Rekreačno-športový areál	Spolu
Geotermálna energia [GJ]	42 134	14 641	56 775
Zemný plyn [GJ]	55 175	-	55 175
Elektrická energia [GJ]	-	2 274	2 274
CELKOM [GJ]	97 309	16 915	114 224



Graf 7: Schéma energetických tokov v geotermálnom systéme mesta Michalovce

4.3.2. Ekonomické vyhodnotenie

Súhrn ekonomických ukazovateľov navrhnutého geotermálneho systému rozdelený podľa jednotlivých zariadení je uvedený v tabuľke 8.

second option counts with a subsidy making 30% from the total investment costs of the project and the third option counts with a subsidy of 60% from the total investment costs of the project. The assessment of economic profitability of the project is elaborated by the method of internal revenue percentage (IRR = Internal Rate of Return). It is required to be achieved IRR 15% and a payback period of investment for 7 years or IRR 12,5% and payback period 12 years. It is considered that the only operating revenues are revenues from the sale of thermal energy; it means the operating CF is calculated as earnings for the sale of thermal energy. The aggregate assessment of economic profitability for all described options is given in table 6.

As follows from the table, the current value of investment for discount interest rate 15%, payback period 7 years and zero rate of subsidy does not reach the level of investment costs. IRR for the achievement of payback period is -15,9% that most definitely does not meet the required criterion and the investment is not profitable without a subsidy. To achieve the required criteria (IRR 15% and payback period 7 years) it is necessary to gain a non-repayable financial contribution (grant from structural funds or other resources) at a level of approx. 73% from the total investment costs.

The current value of investment for discount interest rate 12,5%, payback period 12 years and zero rate of subsidy also does not reach the level of investment. IRR for the achievement of required payback period is -2,2%, that neither meets the required criteria and the investment is not profitable without a subsidy. To achieve the required criteria (IRR 12,5% and payback period 12 years), it is necessary to gain a non-repayable financial contribution at a level of approx. 59% from the total level of investment. As we can see from table 20, in case of a subsidy of 60% the investment will reach the required criteria (return 12 years and IRR 12,5%).

From the above is obvious that the expansion of geothermal system of heat exchanger station for recreational-sport complex improved the economic indicators of the project. In case the owner of the project will be (or the applicant for a grant) Michalovce municipality, then the gaining of necessary subsidy is very likely. Howe-

ver, in the economic balance sheet is not taken into account the price of the proper recreational-sport facility (aqua park, hotel, restaurant) that can vary in a rough estimate of given capacity at the level of 300 – 500 million SKK. The building of the proposed recreational-sport facility in the city will be a benefit and tool for the enhancement of tourism, improvement and expansion of provided services to city residents.

4.3 Final assessment of the proposed geothermal system

4.3.1. Energy assessment

The proposed geothermal system will supply with heat the combined SCZT and recreational-sport complex. The total annual generation of thermal energy in a centralized source of thermal energy PK-1 and of heat exchanger station of the aqua park is summarized in table 7. The chart of energy flows in the geothermal system is illustrated in graph 7.

4.3.2. Economic assessment

The aggregate economic indicators of the proposed geothermal system are divided according to individual facilities and are shown in table 8.

From the above follows that though the expansion of geothermal system by the utilization of the needs of recreational-sport facilities will also increase the investment of operating costs of the project but will also increase the annual earnings and will decrease the rate of necessary subsidy. To achieve the required economic parameters and to enable the realization of the geothermal project it is necessary to gain a non-repayable financial contribution from structural funds or from other financial mechanisms.

5. Conclusion

The results of this study did show that the available geothermal energy in Michalovce could be efficiently used for the needs of vast SCZT and in the same way as for the purposes of recreational-sport facilities. Nowadays when the price of fossil

Tab. 8: Súhrn ekonomických ukazovateľov geotermálneho systému

Zariadenie	SCZT	Rekreačno-športový areál	SPOLU
Investičné náklady [SK]	308 031 000	+ 51 661 000	359 692 000
Ročné prevádzkové náklady [SK]	30 410 000	+ 1 576 000	31 986 000
Ročné tržby [SK]	45 735 230 ~ 49 244 693	+ 7 950 050 ~ 4 440 587	53 685 280
Miera potrebnej dotácie pre dosiahnutie návratnosti 7 rokov a IRR 15%	78% cca 240 mil. SK	-	73% cca 263 mil. SK
Miera potrebnej dotácie pre dosiahnutie návratnosti 12 rokov a IRR 12,5%	66% cca 203 mil. SK	-	59% cca 212 mil. SK

Z uvedeného vyplýva, že rozšírenie geotermálneho systému o využitie pre potreby rekreačno-športového zariadenia síce zvýši investičné aj prevádzkové náklady projektu, ale aj zvýši ročné tržby a zníži mieru potrebnej dotácie. Na dosiahnutie požadovaných ekonomických parametrov a na umožnenie realizácie geotermálneho projektu je potrebné získať nenávratný finančný príspevok zo štrukturálnych fondov alebo z iných finančných mechanizmov.

5. ZÁVER

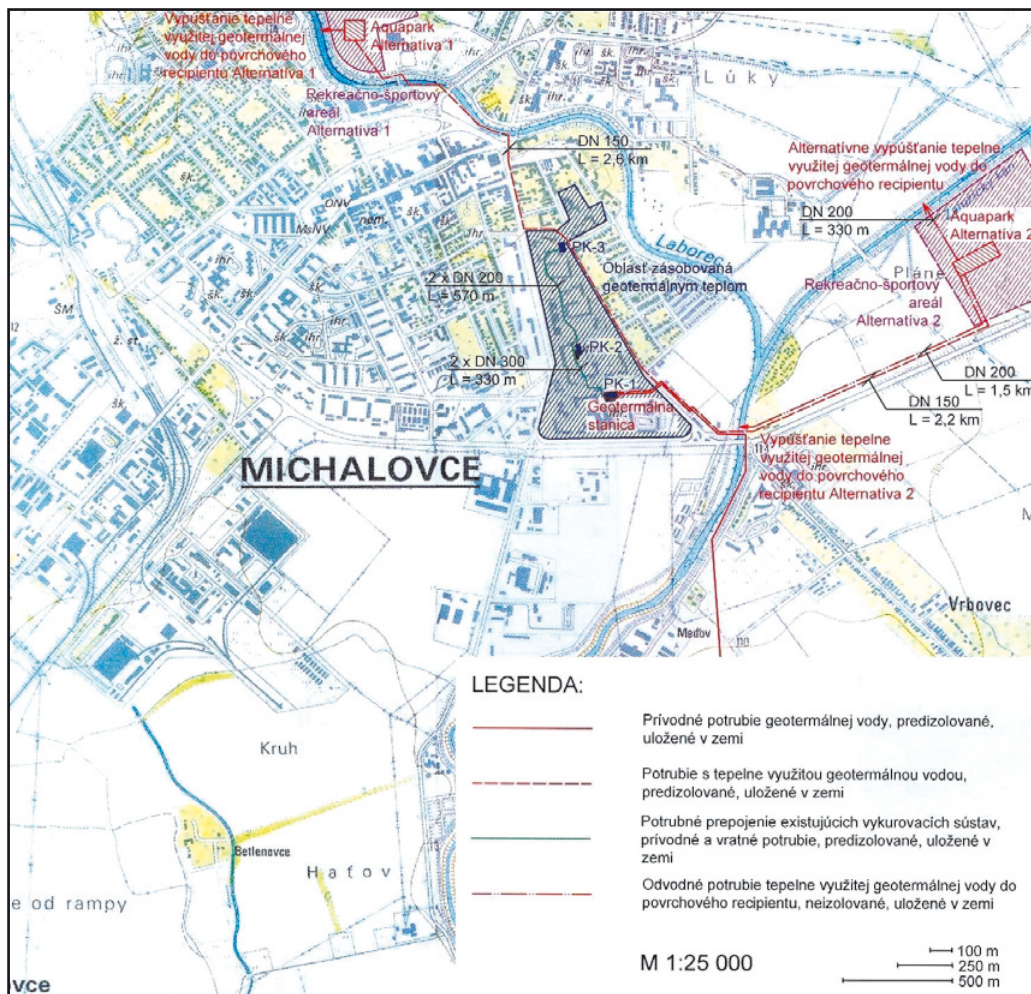
Výsledky tejto štúdie ukázali, že dostupná geotermálna energia sa dá v meste Michalovce efektívne využívať pre potreby rozsiahlej SCZT, rovnako ako pre účely rekreačno-športového zariadenia. V súčasnej dobe, kedy cena fosílnych palív dosahuje rekordné hodnoty, stáva sa využívanie obnoviteľných zdrojov energie stále ekonomicky viac výhodné. Vhodné geologické podmienky s výskytom geotermálnych vôd a existencia rozsiahlych SCZT v meste Michalovce predstavuje optimálne východisko pre realizáciu geotermálneho energetického systému.

Navrhnuté riešenie zohľadňuje očakávané parametre geotermálneho zdroja, skutkový stav sústav centralizovaného zásobovania teplom v meste s možnosťami ich renovácie a zámer vybudovania aquaparku. Investičné náklady navrhnutého komplexného geotermálneho systému (nezahrňajú náklady na samotný aquapark a pridružené zariadenia) sú 360 miliónov SK, pričom na dosiahnutie rentability projektu je potrebné získať nenávratný finančný príspevok vo výške aspoň 212 miliónov korún, čo predstavuje 59% z celkovej hodnoty investície. Prínosy realizácie geotermálneho systému v meste Michalovce sú významné ako pre obyvateľov mesta, tak aj pre široké okolie. V prvom rade ide o zníženie prevádzkových nákladov a ceny tepla pre odberateľov (ekonomický prínos). Ďalej sa výrazne zníži spotreba zemného plynu a následne aj produkcia skleníkových plynov (ekologický prínos). Získanie obnoviteľného zdroja tepla ďalej znižuje závislosť výrobcu tepla na dodávke zemného plynu z verejnej siete. Vybudovanie nového rekreačno-športového areálu s aquaparkom podporí rozvoj cestovného ruchu v meste a sekundárne aj nadväzujúci podnikateľský sektor. Realizácia navrhnutého geotermálneho projektu v meste Michalovce by predstavovala významný príspevok v oblasti využívania obnoviteľných zdrojov energie ako z lokálneho, tak aj celoslovenského hľadiska.

fuels reaches record high values, the utilization of recoverable energy resources energy is becoming economically more advantageous. Suitable geological conditions with the occurrence of geothermal water and the existence of vast SCZT in Michalovce represent an optimum starting point for the realization of geothermal energy system. The proposed solution takes into account the expected parameters of geothermal resource, the actual state of the systems of centralized heat supply in the city with options for their revamping and the plan for the building of aqua park. The investment costs of the proposed complex of geothermal system (do not comprise the costs for the proper aqua park and the affiliated facilities) are 360 million SKK, while for the achievement of the profitability of the project should be gained a non-repayable financial contribution at a level of at least 212 million Slovak crowns that represents 59% from the total level of investment. The benefits from the realization of geothermal system in Michalovce are significant not only for city residents but also for broad environs. First of all it is the matter of a decrease of operating costs and the price of thermal energy for customers (economic benefit). Further, it will be significantly decreased the consumption of natural gas and subsequently also a generation of greenhouse gases (ecological benefit). Gaining of a recoverable resource of thermal energy further decreases dependence of the manufacturer of thermal energy on the supply of natural gas from public network. Building of the new recreational-sport complex with an aqua park will support the development of tourism in the city and secondarily also the related business sector. The realization of the proposed geothermal project in Michalovce would represent a significant contribution in the area of recoverable energy resources utilization from local as well as from all Slovakia point of view.



Príloha 1: Mapa mesta so zakresleným geotermálnym systémom



MOŽNOSTI VYUŽITIA GEOTERMÁLNEJ ENERGIE PRE ROZVOJ KSK

RNDr. Milan Husár

Košický samosprávny kraj – odbor regionálneho rozvoja

Nám. Maratónu mieru 1, 042 66 Košice

Jednou zo základných priorít regionálneho rozvoja Košického samosprávneho kraja (ďalej KSK) je zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie lokálneho dopytu. Medzi obnoviteľné zdroje energie (OZE), ktoré je možné v súčasnosti technologicky využiť na výrobu elektriny, tepla a dopravných palív sa zaraďuje biomasa, vrátane biopalív a bioplynu, slnečná, vodná, veterná a geotermálna energia.

Vhodná lokalizácia využívania obnoviteľných zdrojov energie **sa môže stať kľúčovým prvkom v rozvoji regiónu**, čím môže prispieť k dosiahnutiu lepšej sociálnej a ekonomickej kohézie v krajine. Napr. potenciál, ktorý v sebe ukrýva fytohmota na východnom Slovensku môže vytvoriť 5000 – 6000 pracovných miest pre znevýhodnené pracovné skupiny.

Využívanie regionálnych zdrojov OZE **zvyšuje bezpečnosť a diverzifikáciu dodávok energie**, a teda znižuje závislosť regionálnej ekonomiky na nestabilných cenách ropy a zemného plynu.

Využívanie OZE je založené na vyspelých a environmentálne šetrných technológiách, výrazne prispieva k znižovaniu emisií skleníkových plynov a škodlivín. Zvýšenie podielu OZE predstavuje významný prvok v procese plnenia cieľov Kjótskeho protokolu.

Prínosy v oblasti životného prostredia vzniknú predovšetkým v dôsledku znižovania emisií náhradou fosílnych palív a znížením zaťaženia životného prostredia odpadmi. Úspora v dôsledku účelnej likvidácie odpadov, ktoré by inak bolo potrebné ukladať na skládkach sa týka najmä komunálnych odpadov a časti odpadov z drevospracujúceho priemyslu a tuhých odpadov zo spaľovania uhlia.

Využívanie lokálnych zdrojov OZE **prispieva k viazaniu finančných zdrojov v lokálnej ekonomike**, ktoré by inak boli použité v iných regiónoch, resp. v zahraničí na nákup primárnych energetických surovín. Potenciál OZE má význam najmä pre **rozvoj vidieka a marginálnych regiónov**, stimuluje rozvoj malého a stredného podnikania, vznik nových pracovných príležitostí a rast zamestnanosti.

OZE prispievajú **k posilneniu a diverzifikácii štruktúry priemyslu a poľnohospodárstva**. V prípade aktívnej politiky podpory je možné počiatočnú etapu dovozu zahraničných technológií a know-how skrátiť a otvoriť priestor pre investície do výroby a montáže komponentov, celých systémov až po založenie výskumných kapacít prepojených na univerzity.

OZE **podporujú inováciu a rozvoj informačných technológií**, otvárajú priestor pre nové smerovania a sú jedným z pilierov budovania znalostnej ekonomiky. Racionálny manažment domáciach OZE je v súlade s princípmi trvalo udržateľného rozvoja, čím sa stáva jedným z pilierov zdravého ekonomického vývoja spoločnosti. Zvýšené využívanie OZE má **dopad na zlepšenie zdravotného stavu obyvateľstva**.

HODNOTENIE JEDNOTLIVÝCH DRUHOV OZE V KOŠICKOM KRAJI

Z nižšie uvedenej tabuľky vyplýva, že najväčším technickým potenciálom v Košickom kraji vyniká slnečná energia, ktorej celkový podiel na technickom potenciáli tvorí až 98,4%. Ďalším v poradí je geotermálna energia (1,2 %), biomasa (0,3%), vodná a veterná energia.

Celkový a technický potenciál OZE v Košickom kraji

Druh OZE	Celkový potenciál		Technický potenciál	
	PJ	TWh	PJ	TWh
Vodná energia	2,9	0,8	1,6	0,45
Veľké vodné elektrárne	2,4	0,7	1,4	0,40
Malé vodné elektrárne	0,5	0,1	0,2	0,05
Biomasa	18,7	5,2	18,7	5,20
Lesná biomasa	2,1	0,6	2,1	0,60
Poľnohospodárska biomasa	0,8	0,2	0,8	0,20
Biopalivá	2,1	0,6	2,1	0,60
Bioplyn	1,1	0,3	1,1	0,30
Ostatná biomasa	12,6	3,5	12,6	3,50
Veterná energia	*	*	0,4	0,10
Geotermálna energia	131,0	36,0	66,0	18,00
Slnčná energia	32 000,0	8 900,0	5 600,0	1 650,00
SPOLU	32 152,6	8 942,0	5 686,7	1 673,75

- z aspektu výšky investičných a prevádzkových nákladov je v súčasnosti najatraktívnejšie využívanie **veternej energie**, problematická je však návratnosť investícií. V podmienkach košického regiónu je totiž niekoľko závažných faktorov, ktoré môžu návratnosť investícií negatívne ovplyvniť:
 - nepravidelné prúdenie vetra (častá zmena smeru a rýchlosti)
 - vytypované lokality sa v prevažnej väčšine nachádzajú v chránených územiach
 - pomerne vysoká hustota osídlenia (negatívne hlukové a vizuálne vplyvy veterných elektrární na obyvateľstvo)
 - nízka účinnosť veterných turbín – v našich podmienkach 8 až 10%
- využívanie **slnčnej energie** je v súčasnosti investične veľmi náročné, pričom účinnosť dostupných technologických zariadení je nepomerne nízka – 8 až 20%. Cenovo prijateľnejšia je aplikácia slnečných teplotných kolektorov na výrobu teplej úžitkovej vody a pre vykurovanie, kde situácia s návratnosťou investície je priaznivejšia vďaka vyššej účinnosti – 20 až 35%.
- geotermálna energia** sa v podmienkach Košického kraja javí ako najvhodnejšie riešenie z pohľadu využívania obnoviteľných zdrojov energie. Energetický potenciál v súčasnosti overených a predpokladaných zdrojov geotermálnej energie predstavuje takmer 50% celkovej energetickej spotreby kraja, pričom pri tomto údaji neuvažujeme s využitím suchého hlbinného tepla a tepelných čerpadel. Hlavnou bariérou rozvoja využitia geotermu sú v súčasnosti vysoké investičné náklady. Geotermálne technologické zariadenia sa vyznačujú priaznivými hodnotami účinnosti (až 90%), teplotné pomery a zásoby geotermálnych zdrojov v kraji sú energeticky veľmi výhodné. Podľa údajov štúdie uskutočniteľnosti, spracovanej v roku 2005 pre Združenie obcí Olšavského mikroregiónu, bola návratnosť investícií vyčíslená na 7 – 8 rokov.
- energetické využitie **biomasy** v Košickom kraji predstavuje ďalšie ekonomicky pomerne výhodné riešenie zásobovania regiónu teplom a elektrinou. Z pohľadu množstva a kvality zdrojov sú však podmienky v kraji obmedzené a rôznorodé – využitie dendromasy je výhodné v zalesnených subregiónoch, v oblastiach s intenzívnou drevospracujúcou výrobou; fytomasu a živočíšne odpady je vhodné energeticky aplikovať v oblastiach s intenzívnou poľnohospodárskou produkciou. Dosiaľ nevyužívané rozvojové odvetvie poľnohospodárskeho sektoru v kraji predstavuje pestovanie energetických rýchlorastúcich drevín. Vyčíslený energetický potenciál (12,6 PJ) tvorí 67% z celkového potenciálu biomasy v kraji. Bariéru pre energetické využitie biomasy predstavujú pomerne vysoké investičné náklady (8 000 – 12 000,- Sk/kW),

ohrozenie predstavujú narastajúce dopravné náklady a rastúca cena suroviny, polotovarov, a výrobkov (palivového štiepaného dreva, drevných štiepkov, peliet).

5. v porovnaní s predchádzajúcimi druhmi OZE je technický využiteľný potenciál **vodnej energie** v Košickom kraji pomerne nízky. Tvorí doplnkový energetický zdroj pre dodávky elektriny do verejnej siete a pre zásobovanie plošne a odberovo nevýznamných oblastí (MVE). V podmienkach košického regiónu je výhodné sa sústrediť na výstavbu MVE na miestach s už existujúcou haťou, deriváciou alebo akumuláčnou nádržou.
6. Potenciál **energie prostredia** je prakticky neobmedzený a je saturovaný slnečnou energiou a geotermálnou energiou. Najdôležitejšou charakteristickou veličinou tepelného čerpadla je podiel výkonu a príkonu. Pomer tepla, dodaného tepelným čerpadlom k energii spotrebovanej tepelným čerpadlom je spravidla 2,5 - 4 : 1, t.j. na 1 kWh príkonu dodaného vo forme elektrického prúdu sa získajú 2,5 - 4 kWh vo forme úžitkového tepla. Využívanie a rozvoj technológií tepelných čerpadel vo svete od začiatku 90-tych rokov zaznamenal obrovský nárast, s ročným nárastom inštalovaných kapacít vo výške približne 30%.

Geotermálna energia má z hľadiska využiteľnosti jednoznačne najširší potenciál v rámci obnoviteľných zdrojov energie, a je to predovšetkým:

A. Dodávka elektrickej a tepelnej energie pre:

1. rozvoj poľnohospodárstva (skleníkové hospodárstvo, aquakultúra – chov rýb, morských živočíchov)
2. rozvoj cestovného ruchu (kúpele & wellness, multifunkčné komplexy cestovného ruchu, golf, komplex, ...)
3. rozvoj priemyslu (spracovateľský priemysel pre produkciu skleníkového hospodárstva a aquafarmingu, dodávka energie v rámci priemyselných objektov rôzneho charakteru ...)

B. Dodávka tepla a elektrickej energie do domácností

MOŽNOSTI FINANCOVANIA VYUŽÍVANIA OZE

Verejné zdroje SR

Program / Inštitúcia	Opatrenia	Oprávnení
Program vyššieho využívania biomasy a slnečnej energie	Solár, biomasa	FO
Podpora výkupných cien elektriny, vyrobenej z OZE (ÚRSO)	OZE	SS
Spolufinancovanie energetických projektov pre štrukturálne fondy EÚ		SS, VS
Spolufinancovanie projektov zo zdrojov Košického samosprávneho kraja		VS
Environmentálny fond (MŽP SR)		FO, SS, VS

Program / Inštitúcia	Opatrenia	Oprávnení
Štrukturálne fondy		
Operačný program Konkurencieschopnosť a hosp. rast	1.1 Inovácie a technologické transfery	SS
	1.4 Zvyšovanie energetickej efektívnosti na strane výroby aj spotreby a zavádzanie progresívnych technológií v energetike	SS
Operačný program Životné prostredie	3.1 Ochrana ovzdušia	VS, SS
	3.3 Minimalizácia nepriaznivých vplyvov klimatických zmien vrátane podpory obnoviteľných zdrojov energie	VS, SS
Národný program rozvoja vidieka pre obdobie 2007 – 2013	1.1 Podpora modernizácie, inovácie a efektivity agropotravinárskeho a lesníckeho sektora	SS
	3.1 Vytváranie pracovných príležitostí na vidieku	SS
	3.2 Podpora vzdelávacích aktivít	SS

Program / Inštitúcia	Opatrenia	Oprávnení
Komunitárne programy a iniciatívy EÚ		
Inteligentná energia – Európa II	neinvestičný a netechnologický	SS, VS
Interreg IV C	neinvestičný a netechnologický	VS
Finančný mechanizmus EHP a Nórsky finančný mechanizmus	Ochrana životného prostredia	VS
	Podpora trvalo-udržateľného rozvoja	
	Regionálna politika a cezhraničné aktivity	
Švajčiarsky finančný mechanizmus	Podpora EE a OZE (8,7 M EUR/rok)	SS, VS
JASPERS	Podpora prípravy veľkých infraštr. projektov	PPP
JEREMIE	Nepriama podpora MSP	SS

Program / Inštitúcia	Opatrenia
Národné obchodné banky	Úvery, záruky, rizikový kapitál, technická odborná pomoc, zvýhodnené lísingy, ...
EBRD (Európska banka pre obnovu a rozvoj)	
International Finance Corporation – Program financovania energeticky úsporných projektov	
Schéma obchodovania s emisiami EÚ (Emission Trading)	krajina, ktorá dosiahne nižšie emisie než požaduje Kjótsky protokol, môže tento rozdiel (ušetrené emisie „emisné povolenky“) predať, pričom iná krajina ich môže nakúpiť a tak plniť svoj redukčný cieľ
Dodávateľské úvery (Delivery Contracting)	FES inštaluje energ. zariadenie, zabezpečí potrebné palivo a služby vrátane prevádzky a údržby a fakturuje zákazníčkovi na základe dodaných objemov tepla a elektriny.
Zmluvné energetické výkony (Energy Performance Contracting – EPC)	FES na základe zmluvy o dodávke energetických služieb, financuje a realizuje energeticky úsporné opatrenia. Skutočná spotreba energie sa po samotnej rekonštrukcii zníži na hodnotu, ktorá je garantovaná zmluvou. Počas hlavného zmluvného obdobia platí zákazník rovnaké mesačné splátky tak ako platil pred rekonštrukciou, avšak spotreba energie je v dôsledku rekonštrukcie nižšia. Tento rozdiel vygeneruje potrebné finančné prostriedky na splatenie celej prvotnej investície.
Verejno-súkromné partnerstvá (Public Private Partnership – PPP)	Veľké infraštrukt. Projekty



DESAŤROČNÉ SKÚSENOSTI S VYKUROVANÍM GEOTERMÁLNOU ENERGIOU V GALANTE

Zoltán Horváth Ing., konateľ spoločnosti Galantaterm, s.r.o.

Vodárenská 1608/1 924 01 Galanta

e-mail: zoltan.horvath@galantaterm.sk

tel.: 031/7804716

ÚVOD

V meste Galanta sú dva aktívne geotermálne vrty, ktoré patria medzi vrty rezervoára Podunajskej panvy. Geotermálny vrt FGG-2 bol realizovaný v r. 1983 v rámci výskumného programu GÚDŠ. O rok neskôr /r. 1984/ z poverenia ZsKNV v rámci stavebného experimentu bol navrhnutý geotermálny vrt FGG-3. Tepelná energia geotermálnej vody z vrtov bola určená ako zdroj tepla pre 1236 bytov na sídlisku Galanta - Sever, NsP Galanta a pre ďalšie objekty občianskej vybavenosti. Tento zámer toho času nebol realizovaný z dôvodu nedostatku financií. Po spoločenskej zmene sa vytvorili podmienky vrátiť sa k projektu na podnikateľskom základe. Vytvorila sa spoločnosť s ručením obmedzením Galantaterm, ktorá od roku 1996 s využitím geotermálnej energie zásobuje teplom a TÚV byty spolu s občianskou vybavenosťou sídliska Galanta-Sever a NsP Galanta.



Obr. 1: Situačná mapa

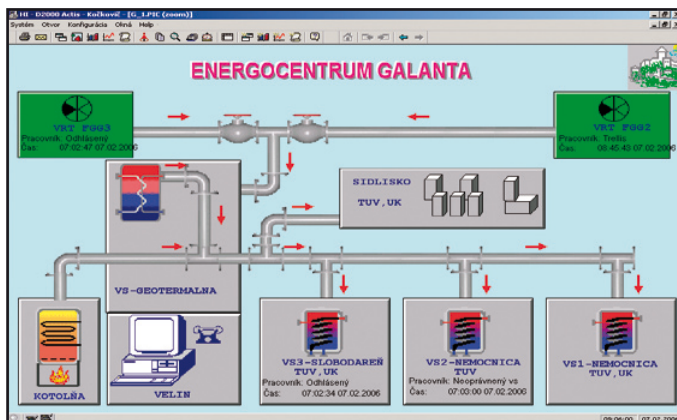
SKLADBA GEOTERMÁLNEHO ENERGETICKÉHO SYSTÉMU

Primárnym zdrojom tepla pre potreby energetického systému je tepelná energia geotermálnych vôd z vrtov FGG-2 a FGG-3. Geotermálna energia pokrýva potrebu tepla odberných objektov až do priemernej dennej vonkajšej teploty 2°C. Pri nižších teplotách je uvádzaný do prevádzky špičkový zdroj tepla na zemný plyn, ktorý potrebné množstvo energie doplní. Špičkový zdroj zároveň slúži ako záložný zdroj tepla pri prípadnej poruche vrtov.

Základné časti energetického systému:

- Primárny zdroj tepla - Vrty FGG-2 a FGG-3
- Geotermálna odovzdávacia stanica tepla
- Špičkový - náhradný zdroj tepla

- Vykurovacia sústava sídliska Galanta - Sever
- Vykurovacia sústava v areáli NsP Galanta



Obr. 2: Základná schéma energetického systému

PRIMÁRNY ZDROJ TEPLA - VRTY FGG-2 A FGG-3

Charakteristické parametre geotermálnych vrtov:

	FGG-2	FGG-3
Rok odvrtania	1982-1983	1984
Konečná hĺbka	2101m	2102m
Otvorený interval	1706-2032m	1731-1999m
Teplota na ústi	78°C	77°C
Výdatnosť voľným prelivom	cca 20l/s	cca 25l/s
Dlhodobá /doporučená/ ťažba	15,8l/s	18,0l/s

Geotermálna voda sa ťaží hlbinným čerpadlom poháňaným elektromotorom, ktorý je vybavený frekvenčným meničom otáčok. Prevádzku riadi počítač a zabezpečuje, aby za každých podmienok z vrtov bolo odobraté len také množstvo geotermálnej vody-energie, koľko vykurovacia sústava práve vyžaduje. Po odplynení sa geotermálna voda dopravuje do geotermálnej výmenníkovej stanice predizolovaným oceľovým potrubím uloženým v bezkanálovom vedení.

GEOTERMÁLNA VÝMENNÍKOVÁ STANICA TEPLA

Geotermálna výmenníková stanica /GVS/ slúži ako základná stanica odovzdania tepelnej energie geotermálnej vody do rozvodov sekundárneho okruhu. Geotermálne vody čerpané z vrtov FGG-2 a FGG-3 sú privedené do zberača v GVS. Následne prechádzajú sústavu doskových výmenníkov, a postupne odovzdávajú tepelnú energiu do jednotlivých vykurovacích sústav sekundárneho okruhu. Účelom je dosiahnutie maximálneho vychladenia geotermálnej vody pri minimálnom odbere z vrtov. Pri využívaní energie geotermálnej vody /EGTV/ v zásade môžeme rozlíšiť dve hlavné časové obdobia - letnú a zimnú prevádzku.

Využívanie EGTV v zimnom – vykurovacom období:

Na strane vykurovania sa aplikuje trojstupňový kaskádový spôsob využívania. Geotermálna voda postupne prechádza výmenníkom tepla HX-1, HX-2 a HX-3 a cez výmenníky odovzdá te-

plnú energiu do jednotlivých vykurovacích sústav. Na strane prípravy TÚV sa využíva dvojstupňový spôsob využívania geotermálnej energie. Geotermálna voda postupne prechádza výmenníkom tepla HX-4 a HX-5.

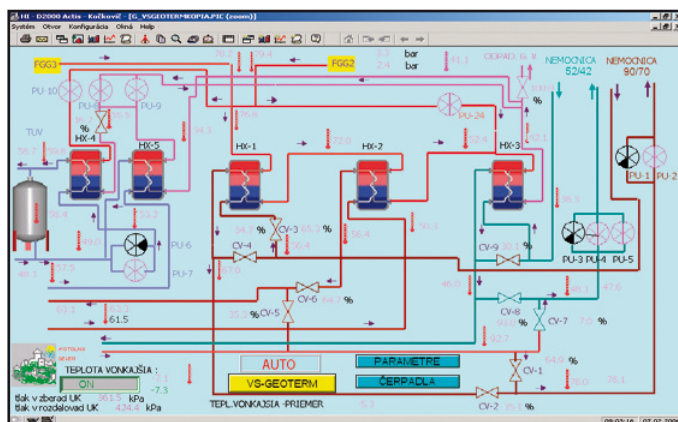
Vykurovacia sústava je rozdelená na nasledujúce okruhy:

- vykurovací okruh 90/70°C – konvekčné (radiátorové) vykurovanie v nemocnici s poliklinikou a slobodárni, využívaný aj na prípravu TÚV vo výmenníkových staniciach VS1, VS2 a VS3. Celkový tepelný výkon je 3060 kW, z toho cez výmenník HX-1 je dodaný výkon 1800 kW geotermálnou energiou. Systém pracuje celý rok a riadi výkon vrtov počas letnej prevádzky,
- vykurovací okruh 72/52°C – vykurovanie bytových domov na sídlisku sever - celkový tepelný výkon 6500 kW, z toho dodaný výkon geotermálnou vodou 4000 kW cez výmenník HX-2. Systém pracuje cez vykurovacie obdobie a v tomto období riadi výkon vrtov,
- vykurovací okruh 52/42°C – sálavé stropné vykurovanie v nemocnici s poliklinikou. Celkový tepelný výkon okruhu je 2740 kW, z toho výkon dodaný geotermálnou vodou 2300 kW cez výmenník HX-3,
- okruh pre prípravu TÚV na 55°C – kombinovaný spôsob prípravy pre sídlisko Sever Galanta - predohrev vo výmenníku HX-4 s výkonom 810kW, dohrev vo výmenníku HX-5 1550 kW a akumulácia v zásobníku s objemom 10000l. Príprava TÚV v energocentre je realizovaná výhradne geotermálnou energiou.

Využívanie EGTV v letnom období:

Využívanie EGTV je zamerané na prípravu TÚV pre sídlisko Sever a NsP Galanta:

- pre sídlisko sa využíva dvojstupňový spôsob využívania geotermálnej energie. V systéme sú osadené dva výmenníky. Výmenník HX-5 zabezpečuje predohrev privádzanej studenej vody. Výmenník HX-4 zabezpečuje dohrev TÚV,
- pre nemocnicu s poliklinikou cez výmenník HX-1 je zabezpečená príprava TÚV. V letnom období je prietok geotermálnej vody riadený podľa konštantnej teploty 60°C vykurovacieho okruhu 90/70°C, ktorým je vo výmenníkových staniciach VS1, VS2 a VS3 pripravovaná TÚV.



Obr. 3: Technologická schéma geotermálnej výmenníkovej stanice

Pri daných teplotných spádoch jednotlivých vykurovacích sústav je zabezpečené vykurovanie z geotermálnej vody až do priemernej dennej vonkajšej teploty 2°C. Pri nedostatočnom výkone GVS do jednotlivých okruhových je primiešavaná vykurovacia voda o teplote 110°C privedená zo špičkovej plynovej kotolne. Množstvo odoberanej GTV ako i celá prevádzka je riadená počítačom, čo garantuje dodržiavanie potrebných parametrov teploty TÚV a dodržanie hodnôt vykuro-

vania dané vykurovacou krivkou (ekvitermická regulácia) pre rôzne teplotné spády.

Energeticky využitá GTV sa pomocou výtlačného potrubia odstraňuje do priesakového drénu VD Kráľova a po nariadení priesakovými vodami je odvádzaná do rieky Váh.

ŠPIČKOVÝ - NÁHRADNÝ ZDROJ TEPLA

V kotolni sú osadené štyri teplovodné kotle na zemný plyn s tepelným výkonom 2 x 2500 kW a 2 x 4000 kW pri teplotnom spáde 110/70°C. Celkový inštalovaný výkon kotolne je 13 000 kW. Kotly na zemný plyn slúžia pri prevádzke s GTV na pokrytie chýbajúceho výkonu pri vonkajších teplotách 0 až +2°C. Nábeh kotlov je postupný, automaticky riadený počítačom. Špičkový zdroj a GVS sú vzájomne prepojené, tak aby za každého prevádzkového stavu (výpad vrtov) bola zabezpečená dodávka tepla pre odberné miesta.

VYKUROVACIA SÚSTAVA SÍDLISKA GALANTA - SEVER

Objekty na sídlisku Sever sú vykurované teplovodnou dvojúrovňovou vykurovacou sústavou so spodným rozvodom a núteným obehom s teplotným spádom vykurovacej sústavy 72/52°C. Maximálna potreba tepla na vykurovanie je 6500 kW a na prípravu TÚV 2360 kW. Vykurovacía voda ako i TÚV je rozvádzaná po sídlisku v nepriehľadných teplovodných kanáloch.

VYKUROVACIA SÚSTAVA V AREÁLI NSP GALANTA

Potreby tepla pre NsP Galanta zabezpečujú nasledovné odberné miesta:

- teplovodná dvojúrovňová vykurovacía sústava so spodným rozvodom a núteným obehom teplotnosnej látky pri teplotnom spáde 90/70°C, potreba tepla predstavuje 1540 kW.
- veľkoplošná stropná sálavá vykurovacía sústava s núteným obehom teplotnosnej látky pri teplotnom spáde 52/42°C, potreba tepla na sálavé vykurovanie je 2740 kW,
- príprava TÚV, potreba tepla je 1520 kW.

EKONOMICKÉ ASPEKTY A SKÚSENOSTI Z VYUŽÍVANIA NETRADIČNÉHO ZDROJA TEPLA

Spoločnosť Galantaterm s r.o. Galanta bola založená v roku 1996.

Väčšinovým vlastníkom spoločnosti je Mesto Galanta. Ďalšími spoločníkmi sú Slovenský plynárenský priemysel a.s. (SPP), Orkuveita Reykjavíkur, Reykjavík, (Island), Slovgoterm a.s. a do 1. 1. 2007 Nordic Environment Finance Corporation (NEFCO) Helsinki. Mesto Galanta od začiatku r. 2007 vlastní podiel spoločnosti NEFCO.

Nepeňažným vkladom Mesta Galanta do spoločnosti boli najmä vrty FGG2 a FGG3, plynová kotolňa vybudovaná pre sídlisko Sever v Galante...

Ostatní spoločníci vstúpili peňažnými vkladmi.

Najväčšia časť nákladov na realizáciu projektu bola hradená z dlhodobého úveru z Nordic Investment Bank Helsinki (NIB). Úver bol prijatý prostredníctvom SPP a.s. a bola poskytnutá na úver vládna garancia.

Úver má spoločnosť zaplatiť za 10 rokov v 20 splátkach.

Hlavným predmetom činnosti spoločnosti Galantaterm s r.o. je výroba a distribúcia tepla a teplej úžitkovej vody (TÚV).

Najväčším odberateľom je nemocnica s poliklinikou Sv. Lukáša (NsP), ktorej naša spoločnosť do konca roku 2005 dodávala okrem tepla aj technologickú paru. Ďalšími odberateľmi sú správcovské spoločnosti Stavebné bytové družstvo a spol. Bysprav s r.o., ktoré odoberajú teplo a TÚV pre viac ako 1300 bytov. Okrem bytov a NsP vykurojeme zariadenia občianskej vybavenosti na sídlisku Sever a v okolí sídliska (domov dôchodcov, školy, materské školy, obchody...).

Podľa doterajších skúseností môžeme konštatovať, že projekt bol po stránke technickej dobre pripravený. Počas desaťročnej prevádzky nenastali žiadne vážnejšie problémy technického charakteru, dodávka tepla a TÚV našim odberateľom bola zabezpečená v plnom rozsahu súlade s platnými predpismi a našimi zmluvnými vzťahmi.

Z hľadiska ekonomických očakávaní je už situácia menej priaznivá. Tieto problémy však nie sú spôsobené nepresnými odhadmi alebo výpočtami počas prípravy projektu.

Najväčší odberateľ našej spoločnosti NsP Sv. Lukáša, ktorej zriaďovateľom do roku 2002 bolo Ministerstvo zdravotníctva SR a v súčasnosti Trnavský samosprávny kraj, pravidelne dlhovala až do roku 2005 našej spoločnosti za odoberané teplo a TÚV obrovské sumy. Možno povedať, že až od roku 2006 platí NsP pravidelne svoje zálohové platby ale staré dlhy zostali nevyrovnané.

Dôsledkom takejto zlej finančnej disciplíny najprv štátu a teraz samosprávneho kraja (čo predsa nie je možné zakomponovať do ekonomických kalkulácií projektu) spol. Galantaterm s r.o. nedokáže plniť v plnom rozsahu svoje záväzky vyplývajúce z dlhodobej úverovej zmluvy, čo môže mať ďalší negatívny dopad vplyvom sankčných postihov zo strany veriteľa na našu spoločnosť.

Čiastočné zníženie pohľadávok spoločnosti bolo vykonané prostredníctvom štátnej a.s. Veriteľ, po vyčerpaní všetkých možných pokusov o získanie finančných prostriedkov za neuhradené pohľadávky voči NsP.

V roku 2004 bola uzatvorená zmluva medzi spol. Galantaterm s r.o. a spol. Veriteľ a.s. o postúpení časti pohľadávok do konca roku 2002 (za obdobie kedy zriaďovateľom NsP bol štát, cez MZ SR). Musím však povedať, že odplata za odstúpené pohľadávky bola iba vo výške hodnoty pohľadávok **bez príslušenstva a ešte zníženej o 3% ...**

Táto finančná nedisciplinovanosť štátu a neskôr aj samosprávneho zariadenia je nepochopiteľná najmä pre našich zahraničných spojníkov a táto skutočnosť ich odrádza od ďalších investícií v našej krajine nielen v tejto energetickej oblasti.

Ďalším vážnym problémom až do konca roku 2004 boli pre našu spoločnosť nepriaznivé princípy tvorby ceny tepla a cenovej regulácie.

Nakoľko sa jedná o špecifickú výrobu a najmä netradičný zdroj tepla, dovtedajšie výnosy Úradu pre reguláciu sieťových odvetví (ÚRSO), ktorými sa ustanovuje rozsah cenovej regulácie..., nám neumožnili vytvoriť takú cenu, ktorá by zabezpečila plnenie všetkých našich záväzkov, ktoré vyplývajú najmä z úverovej zmluvy. V prvom rade to bolo spôsobené limitovaním primeraného zisku do 25 SK/GJ, napriek našej veľmi nízkej výške variabilnej zložky a nákladov v cenovej kalkulácii vôbec.

Maximálna cena tepla schválená Rozhodnutím ÚRSO pre spol. Galantaterm s r.o. na rok 2004 bola 325,20 Sk/GJ (bez DPH) z čoho:

variabilná zložka: 111,40 Sk/GJ

fixná zložka: 213,80 Sk/GJ

Výnos ÚRSO č. 1/2004 z 23.8.2004, ktorým sa ustanovujú podrobnosti o postupe pri regulácii... pre kalendárny rok 2005 v §2, ods.(9) uvádza, okrem iného podmienky, v ktorých prípadoch sa nevzťahujú na ceny ustanovenia výnosu o limitovaní primeraného zisku do výšky max. 25 SK/GJ.

Podmienky ods.(9) tohto Výnosu ÚRSO splnila aj naša spoločnosť a cena určená a schválená na základe tohto výnosu nám vytvára priaznivejšie ekonomické podmienky od 1.1.2005. Maximálna cena tepla schválená Rozhodnutím ÚRSO pre spol. Galantaterm s r.o. na rok 2005 bola 399,7 SK/GJ.

Podobný bol aj princíp tvorby ceny pre roky 2006 a 2007 podľa Výnosov ÚRSO na základe ktorého nám bola schválená maximálna cena tepla napr. na rok 2006 vo výške 419,50 SK/GJ a takmer rovnako aj pre rok 2007. Schvaľovací proces ceny pre rok 2008 v súčasnosti prebieha.

Od 1. 8. 2007 sa využíva čiastočne energeticky využitá geotermálna voda na energetické účely v mestskom Termálcentre Galandia s celoročnou prevádzkou.



ABOUT

Enex is a renewable energy solution provider in the field of geothermal energy. It serves as a gateway to the experience and knowledge gained over the last 70 years in harnessing renewable energy in Iceland. As a turnkey solution provider, Enex offers geothermal combined heat and power plants (CHP), flash steam and binary cycle power plants, as well as geothermal district heating systems. It specializes in the search of opportunities for harnessing power, design, sale of solutions and operation of geothermal power plants by reliance on comprehensive know-how and operational experience.

HIGHLIGHTS

In 1969 several Icelandic geothermal and engineering companies founded Virkir which was dedicated to harnessing geothermal energy in Iceland. In 2001 the company changed its name to Enex. It has expanded since and its affiliates now include:

Enex Kina, China

Involved in harnessing geothermal energy for space heating in a JV called Shaanxi Green Energy with the Chinese company Sinopec. Enex and Geysir Green Energy together hold a 66% share in Enex Kina.

Enex Power Germany GmbH

A wholly-owned subsidiary of Enex, the purpose of the company is to oversee and manage the geothermal projects in Germany.

Enex Deutschland GmbH

Geothermal development company, which holds five geothermal claims in the Munich area, southern Germany.

Iceland America Energy Inc.

Geothermal energy developer harnessing geothermal energy to generate electricity, heat and hot water for domestic consumption, industrial uses and municipal services. Enex holds a 71% share in IAE.

PROJECTS

Geretsried Nord, Germany,

Geothermal combined heat and power plant. A binary power plant will be constructed to generate 15 MW of renewable base load energy while also supplying geothermal heat to the towns of Geretsried and Wolfratshausen.

Xianyang, China

The project is the construction and operation of a geothermal district heating system in the city of Xianyang, China. Project is in 3rd phase today with over 600,000 square meters of geothermal heated housing. The objective is to expand the district heating system to 15,000,000 square meters.

Berlin geothermal field, El Salvador

Turnkey contract for a binary bottoming plant in the Berlin geothermal field. An existing geothermal power plant dispenses brine into the binary power plant which generates 8 MW.

Eastern Slovakia

Geothermal district heating projects for space heating and industrial use in two to three cities in eastern Slovakia.

Zala county, Hungary

Geothermal development project with Hungarian company MOL and Australian based Green Rock Energy.

The project objective is to construct the first geothermal combined heat and power plant in Hungary.



Účastníci medzinárodnej konferencie



RNDr. Milan Husár, Ing. Oto Halás,
RNDr. Otto Halás, PhD., Ing. Monika Bajuzíková
pri oponentúre Štúdie zúžitkovateľnosti počas
II. workshopu



Členovia projektového tímu počas externej
oponentúry štúdie



Vedúci funkcionári mesta na 2. workshope

*Projekt Využitie geotermálnych zdrojov realizovalo
mesto Michalovce v partnerstve s mestom Meszőkövész*



Pre Mestský úrad Michalovce vydala v roku 2008 Excel enterprise, s.r.o.

Foto: Mgr. Ján Frena, Ing. Iveta Palečková, PHOTOVISION

Grafická úprava: Media Group, s.r.o.

ISBN: 978-80-89258-24-6



Projekt je spolufinancovaný z prostriedkov Európskych Spoločenstiev



Program Susedstva
MAĎARSKO
SLOVENSKO
UKRAJINA



ISBN: 978-80-89258-24-6