

**GeoSurvey s.r.o., Polárna 2, 04012 Košice**

## **GEOLOGICKÝ ZÁMER**

**Názov úlohy:** Čížatice - termálne podzemné vody  
**Číslo úlohy:** 2018 02  
**Druh prác:** hydrogeologický prieskum  
**Etapa prieskumu:** podrobný hydrogeologický prieskum

**Objednávateľ:** GeoSurvey s.r.o.

**Štatutárny zástupca**

**Objednávateľ'a :** doc. Ing. Stanislav Jacko, PhD.

**Zhotoviteľ:** Technická univerzita v Košiciach  
Fakulta BERG, Letná 9, 04001 Košice

**Zodpovedný riešiteľ:** doc. Ing. Ladislav Tometz, PhD.

**Riešitelia úlohy:** Ing. Diana Dirnerová, PhD.

**September 2018**

## OBSAH

1.	ÚVOD .....	3
2.	VYMEDZENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	4
2.1.	Cieľ geologickej úlohy .....	5
3.	SPÔSOB RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY A JEHO ZDÔVODNENIE.....	6
3.1.	Východiskové údaje o území a geologických činiteľoch podmieňujúcich riešenie úlohy.....	6
3.1.2.	Geologická charakteristika územia .....	10
3.1.3.	Hydrogeologické pomery územia .....	17
3.1.4.	Geotermálne pomery územia.....	19
3.1.5.	Doterajšia preskúmanosť územia .....	22
3.2.	Vzťah k tvorbe a ochrane životného prostredia .....	25
3.3.	Návrh postupu riešenia a jeho zdôvodnenie.....	25
3.3.1.	Geofyzikálne práce.....	25
3.3.2.	Hydrodynamické skúšky .....	27
3.3.3.	Vzorkovacie a laboratórne práce .....	30
3.3.5.	Účelové režimové merania .....	30
3.3.6.	Výkony geologickej služby .....	31
3.3.7.	Časový harmonogram riešenia geologickej úlohy .....	31
4.	ZABEZPEČENIE RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	32
4.1.	Geofyzikálne práce.....	32
4.2.	Vrtné práce .....	32
4.3.	Hydrodynamické skúšky .....	33
4.4.	Vzorkovacie a laboratórne práce.....	33
4.5.	Zisťovanie a riešenie stretov záujmov.....	33
5.	ROZPOČET GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	34
6.	ODÔVODNENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY .....	34
7.	LITERATÚRA.....	34

## PRÍLOHA

Vymedzenie navrhovaného prieskumného územia na katastrálnej mape.....	1
---	---

# 1. ÚVOD

Projekt geologickej úlohy vypracovala spoločnosť Technická univerzita v Košiciach, ako vykonávateľ geologických prác pre objednávateľa GeoSurvey s.r.o. v súlade s geologickým zámerom predloženým k žiadosti o určenie prieskumného územia.

Druh projektovaných geologických prác, ich rozsah a spôsob riešenia vychádza z požiadavky objednávateľa vyhľadávať potenciálne zdroje geotermálnej vody.

Projektované geologické práce budú vykonávané podľa ustanovení zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov a vyhlášky č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov.

Zodpovedným riešiteľom úlohy je doc. Ing. Ladislav Tometz, PhD. so spoluriešiteľmi jednotlivých častí geologickej úlohy: Ing. Diana Dirnerová, PhD.

Predkladaný projekt geologickej úlohy je vypracovaný na základe uzatvorenej zmluvy medzi **GeoSurvey s.r.o.**, ako objednávateľom geologických prác a **Technickou univerzitou v Košiciach**, ako vykonávateľom geologických prác.

Predkladaný projekt je zároveň súčasťou žiadosti o určenie prieskumného územia pre vyhľadávací hydrogeologický prieskum na zisťovanie výskytu termálnej vody v Košickom kraji, v okrese Košice - okolie s vyústením do možnosti výstavby zariadenia slúžiaceho pre zhodnotenie termálnej vody.

Druh projektovaných geologických prác, ich rozsah a spôsob riešenia geologickej úlohy vychádza z požiadavky objednávateľa vyhľadávať potenciálne zdroje geotermálnej energie.

Projektované geologické práce budú vykonávané podľa ustanovení zákona č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) a vyhlášky č. 51/2008 Z. z. ktorou sa vykonáva geologický zákon.

## 2. VYMEDZENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY

**Názov úlohy:** Čižatice– hydrogeologický prieskum pre získanie termálnej vody

**Objednávateľ:** GeoSurvey, s.r.o.

**Zastúpený:** **doc. Ing. Stanislav Jacko, PhD.**

**Adresa zhotoviteľa:** Polárna 2/1450, 040 12 Košice

**Telefón:** 0905 985 267

**IČO:** 45 986 42

**Zhotoviteľ:** Technická univerzita v Košiciach

**Zastúpený:** **prof. Ing. Michal Cehlár, PhD.,** dekan fakulty

**Adresa:** Letná 9, 040 01 Košice

**Tel/Fax** +421 55 602 2009

**IČO:** 00 397 610

**Doba riešenia:** 2018-2022

### Názov a kód okresu a katastrálneho územia:

Čižatice

názov kraja : Košický kraj

kód : 8

názov okresu : Košice okolie

kód : 806

Obec: Trst'any	id.č.: 522091	Katas.úz.: Trst'any	id.č. : 865460
Obec: Čakanovce	id.č.: 521281	Katas.úz.: Čakanovce pri Bidovciach	
id.č. : 808636			
Obec: Rozhanovce	id.č.: 521931	Katas.úz.: Rozhanovce	id.č. : 852899
Obec: Čižatice	id.č.: 521311	Katas.úz.: Čižatice	id.č. : 809934
Obec: Chrastné	id.č.: 521477	Katas.úz.: Chrastné	id.č. : 820954
Obec: Vajkovce	id.č.: 522121	Katas.úz.: Vajkovce	id.č. : 866717
Obec: Ploské	id.č.: 521884	Katas.úz.: Ploské nad Torysou	
id.č. : 847046			
Obec: Kecerovce	id.č.: 521523	Katas.úz.: Kecerovské Pekľany	
id.č. : 803732			
Obec: Kecerovce	id.č.: 521523	Katas.úz.: Kecerovské Kostol'any	
id.č. : 823708			
Obec: Boliarov	id.č.: 521213	Katas.úz.: Boliarov	id.č. : 803626
Obec: Mudrovce	id.č.: 521701	Katas.úz.: Mudrovce	id.č. : 838730
Obec: Rankovce	id.č.: 521914	Katas.úz.: Rankovce	id.č. : 851639
Obec: Herľany	id.č.: 521418	Katas.úz.: Žirovce	id.č. : 816078
Obec: Bačkovík	id.č.: 521141	Katas.úz.: Bačkovík	id.č. : 800413
Obec: Kráľovce	id.č.: 521612	Katas.úz.: Kráľovce nad Torysou	
id.č. : 828238			
Obec: Koš. Oľšany	id.č.: 521591	Katas.úz.: Vyšný Oľčvár	id.č. : 827649

## 2.1. Cieľ geologickej úlohy

Cieľom predkladaného projektu geologickej úlohy je realizácia súboru geologických prác na získanie údajov využiteľného množstva termálnej vody s požadovanou teplotou v oblasti lokality Čižatice s výpočtom množstiev v kategórii B (Príloha č. 7, Vyhlášky 51/2008 Z. z.)

V rámci riešenia geologickej úlohy budú realizované tieto projektované práce:

- geofyzikálne práce,
- vrtné práce,
- hydrodynamické skúšky,
- vzorkovacie a laboratórne práce,
- účelové režimové merania,
- výkony geologickej služby.

Výsledkom geologickej úlohy bude vybudovaný zdroj termálnej vody v zmysle projektu a záverečná správa podľa požiadaviek zákona č. 569/2007 313/1999 Z.z. a vyhlášky č. 51/2008141.z. v znení neskorších predpisov.

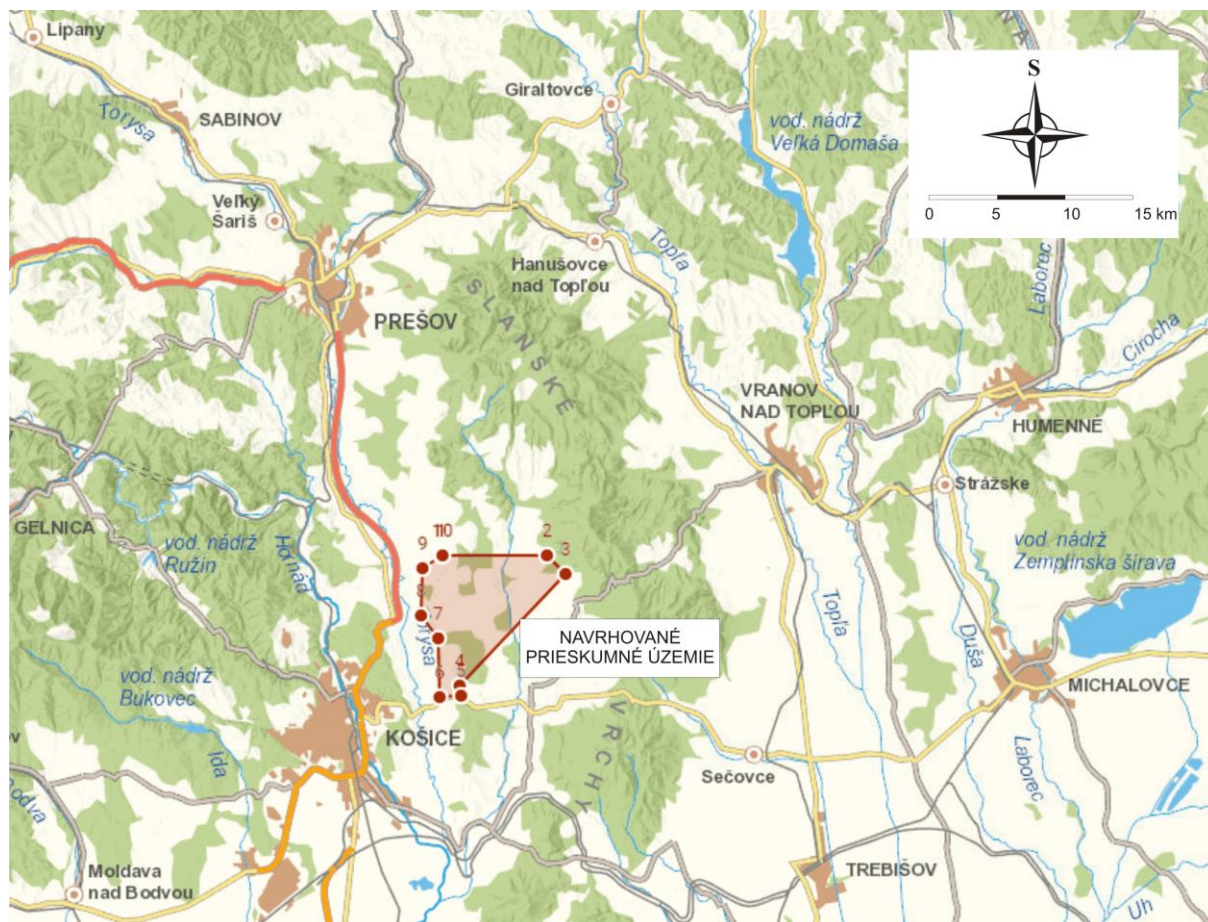
### 3. SPÔSOB RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY A JEHO ZDÔVODNENIE

#### 3.1. Východiskové údaje o území a geologických činiteľoch podmieňujúcich riešenie úlohy

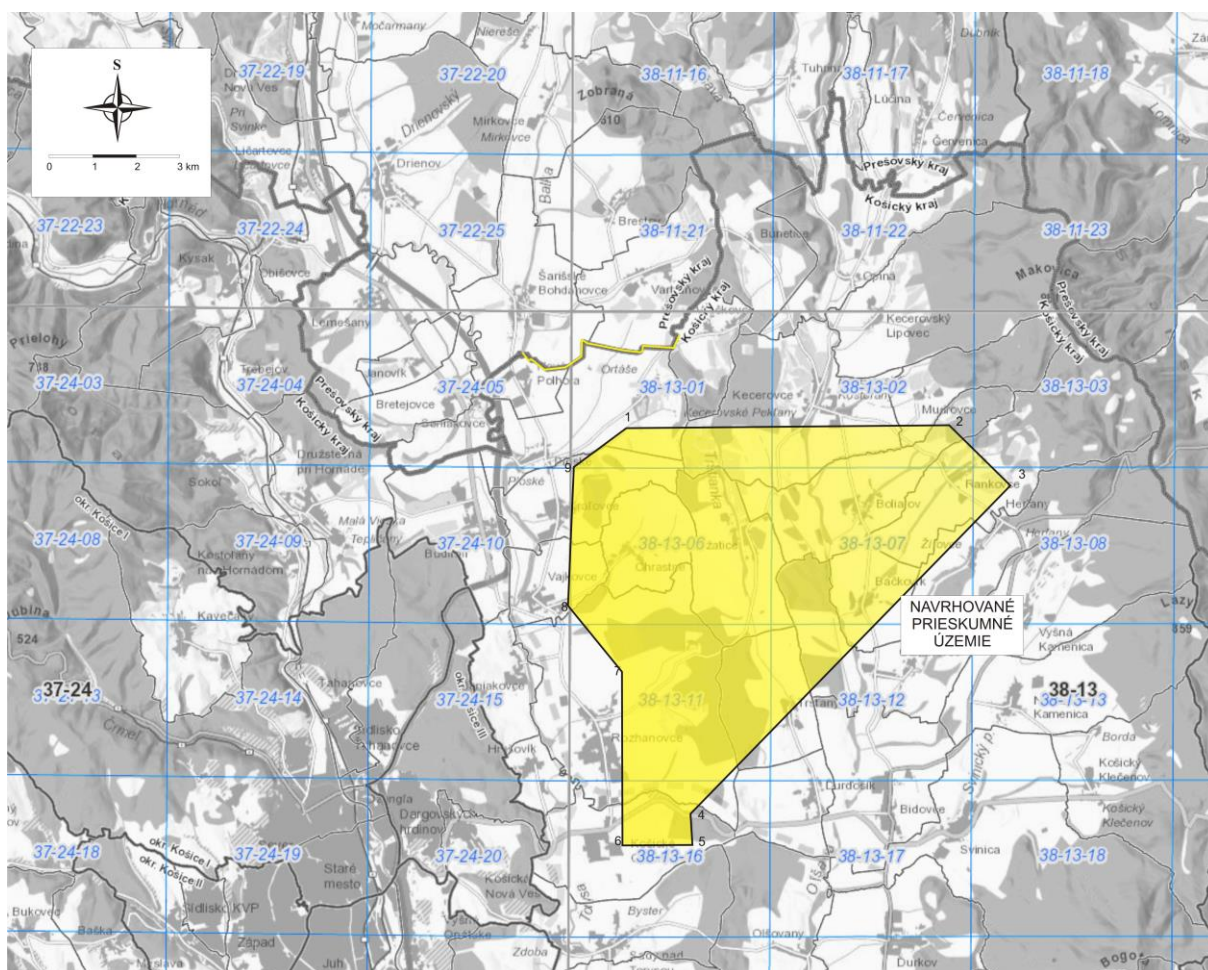
##### 3.1.1. Geografické, geomorfologické a geologické vymedzenie územia

Prieskumné územie sa rozprestiera na východnom Slovensku, v Košickom kraji (kód 8), v okrese Košice okolie (kód 806). Nachádza v 19 katastrálnych územiach Trst'any, Čakanovce pri Bidovciach, Rozhanovce, Čizatice, Chrastné, Vajkovce, Ploské nad Torysou, Kecerovské Pekľany, Kecerovské Kostol'any, Boliarov, Mudrovce, Rankovce, Žirovce, Bačkovík, Kráľovce nad Torysou, Vyšný Olčvár (Obr. 1 a Príloha č. 1).

Klad mapových listov základnej mapy v mierke 1:50 000 a 10 000 do ktorých spadá navrhované prieskumné územie je znázornený na Obr. 2.



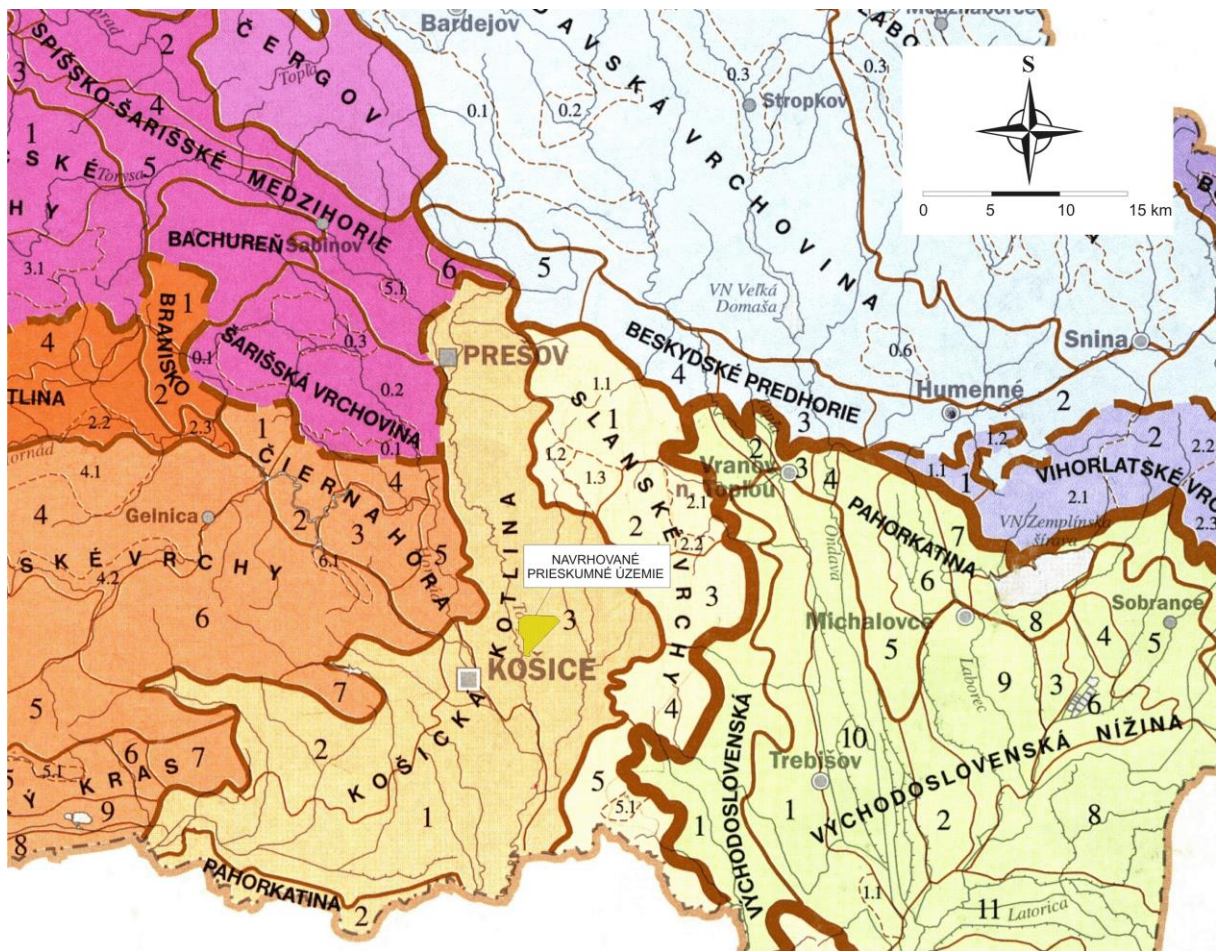
Obr. 1: Situovanie navrhovaného prieskumného územia na základnej mape



Obr. 2: Mapa kladu mapových lisov v mierke 1:50 000 a 1:10 000

Územie navrhovaného prieskumného územia je súčasťou Košickej kotliny (obr. 3), ktorú zo severu ohraničuje Spišsko-šarišské medzihorie a Beskydské predhorie. Na východe je ohraničená Slanskými vrchmi, na juhu hraničí so štátnou hranicou s Maďarskom. Juhozápadný okraj ohraničuje Slovenský kras, západný okraj tvorí hranica s Volovskými vrchmi, Šarišskou vrchovinou a Čiernou horou. Košická kotlina sa delí na podcelky, z ktorých skúmané územie sa nachádza na Toryskej pahorkatíne.

Toryskú pahorkatínu tvoria sedimenty neogénnej molasy, miestami s výrazným pokryvom kvartérnych sedimentov, najmä periglaciálnych kužeľov so zdrojovou oblasťou v Slanských vrchoch. Pre kotlinovú Toryskú pahorkatínu je charakteristický mierne modelovaný zvlnený reliéf s prechodmi do nívnych rovín v dolinách riek Torysa, Olšava a Trstianka.

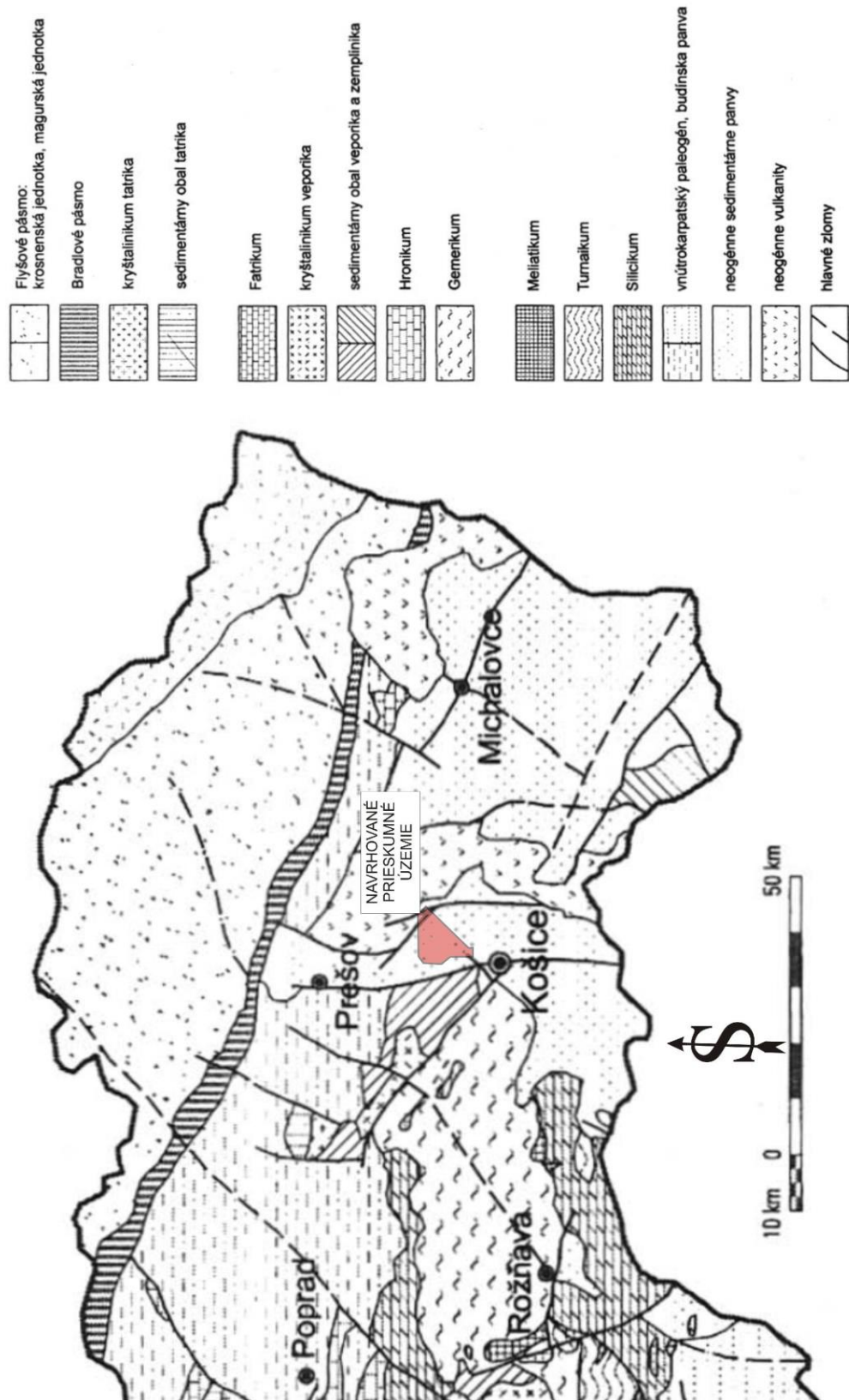


Obr. 2: Pozícia navrhovaného prieskumného územia na mape geomorfologického členenia Slovenska (Mazúr a Lukniš, 1986+;)

Vychádzajúc z tektonickej schémy Slovenska je navrhované prieskumné územie v podstatnej miere súčasťou Východoslovenskej neogénnej panvy (Prešovská kotlina) a v menšej miere neovulkanitov zlatobanského stratovulkánu (Hók et al., 2001). Pozícia navrhovaného prieskumného územia voči tektonickým jednotkám je znázornená na obr. 4.

Záujmové územie je situované v jz. časti východoslovenskej neogénnej panvy, ktorá je súčasťou rozsiahlej Transkarpatskej medzihorskej panvy (Kaličiak et al., 1991). Prevažnú časť územia na povrchu tvoria molasové neogénne sedimenty a neogénne vulkanity s nesúvislým pokryvom kvartérnych sedimentov. Staršie, predneogénne horninové komplexy prislúchajúce k viacerým tektonickým jednotkám tvoria podložie neogénnych sedimentov i vulkanitov a na povrch vystupujú len v jv. a sz. časti regiónu.





Obr. 4: Tektonická schéma východného Slovenska (Hók et al., 2001) s vyznačením pozície navrhovaného prieskumného územia

### **3.1.2. Geologická charakteristika územia**

#### **Paleozoikum**

##### ***Gemerikum***

Výrazným štruktúrno-tektonickým prvkom v stavbe územia je pozdĺžna hrast'ová štruktúra sz.-jv. smeru tvorená paleozoikom gemerika. Paleozoikum gemerika vystupujúce na povrch západne od Košíc reprezentuje gelnická a rakovecká skupina staropaleozoického veku, dobšinská a črmeľská skupina (karbón) a krompašská skupina (perm). Gelnická skupina vystupujúca na povrch s. od Šemše, v sz. časti hrast'ovej štruktúry a smerom na JV sa ponára pod neogénne sedimenty. Reprezentuje ju súvrstvie Bystrého potoka (vrchný silúr) tvorené prevažne sericiticko-grafitickými a kremeno-sericitickými fylitmi s vložkami kremenných drob a metaryolitových tufitov. Podstatne väčšie rozšírenie v skúmanom území má rakovecká skupina (stredný-vrchný devón), ktorá predstavuje ranovariskú vulkanogénno-sedimentánu formáciu s mohutne vyvinutým subakválnym bázickým vulkanizmom. Vyvrásnenie a epizonálna metamorfóza rakoveckej skupiny spolu s už predtým vyvrásnenou gelnickou skupinou nastali počas bretónskej fázy (Ivanička in Karoli et al., 1989). Horniny rakoveckej skupiny vystupujúce na povrch najmä pozdĺž údolia Idanského potoka v zastúpení amfibolitov, sericiticko-chloritických fylitov, fylitov s obsahom metabazaltových tufov sa smerom na J V ponárajú pod sedimenty neogénu, kde boli zistené vrtmi B-1/722 m, Č-VI/498 m. Západne od pozdĺžnej paleozoickej hrast'ovej štruktúry, v podloží neogénnej výplne panvy (moldavská depresia), vystupuje rozsiahle teleso (súbor telies) serpentinizovaných peridotitov meliatika vrchného triasu až jury. Serpentinizované peridotity zistil vrt KO-1 v hĺbke 43,0 m, na povrch vystupujú vo forme izolovaných menších telies v prostredí neogénnych sedimentov južne od Hodkoviec. Komplex tvorí výraznú magnetickú anomáliu, ktorej plošný rozsah najnovšie interpretoval J. Bodnár et al. (1992).

##### ***Veporikum***

Veporikum je tektonická jednotka zastúpená kryštalinikom a mezozoikom Čiernej hory. Na povrch vystupuje pri západnom okraji východoslovenskej neogénnej panvy v blízkosti sídliska Podhradová - Kavečany, kde sa postupne ponára a tvorí podložie neogénnej výplne panvy. Veporikum sa stýka s mladším paleozoikom gemerika na margecianskej prešmykovej zóne sz.-jv. smeru (mimo územia mapy). Kryštalinikum vystupujúce na povrch v južnej časti Košíc (Šibená hora) podľa S. Jacka in Karoli et al. (1989) patrí k lodinskému komplexu, ktorý tvoria diaftoritizované muskoviticko-kremenné ruly s prienkami aplitov a pegmatitov. Predpokladáme, že časť podložia výplne neogénnej panvy v oblasti Košíc tvorí

kryštalínikum veporika, na čo poukazuje aj vrt KM-VII v jz. časti Košíc. Prevažnú časť priameho podložia neogénu v tejto časti územia však tvorí obalové mezozoikum Čiernej hory (stredný-vrchný trias), ktoré bolo zistené vrtmi Ďurkov-1 a 3 v hĺbke 2 612 a 3 200 m (Čverčko, 1973).

## **Mezozoikum**

### *Trias*

V nadloží mladšieho paleozoika vystupuje mezozoický komplex hornín veporika so stratigrafickým rozpätím spodný trias - spodná jura. Na jeho báze vystupuje súbor oligomiktných zlepcov, pieskocov a bridlíc. Stredný trias je reprezentovaný mocným komplexom dolomitov, lokálne prechádzajúcich do dolomitických vápencov. Sú to sedimenty neritického mora, ktoré bez prerušenia prechádzajú do vrchného triasu. Koncom stredného triasu v dôsledku starokimerských pohybov, ktoré mali charakter kolísavých pohybov, sa more splytčilo a začali sa usadzovať súvrstvia pieskocov a bridlíc, tzv. lunzské vrstvy. Po lunzských vrstvách sa v bazéne usadzovali dolomity (hlavný dolomit), ktoré sú od strednotriasových dolomitov litofaciálne odlišné. Považujú sa za fáciu plytkého mora a fáciu širokej, plochej lagúny. Keuper je zastúpený pestrými bridlicami s vložkami kremencov, pieskocov a svetlých lavicovitých dolomitov. Tento vývoj zodpovedá morskej regresii, lagunárno-terestrickému prostrediu. Sedimenty triasu boli doložené viacerými vrtmi. Prešov-1, doložil stredný trias v intervale 2810 - 3010 m. Hrúbka tejto vrstvy je 200 m a jedná sa . Vrt Kerčerovské Pekľany-1 doložil stredný trias v intervale 2160 - 2705 m , čo znamená že hrúbka tejto vrstvy je 545 m doložil aj spodný trias v hĺbke 2705-2820 m, a teda hrúbka vrstvy je 115 m. Vrt Ďurkov- 1 dokázal prítomnosť vrstvy stredného triasu v hĺbke 2140-3200 m, čo znamená hrúbku vrstvy 60 m. Vrt Ďurkov- 2 narazil na strednotriasové sedimenty v hĺbkovom intervale 2190-2230 m, a teda hrúbka vrstvy je 40 m. Vrt Ďurkov -3 poukazuje na prítomnosť strednotriasových sedimentov v hĺbkovom intervale 2475-2612 m, čo predstavuje vrstvu hrubú 137 m. Geotermálny vrt GTD-1 dokladá stredný - vrchný trias v hĺbke 2155-3210 m. Hrúbka súvrstvia predstavuje teda 1055 m. Podobne geotermálny vrt GTD- 2 dokladá rovnaký časový úsek, resp. rovnaké sedimenty v hĺbkovom intervale 2467-3151 m, a dokladá tak súvrstvie o hrúbke 684 m. Posledným vrtom Košickej kotliny ktorý zachytil strednotriasové sedimenty je vrt Rozhanovce-1, ktorý v ich doložil v intervale 1525-1710 m. Hrúbka týchto sedimentov dosahuje 185m. Zo získaných údajov vyplýva, že hrúbka uvedeného súvrstvia sa pohybuje v rozmedzí 200-1055 m.

## **Neogén**

### ***Eger***

Sedimentačný bazén sa sformoval v egeri v SZ časti panvy pozdĺž zlomov smeru V - Z. Následne časť sedimentov egeru v dôsledku výzdvihu flyšových Karpát denudovala a zachoval sa len malý relikt v okolí Prešova. Podľa D. Vassa (1981) egerská perióda sedimentácie náleží ešte ranej molase, ktorej vývoj ukončili prvé vrásnivé pohyby vo vonkajšom flyši. Jediným vrtom, ktorým tak boli doložené sedimenty na rozhraní egenburg – eger je vrt Prešov 1 , a to v hĺbkovom intervale 1575-2395 m, čo predstavuje hrúbku súvrstvia 820 m.

### ***Egenburg***

Začiatok vzniku panvy so sedimentáciou hlavnej molasy je spojený so vznikom egenburského sedimentačného priestoru v úzkej zóne pozdĺž severného okraja panvy. Územie južnej časti panvy bolo súšou. Koncom egenburgu nasledovala druhá fáza extenzie panvy (staroštajerská fáza vrásnenia vo vonkajších príkrovových jednotkách), ktorá podmienila regresiu egenburského mora, intenzívnu denudáciu a prerušenie sedimentácie počas otnangu. Už v období egenburgu sa aktivoval kyslý ryolitový vulkanizmus. Centrum tohto vulkanizmu nie je známe, predpokladáme však, že vzniklo v oblasti subsidujúcej čelovskej depresie. Toto obdobie možno zdokumentovať na základe výsledkov z vrtu Prešov -1 , kde v hĺbke 1187-1575 m boli navrtaná egenburgské sedimenty.

### ***Karpat***

Začiatok karpátu charakterizovalo rozširovanie sedimentačného priestoru smerom na juh. Spojenie sedimentačného bazénu s morom bolo od SZ. Panva sa rozšírila, orientácia jej osi sa zmenila na JV a panva sa v tomto smere prehĺbila. Severná časť Košickej kotliny bola zaplavená morom, podobne i územie pod Slanskými vrchmi. Sedimenty na povrch nevystupujú a zistené boli vrtmi Ď-1, 3 v sv. časti skúmaného územia. Rozsah a vývoj karpatského morského bazénu podmieňovali pozdĺžne a synsedimentárne zlomy SZ - JV smeru. V strednom karpate sa obmedzilo o prepojenie s centrálnym bazénom, čo podmienilo vznik evaporitov (sol'nobanské súvrstvie). Vo vrchnom karpate (kladzianske súvrstvie) sa obnovila kontinuita prepojenia s centrálnym bazénom. V období karpátu sa znovu aktivizoval ryolitovo-ryodacitový vulkanizmus a jedno z jeho eruptívnych centier (alebo skupinu centier) predpokladáme v severnej časti Slanských vrchov v oblasti Zlatej Bane. Produktom vulkanizmu sú ryolitovo-ryodacitové vulkanoklatiká, prevažne tufov. Vulkanoklatiká sú súčasťou teriakovského súvrstvia. Sol'nobanské súvrstvie v strednej časti karpátu reprezentuje

regresné štádium vývoja panvy. Dochádza k splytčeniu bazénu. Vývoj pokračoval postupným striedaním evaporitizácie a prílivových fáz v podmienkach sublitorálu až supralitorálu.

Sedimenty vrchného karpátu boli doložené vrtom Rozhanovce-1 v hĺbkovom intervale 1002-1153 m. Hrúbka sedimentov je 372 m. Tento vrt tiež zachytil súvrstvie spodného karpátu v hĺbke 1153-1525 m, čo znamená že hrúbka sedimentov dosahuje 372m. Vo vrte Prešov-1 bol v hĺbke 0-510 doložený vrchný karpát, resp. jeho sedimenty a v hĺbke 510-1087 m sedimenty spodného karpátu. Hrúbka súvrstvia je teda 577 m. Vrt Ďurkov-1 narazil na sedimenty vrchného karpátu v hĺbke 1670-1850 m, hrúbka súvrstvia je teda 180 m, okrem toho bol navrtaný spodný karpát v intervale 1850-2140m a predstavuje tak hrúbku 290 m. Vrt Ďurkov-2 zachytil vrchný karpát v hĺbkovom intervale 1475-1882 m, hrúbka súvrstvia je 407m a tiež spodný karpát, resp. jeho sedimenty v hĺbke 1882-2190 m, z čoho vyplýva že hrúbka súvrstvia je 308 m. Obidva sedimenty boli zachytené aj vrtom Ďurkov-3, kde vrchný karpát bol sa nachádza v hĺbke 1758-2090. Hrúbka súvrstvia tak dosahuje 322 m. Spodnokarpatské sedimenty sa nachádzajú v hĺbkovom intervale 2090-2475 m, a teda hrúbka súvrstvia je 385 m. Nečlenené karpatské sedimenty doložil aj geotermálny vrt GTD-1 v intervale 1620-2155 m, čo predstavuje 535 m hrubé súvrstvie. Podobne je to i pri vrte GTD-2 kde nečlenené karpatské sedimenty sú známe z hĺbky 1720-2467 m. Hrúbka súvrstvia predstavuje 747 m. Posledným vrtom dokladajúcim karpatské sedimenty je vrt Kecerovské Pekl'any kde v intervale 840-1751 m boli zachytené sedimenty vrchného karpátu o hrúbke 911m a spodnokarpatské sedimenty v hĺbke 1751-2160 m, čo predstavuje hrúbku 409 m. Z uvedených poznatkov vyplýva, že hrúbka súvrstvia v rámci celku sa pohybuje v rozmedzí 180-577 m.

### ***Spodný bádén***

Na začiatku bádenu sa objavuje nová, rozsiahla morská transgresia. Depozity skorého bádenu (moravské), nižnohrabovského súvrstvia, diskordantne ležia na kladzianskom súvrství. Jediná výnimka sa nachádza v prešovskej depresii, kde podlhovastá hrast', smerujúca od Zámutova po Zlatú Baňu, podmienila uchovanie plytkého mora na  $\text{CaSO}_4$  hranici nasýtenia a postupný prechod na kladzianske súvrstvie. Komunikácia s morom sa zlepšila po transverznej deformácii hraste, spôsobenej zlomami sv-jz. smeru. Nižnohrabovské súvrstvie tvorí sivý vápenatý siltovec a ílovec s vrstvami dobre až strednozrnitého masívneho pieskovca do hrúbky 0,5 cm. Depozity spodného a stredného bádenu patria mirkovskému súvrstviu. Vystupujú na západnom úpätí Slanských vrchov a v jv. časti Prešova. Sú tvorené sivým vápenatým ílovcom, zriedka obsahujú vrstvy dobre zrnitého pieskovca. V spodných častiach súvrstvia sa lokálne vyskytuje montmorilonitický íl. Maximálna hrúbka súvrstvia je 630 m.

Leží pod ryolitickou pemzou a lapilickým tufom. Počas spodného bádenu bol aktívny ryolit-ryodacitový vulkanizmus. Vulkanické centrá boli združené hlavne pozdĺž zlomového systému blízko severnej hranice panvy. Sedimenty spodného bádenu boli doložené vrtom Ďurkov, 1 v hĺbkovom intervale 1505-1670 m, teda o hrúbke 165m. Rovnako vrt Ďurkov-2 tieto sedimenty zachytil v hĺbke 1320-1475 m, čo predstavuje hrúbku 155 m. Ďurkov-3 ich zachytil v intervale 1600-1758 m. Hrúbka súvrstvia činí 158 m. Geotermálny vrt GTD-1 doložil sedimenty spodného bádenu v hĺbke 1480-1620 m, čo predstavuje hrúbku 140 m. Geotermálny vrt GTD-2 ich doložil v hĺbke 1500-1720 m sedimenty spodného bádenu. Hrúbka súvrstvia je teda 220 m. Vrt Rozhanovce zastihol sedimenty spodného bádenu v hĺbke 843-1002 m, čo predstavuje hrúbku súvrstvia 159 m. Z údajov vyplýva že hrúbka sedimentov spodného bádenu sa pohybuje v rozmedzí 140-220 m. Stredný bádenný Segmentácia panvy systémom priečných zlomov znamenala jej ďalšie prehĺbenie a posun sedimentačných priestorov smerom na JV, takže po splytčení a degradácii morského bazénu v sz. časti panvy, na konci stredného bádenu, sa morská transgresia končí. Strednobádenské, morské vranovské súvrstvie, nachádzajúce sa východne od Slanských vrchov a vrchná časť mirkovského súvrstvia, ktorá sa nachádza západne od Slanských vrchov, potvrdzujú pokračujúcu transgresiu v panve. Sedimenty spodného bádenu boli doložené vrtom Ďurkov-1 v intervale 1195-1505 m, čo predstavuje hrúbku 310 m. Vrt Ďurkov túto skupinu sedimentov zachytil v intervale 1030- 1320 m, teda hrúbka súvrstvia predstavuje 290 m. Vo vrte Ďurkov-3 je súvrstvie zachytené v hĺbke 1215-1600 m, čo je hĺbka 385 m. Vrt Rozhanovce-1 doložil sedimenty stredného bádenu v hĺbke 650-843 m, a teda hrúbka súvrstvia činí 193 m. Najmenšiu hrúbku vykazuje súvrstvie vo vrte Kecerovské Pekl'any, kde v intervale 715-840 m dosahuje hrúbku iba 125 m. Geotermálny vrt GTD-1 dokladá v hĺbke 1080 - 1480 m sedimenty stredného bádenu o hrúbke 400 m a GTD-2 v hĺbke 1080-1500 m, teda o hrúbke 420 m, čo predstavuje najhrubšie doložené miesto tohto súvrstvia. Vrchný bádenný Vo vrchnom bádene došlo k výrazným zmenám v celkovom vývoji neogénnej panvy, hlavne vo vývoji vulkanizmu. Zmenila sa orientácia sedimentačného bazénu, ktorého spojenie s morom bolo od juhu (Nemčok a Rudínek, 1983). Na začiatku vrchného bádenu, po salinitnej kríze, došlo k zvýšeniu tektonickej aktivity, ktorá spôsobila znovuoživenie „pull-apart“ mechanizmu. Maximálna kompresia napät'ového poľa bola v-z. smeru. V prešovskej depresii začína klčovské súvrstvie kráľ'oveckými tufmi, ktoré reprezentujú redeponované ryolitové tufy obsahujúce pemzu, litoklasty ryolitového charakteru a fragmenty augithyperstenického andezitu. Sú pokryté varhaňovským štrkom, ktorý pozostáva z polymiktného piesku Spišskogemerského rudohoria a Čiernej Hory a zeleno-sivého vápenatého ílu. Vo vrchnom

bádene sa aktivizoval kyslý ryolitový, ryodacitový a intermediárny andezitový vulkanizmus. Sedimenty vrchného bádenu boli doložené vrtom Ďurkov-1 v intervale 60-1195 m. Hrúbka súvrstvia dosahuje až 1135 m čo je najhrubšie doložené miesto tohto súvrstvia. Aj vo vrte Ďurkov-2 dosahuje súvrstvie pomerne veľkú hrúbku, keď dosahuje hrúbku 910 m v intervale 120-1030 m. Vrt Ďurkov doložil v intervale 820-1215 vrchnobádenské sedimenty, čo predstavuje hrúbku súvrstvia 395 m. Vrt Rozhanovce-1 poukazuje na sedimenty vrchného bádenu v intervale 410-650 m, a teda dokladá ich v hrúbke 240 m. Vo vrte Kecerovské Pekľany vystupujú tieto sedimenty až na povrch a zasahujú do hĺbky 715 m. Je to zároveň jediné miesto kde toto súvrstvie možno sledovať aj na povrchu. Geotermálne vrty GTD-1 a zároveň aj GTD-2 dokazujú prítomnosť týchto sedimentov v hĺbkovom intervale 70-1080 m, čo znamená hrúbku vrstvy 1010 m. Vrt Bočiar doložil tieto sedimenty v hĺbkovom intervale 397-574,3 m. Hrúbka súvrstvia v tomto mieste je 197,3 m. Tieto sedimenty boli doložené aj vrtom Čaña-6 v hĺbke 317-495 m, a teda hrúbka súvrstvia činí 178 m. Rozhranie spodný sarmat - vrchný bádén možno doložiť vrtom Komárovce -1 v hĺbke 745-773,1 m. Hrúbka súvrstvia tu dosahuje 28,1 m, čo je najmenšia dokázateľná hrúbka tohto súvrstvia.

### ***Spodný sarmat***

V období sarmatu v panve kulminovala sedimentácia a vulkanizmus. Na začiatku sarmatu sa formovala bazálna časť stratovulkanickej stavby väčších stratovulkánov (Strechový vrch, Makovica, Zlatá Baňa, Šťavica). Sedimentačný bazén sa aj naďalej redukoval a podmienky vývoja andezitových stratovulkánov sa zmenili. Spodnosarmatské sedimenty možno doložiť vrtom Ďurkov-1 kde vystupujú v hĺbke 16-60 m, teda 44 m, čo predstavuje najmenšiu jednoznačne dokázateľnú hrúbku daného súvrstvia. Vo vrte Ďurkov-2 tieto sedimenty vystupujú na povrch a zasahujú do hĺbky 120 m. Vrt Ďurkov-3 narazil spodnosarmatské sedimenty v hĺbke 10 m a dokladá ich až do hĺbky 820 m, čo predstavuje hrúbku súvrstvia 810 m. Je to najhrubšie doložené miesto s týmito sedimentmi. Ďalším miestom kde tento druh sedimentov vystupuje na povrch je vrt Rozhanovce a súvrstvie zasahuje do hĺbky 410 m. Spodnosarmatské sedimenty dokazujú aj údaje z vrtu Čaña v intervale 51-317 m. Hrúbka súvrstvia je teda 266 m. Nečlenené sarmatské sedimenty doložil vrt Bočiar-1 v hĺbkovom intervale 29-397 m, čo predstavuje hrúbku 368 m. Rovnako nečlenené sarmatské sedimenty možno pozorovať aj vo vrte Komárovce v hĺbkovom intervale 383-745 m, a teda hrúbka súvrstvia činí 362 m.

### ***Vrchný sarmat***

Znižovanie intenzity sedimentácie a prevládanie extenzných tektonických štruktúr poukazuje na zmeny tektonickej aktivity v panve a to z pull-apartového režimu na jednoduchý extenzný

režim. Smer extenzie bol sz-jv.. Vulkanické a vulkanoklastické horniny sa často vyskytujú v oblasti Slanských vrchov, kde do súvrstvia vstupujú lávové andezitové prúdy (Kaličiak et al., 1991). V súvrství sa taktiež vyskytujú vrstvy lignitu a uhlia. V priebehu vyššieho sarmatu až spodného panónu vulkanická aktivita postupne klesala, efuzívna činnosť slabla a drobné dajkovité andezitové telesá prenikali do centrálnych zón stratovulkánov - do oblasti stratovulkanických kužeľov. Podľa M. Kaličiaka et al. (1991) v období intenzívnej vulkanickej aktivity a rýchleho rastu stratovulkanických andezitových štruktúr sa vnútri vulkanického areálu Slanských vrchov vytvárali izolované depresie (Banské, Juskova Vôľa a i.). Nečlenené sarmatské sedimenty možno doložiť geotermálnymi vilami GTD-1 a GTD-2, kde spomenuté sedimenty vystupujú na povrch a zasahujú až do hĺbky 70m. Rovnako nečlenené sarmatské sedimenty možno pozorovať aj na vrte Bočiar-1 v hĺbke 29-397 m. Hrúbka súvrstvia predstavuje 368 m. Taktiež vrt Komárovce-1 dokladá v hĺbke 383-745 m nečlenené sarmatské sedimenty. Hrúbka súvrstvia je tak 362 m. Panón a Pont Panónska záplava zasiahla moldavskú a trebišovskú depresiu. Prešovská depresia bola v tomto období súšou a panónska transgresia už nepresiahla morfoštruktúrnú eleváciu Slanských vrchov. V bazálnej a strednej časti spodného panónu (sečovské súvrstvie) prebiehala sedimentácia sladkovodných pelitov s častými polohami hrubších detritov transportovaných vodnými tokmi. V najvrchnejšej časti nastala úplná degradácia bazénu, resp. vyplnil sa fluviálnymi hrubodetritickými sedimentmi. Počas panónu ustala vulkanická aktivita Slanských vrchov i Vihorlatu. Pontské depozity sú zastúpené senianským súvrstvím. Nachádza sa v strednej a jv. časti panvy, miestami i v jej severnej časti. Maximálna hrúbka súvrstvia je do 600 m. Na povrch vystupuje v pozdišovskej hrasti, medzi Pozdišovcami, Trhovišťom a Lesným. Tvoria ho štrky, ktoré dosahujú hrúbku 30-40 cm. Hlavná časť súvrstvia je tvorená ílmi.

### ***Pliocén***

Počas pliocénu dochádza k značnému zmenšeniu panvy. Čečehovské súvrstvie, tvorené lakustrinnými depozitmi, leží na senianskom súvrství. Transgresívny charakter je podmienený pozíciou čečehovského súvrstvia nad členom Hnojné (panón) v sub-vihorlatskej depresii. Súvrstvie má hrúbku 120 až 200 m. Tvoria ho rôzne íly obsahujúce vrstvy andezitového štrku, piesku a tufy. Klastický andezitový materiál bol do sladkovodného prostredia prinesený výstupnými riekami Vihorlatu. V severnej oblasti panvy vznikali malé delty. Sedimenty vrchného pliocénu možno doložiť vrtom Bočiar-1 v hĺbkovom intervale 6,6-29 m, čo predstavuje hrúbku 23,4 m. Nečlenené sedimenty pliocénu dokladá ešte vrt Komárovce-1 v intervale 21-383 m. Hrúbka súvrstvia činí 362 m.



Kvartér V staršom pleistocéne sa morfológicky ďalej diferencovali morfoštruktúry Šarišskej vrchoviny, Čiernej hory, Slanských vrchov a individualizovali sa jednotlivé pozitívne štruktúry v Košickej kotline Po veľkej erózii začiatkom pleistocénu, počas ktorej sa toky zarezávali a prehlbovali svoje doliny, sa v staršom pleistocéne akumulovali fluvialne sedimenty, ktoré mladšie neotektonické pochody a erózia upravili do terasovej formy. V mindelskom glaciáli výraznú úlohu zohrali soliflukčné procesy. V dolinách Hornádu, Torysy a Tople dochádzalo k výraznej fluvialnej sedimentácii. Väčšie toky ako Hornád, Torysa, Olšava akumulovali v staršom rise časť neseného materiálu, ktorý je v súčasnosti zachovaný v ich 1. stredných terasách. Výzdvih územia medzi starším a mladším risom predstavoval cca 10-20 m. Nástup würmu bol v znamení intenzívnej fluvialnej a eolicko-deluvialnej činnosti a s tým spojený vznik štrku na dne riek.

### **3.1.3. Hydrogeologické pomery územia**

Navrhované prieskumné územia je súčasťou hydrogeologického rajónu NQ 123 Neogén a kvartér východnej časti Košickej kotliny (Šuba et al., 1992) a podľa NV SR č. 282/2010 Z. z. je súčasťou predkvartérneho útvaru podzemných vôd SK2005300P Medzizrnové podzemné vody Košickej kotliny oblasti povodia Hornád.

Výskumu rajónu NQ 123 sa venoval J. Jetel (2001) ktorý charakterizuje sedimenty neogénu nasledovne:

Z hydrogeologicko-štruktúrneho hľadiska predstavuje územie v podstate nádrž vrstvomých vôd (hydrogeologickú jednotku tvorenú striedaním vrstvomých hydrogeologických kolektorov a izolátorov, označovanú niekedy aj ako „hydrogeologická panva“). Od typickej štruktúry nádrže vrstvomých vôd sa však Košická kotlina sčasti líši tým, že jej hydrogeologické neogénne kolektory nemajú vždy jednoznačne vrstvomý charakter a predstavujú často iba zóny intenzívneho rozpukania bez jednoznačného vzťahu k úložným pomerom (priebehu vrstvomých plôch) a s rozličnou priestorovou orientáciou a ohraničením. Typickými kolektormi vrstvomého typu sú iba kolektory kvartéru - predovšetkým fluvialne a proluvialne štrky, pokrývajúce pomerne značnú časť skúmaného územia.

Prevažná časť podzemných vôd lokálnych a intermediárnych obehov vystupuje na povrch vo forme rozptýleného príronu do povrchových tokov, ktorý je rozhodujúcou formou odtoku podzemných vôd z územia. Odtok rozptýleným príronom do povrchovej hydrografickej siete sa uskutočňuje sčasti priamym prestupom do toku, sčasti prostredníctvom kvartérnych uloženín. Odtok vo forme prameňov predstavuje iba malú časť celkového odtoku podzemných vôd z územia.

Na systém prúdenia podzemnej vody v celom skúmanom území možno aplikovať koncepciu spojených geohydrodynamických systémov (Tóth 1963) s rozčlenením obehu na lokálne, intermediárne a regionálne subsystémy prúdenia, do ktorých sa z kvantitatívneho a priestorového hľadiska rozdeľuje voda infiltrovaná do horninového prostredia zo zrážok a povrchových recipientov. Kvantitatívna distribúcia celkového obehu do jednotlivých subsystémov je odrazom geologickej stavby, tektonického narušenia, litológie a rozdielov petrofyzikálnych charakteristík hornín.

**Lokálne subsystémy** predstavujú zostupné prúdenie nehlboko pod povrchom terénu smerom k najbližšej lokálnej báze odvodnenia, t. j. do miestnej siete vodných tokov. Lokálny obeh v neogénnych sedimentárnych kolektoroch prebieha predovšetkým v pripovrchovej zóne (Jetel, 1990) a so zvýšenou intenzitou aj v pripovrchových úsekoch tektonicky podmienených puklinových zón. Mimo pripovrchovej zóny sa lokálne subsystémy prúdenia uplatňujú v neogénnych kolektoroch uložených v malých hĺbkach a bezprostredne komunikujúcich s lokálnymi bázami odvodnenia. Typickými lokálnymi obehmi s prúdením podzemnej vody jednoznačne definovaným morfológiou povrchu a smerujúcim priamo k najbližšej báze odvodnenia sú subsystémy prúdenia v štrkových kolektoroch proluviálnych kužel'ov, vyvinutých v značnom rozsahu predovšetkým v s. časti územia medzi Kapušanmi, Prešovom a Drienovom. Lokálne subsystémy sa rozhodujúcou mierou podieľajú na celkovom odtoku podzemných vôd z najväčšej časti skúmaného územia, a to prevažne rozptýleným prestupom do povrchových tokov a kvartérnych uloženín. Malá časť vôd týchto subsystémov vyviera v podobe prameňov s malými výdatnosťami neprekračujúcimi spravidla 0,1 - 0,5 l/s, pri ktorých sa väčšinou prejavuje aj značné sezónne kolísanie výdatnosti.

Časť podzemnej vody zostupuje z pripovrchovej zóny a z nehlboko uložených vrstvomých kolektorov vertikálne po puklinových zónach alebo uklonenými vrstvomými kolektormi v laterálnom smere do väčšej hĺbky a v **intermediárnych subsystémoch** odteká k drenážnym bázam vyššieho rádu. Smery prúdenia v intermediárnych obehoch už nekopírujú smery spádnic lokálneho reliéfu, ale zhodujú sa viac-menej s generálnym úklonom povrchu. Pre intermediárne obeh je pritom príznačné najmä odvodňovanie na puklinových zónach v dolinách väčších tokov.

Podzemné vody, ktoré sa nezačlenili do odtoku prostredníctvom lokálnych a intermediárnych obehov, zostupujú po vhodných hydraulických komunikáciách (puklinové zóny, uklonené vrstvomé kolektory) do väčších hĺbok a začleňujú sa do **regionálneho subsystému** prúdenia. Po prekonaní ďalšieho, viac-menej horizontálneho tranzitného úseku, kde sa spravidla zvyšuje ich teplota, mineralizácia a obsah plynov,

smerujú vody regionálneho subsystému do miest vertikálneho vzostupného odvodnenia rozptýleným príronom alebo výnimočne aj v minerálnych prameňoch s vyššou celkovou mineralizáciou a teplotou. Priame prejavy regionálneho subsystému obehu podzemných vôd sú skryté a uplatňujú sa zrejme iba v kombinácii s prejavmi odvodnenia intermediárnych subsystémov, od ktorých by ich bolo možné odlíšiť iba podľa kvalitatívnych príznakov. Zastihujú ich však hlbšie vrty, najmä vrty prieskumu na uhľovodíky.

Podzemné vody akumulované v predneogénnych útvaroch sú prekryté mladšími sedimentmi a vulkanitmi, ktorých hrúbka presahuje 2000 m. V navrhovanom prieskumnom území a jeho okolí potvrdili túto skutočnosť viaceré vrty, z ktorých možno uviesť: KP-1 Kerčerovské Pekľany (Rudinec a Čverčko, 1972), Ď-1 Ďurkov (Čverčko, 1973), GTD-1, GTD-2, GTD-3 (Vranovská et al., 1999; 2000) Vo vrte KP-1 v hĺbke od 840 do 2160 m boli navŕtané sedimenty karpátu a v ich podloží zachytil vrt zvodnené strednotriasové dolomity až dolomitické vápence, v ktorých sú akumulované vysokomineralizované termálne vody natriovo-chloridového typu s celkovou mineralizáciou od 25 do 33 g.l<sup>-1</sup>. V ich podloží boli zistené spodnotriasové a permmské pieskovce a bridlice.

V oblasti Ďurkova boli zistené strednotriasové dolomity a až dolomitické vápence v intervale 2140 a 3200 m. Bolo tu realizovaných viacero vrtov (Ď-1 Ďurkov, GTD-1, GTD-2, GTD-3), ktorých výsledky poukazujú na prítomnosť termálnej vody o teplote 144 až 154°C s výdatnosťou 56 až 150 l/s, pri voľnom prelive. Tlak na ústí vrtu dosahoval 0,92 MPa. Mineralizácia dosahovala 30g/l pri 96% obsahu CO<sub>2</sub>.

V etape vyhl'adavacieho prieskumu formou štúdie zhodnotili možnosť zachytenia termálnej vody v oblasti Boliarova M. Varga a L. Hlaváčová (2014), ktorí odporúčajú overiť túto možnosť vrtmi hlbokými 2200 až 2300 m v oblasti Bačkovíka a Boliarova.

#### **3.1.4. Geotermálne pomery územia**

Teplotné pomery Košickej kotliny možno stanoviť na základe získaných informácií resp. nameraných teplôt z hĺbkových vrtov. Z Košickej kotliny sú k dispozícii teplotné údaje z vrtov P-1 Prešov, R-1 Rozhanovce, Ď-1 Ďurkov a Ko-1 Komárovce. V severnej časti Košickej kotliny zasiahol vrt P-1 terciérne podložie v hĺbke 2810 m. Priemerný teplotný gradient u neogénnych sedimentov (karpát až egenburg - eger) je 37,5 °C/km. Čo sa týka paleogénnych sedimentov zasiahnutých vrtom P-1 v intervale 2395-2810 m tu sa teplotný gradient pohybuje okolo hodnoty 37,5-37,7 °C. Teplotný gradient zistený vo vrchnej časti mezozoika v rozmedzí hĺbok 2810 - 3000 m v dôsledku malého premeraného intervalu (190 m) možno považovať za typický pre karbonatické horniny mezozoika. Ide pravdepodobne o

lokálne prehriatie vrchnej časti mezozoických súvrství na styku s paleogénnymi sedimentami s podstatne nižšou hodnotou tepelnej vodivosti ako majú karbonáty mezozoika. Za charakteristický teplotný gradient karbonátového prostredia podložia terciéru tak možno považovať hodnotu 25-30 °C/km.

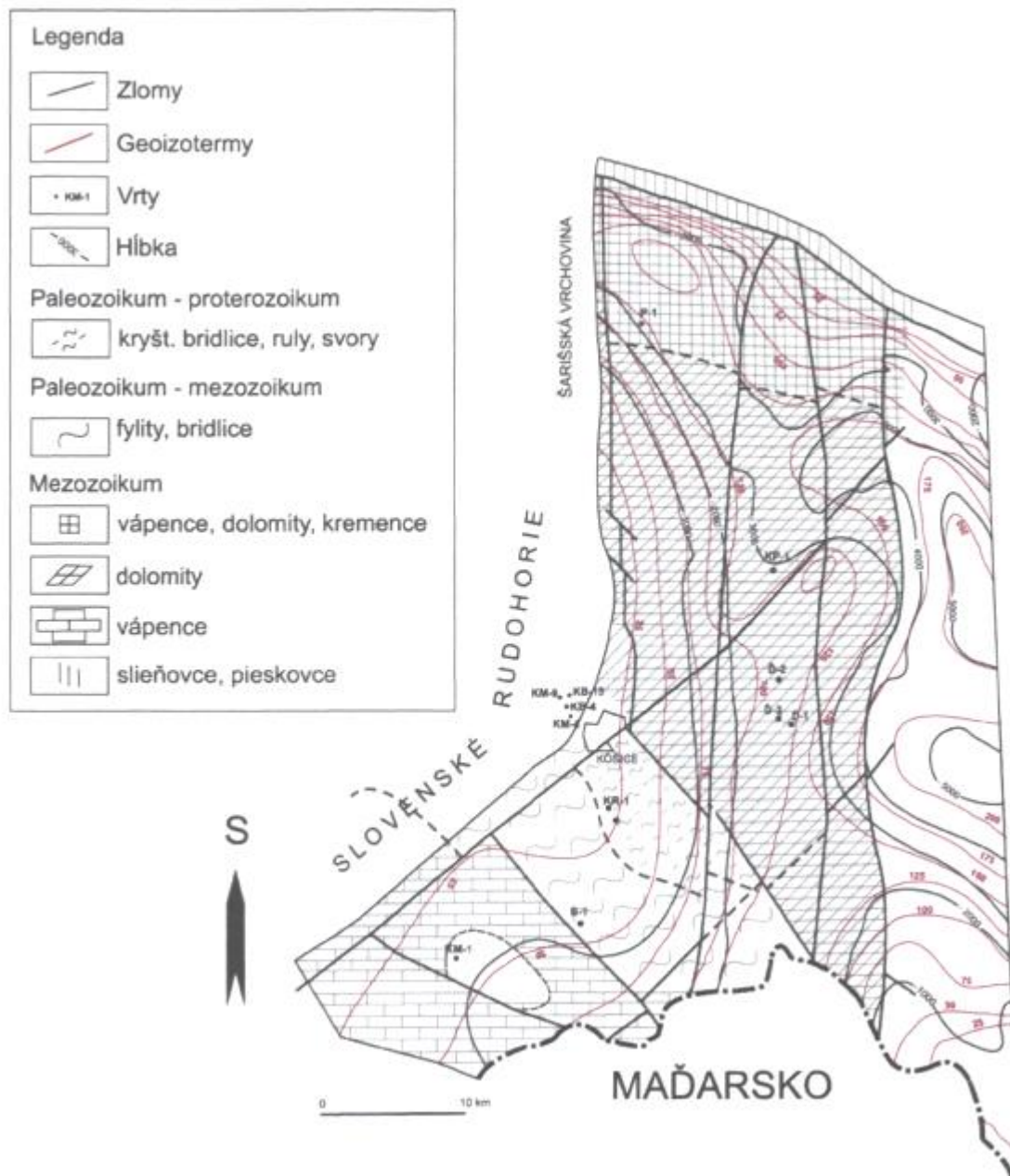
Vo východnej časti Košickej kotliny sú lokalizované vrty Ď-1 Ďurkov a R-1 Rozhanovce, kde v narazených neogénnych sedimentoch dosahuje teplotný gradient 46,3-50,3°C/km. Analogicky môžeme túto hodnotu očakávať aj v neogénnych sedimentoch v jv. Časti Košickej kotliny na úpätí Slanských vrchov. V mezozoickom podloží bol vrtom Ď-1 Ďurkov v hĺbkovom intervale nameraný zistený teplotný gradient 32,3 °C/km. Vrt Ko-1 Komárovce v neogénnych súvrstviach dokladajú teplotný gradient o hodnote 36,5-41,5 °C/km. V podloží sa tento pohybuje na úrovni 26,9-30,9 °C/km (Obr. 5).

Teplotné pomery podzemných vôd hlbšie uložených kolektorov odrážajú špecifické geotermické pomery celého regiónu so zvýšenou hustotou zemského tepelného toku. Hustota tepelného toku sa v Košickej kotline pohybuje v rozpätí 88 – 110 mW/m<sup>2</sup> s priemerom 94,9 mW/m<sup>2</sup> (Franko, Fusán a Král 1995). Maximálna zistená teplota podzemných vôd hlboko uložených kolektorov v skúmanom území dosiahla 154 °C v hĺbke 3131 m na počve vrtu GTD-2 pri Ďurkove; voda vytekajúca na ústí vrtu mala teplotu 129 °C (Vranovská et al. 1999).

### ***Tepelná vodivosť***

Z oblasti Košickej kotliny boli tepelné vodivosti hornín namerané na vzorkách z vrtovej P-1 Prešov, Ď-1 Ďurkov. Tie reprezentujú sedimenty bádenu, karpátu, egenburgu a egeru, paleogénu a mezozoika. Pomerne nízku tepelnú vodivosť vykazujú sedimenty bádenu a karpátu, kde u bádenu ju možno stanoviť na úrovni 2,09 W/mK a pre karpát je to hodnota 2,37 W/mK. V porovnaní s celou východoslovenskou panvou kde dosahuje tepelná vodivosť pre bádenské sedimenty 2,52 W/mK a pre karpatské sedimenty 2,87 W/mK tak môžeme sledovať rozdiel v hodnotách takmer 0,50 W/mK (Král, 1994). Pre sedimenty sarmatu bola vo východoslovenskej panve zistená priemerná tepelná vodivosť 2,37 W/mK, avšak v oblasti Košickej kotliny môžeme pri modelovaní počítať s nižšou hodnotou na úrovni bádenských sedimentov, okolo 2,10 W/mK. U paleogénnych sedimentov je dôležitý rozdiel v tepelnej vodivosti ílovcov (1,89 W/mK) a pieskovecov (2,96 W/mK). Pri rytmickom striedaní týchto sedimentov môžeme stanoviť môžeme za charakteristickú tepelnú vodivosť pre piesčito ílovité sedimenty paleogénu hodnotu 2,31 W/mK. Priemerná, tepelná vodivosť mezozoických karbonátov (3,46 W/mK) je v súlade s údajmi z iných oblastí Západných Karpát (M. Král et

al., 1985). Pre paleozoické podložie je charakteristická hodnota 2.53 W/mK stanovená z oblasti východoslovenskej neogénnej panvy. Pri terciérnych sedimentoch možno stanoviť priemernú tepelnú vodivosť na 2.05 W/mK so štandardnou odchýlkou  $\pm 0.25$  W/mK.



Obr. 5: Mapa predterciérneho podložia a izoterm Košickej kotliny (Franko et al., 1995)

### ***Hustota tepelného toku***

Hodnota hustoty tepelného toku bola v Košickej kotline je stanovená z vrtov pri ktorých boli k dispozícii údaje o teplotných tokoch. Najvyššie tepelné toky (100 - 110 mW/m<sup>2</sup>) sú v jv. časti Košickej kotliny na úpätí západných svahov Slanských vrchov. Pre centrálnu časť Košickej kotliny sú typické hodnoty 85 - 95 mW/m<sup>2</sup> a v jej západnej časti je

tepelný tok okolo 75 - 80 mW/m<sup>2</sup> . V severnej časti Košickej kotliny sa tepelný tok pohybuje prevažne v rozmedzí 80 - 85 mW/m<sup>2</sup>.

### **3.1.5. Doterajšia preskúmanosť územia**

#### ***Geologická preskúmanosť***

Prvé údaje o stavbe územia obsahujú práce D. Štúra (1869), a V. Uhliga (1903). Významným prínosom pre poznanie geologických pomerov územia sú práce O. Fusána et al., (1954) a O. Fusána (1958, 1960).

Vysvetlivky ku prehľadnej geologickej mape 1:200 000, list Košice - Zborov (Matejka et al., 1964) predstavujú prvú ucelenú syntézu litostratigrafie, geologického a tektonického vývoja všetkých jednotiek skúmaného územia. M. Mahel' (1967) v širšom regióne vyčlenil osem kriedových megaštruktúr.

Vo výskume neogénu, po publikácii geologickej mapy 1:200 000 a vysvetliviek (Matejka et al., 1964) najviac poznatkov priniesol vrtný prieskum pri prospekcii na uhľovodíky, zhodnotený M. Čverčkom (1973), s ktorým súbežne prebiehalo geologické mapovanie v mierke 1:25 000 (Janáček, 1967). Geologické pomery plánovanej zástavby Košického regiónu boli riešené v prácach D. Vassa a J. Pristaša (1979) a S. Karoliho et al. (1988).

Poslednými prácami regionálneho charakteru, týkajúce sa skúmaného územia, sú geologické mapy v mierke 1:25 000 (Karoli et al., 1989,, ktoré boli použité v publikovaných mapách 1:50 000 (Kaličiak et al., 1991 a 1996). Pri zostavení týchto máp bolo použité veľké množstvo plytkých vrtov z ložiskového prieskumu, inžiniersko-geologického a hydrogeologického výskumu. Charakteristiku jednotlivých genetických typov kvartérnych sedimentov a ich stratigrafické zaradenie podáva S. Karoli et al., (1988). Vo svojej neskoršej práci (Janočko et al., 1991) predkladajú nový pohľad na kvartérnu geologickú a neotektonickú stavbu Košickej kotliny, ktorá v období kvartéru predstavovala samostatný sedimentačný bazén.

#### ***Hydrogeologická preskúmanosť***

V skúmanom území sa do dnešnej doby zrealizovalo značné množstvo hydrogeologických prác a vrtov, najmä za účelom získania zdrojov pitnej vody pre lokálne využitie. Vrty sú rozmiestnené nerovnomerne a preto je korelácia ich výsledkov náročná.

Hydrogeologické prieskumné práce boli a aj dnes sú zamerané najmä na fluvialne a proluviálne sedimenty kvartéru, pričom ich hĺbka dosahuje v priemere cca 10 - 20 m.

Najväčší počet vrtov sa sústredil do nivy Hornádu, Torysy a Sekčova, v menšom rozsahu do nivy Olšavy. Rozsiahlejšie prieskumné akcie v kvartérnych kolektoroch zhodnotili v v doline Hornádu a Torysy M. Šindler (1962), J. Frankovič (1969), P. Cangár (1987), J. Medved' (1978) a M. Tometzová (1982), v nive Olšavy M. Šindler (1961) a W. Tůma (1965, 1966).

V rámci diplomových prác boli zhodnotené vzťahy medzi chemickým zložením vôd kolektorov kvartéru v doline Torysy a hydraulickými parametrami hornín M. Kmecová (2000), obdobné vzťahy, ale v závislosti na možnom antropogénnom ovplyvnení hodnotila v jv. časti kotliny M. Burčová (2000).

V neogénnych sedimentoch sa realizovali zväčša iba jednotlivé prieskumné vrty alebo drobnejšie prieskumné akcie a preto je počet hydrogeologických vrtov zameraných na sedimentárne kolektory neogénu podstatne menší. Hodnotili ich L. Škvarka et al., (1972), J. Frankovič et al. (1977), J. Medved' (1981), V. Šťastný (1987), Ľ. Bindas (1990). Hĺbky vrtov sa pohybujú v rozpätí 15-300 m, vrty presahujúce hĺbky 100 m sú však ojedinelé.

Súhrnné hydrogeologické hodnotenie jednotlivých regiónov neogénu a kvartéru podávajú A. Halešová et al. (1984). Zaujímavé poznatky poskytli aj T. Eristavi (1980, 1982, 1983, 1985, 1986ab, 1990), L. Tometz (1986) a J. Jetel a K. Karoli (1989a).

Základnú hydrogeologickú mapu mierky 1:200 000 zostavili odborníci z GÚDŠ. Zaujmová oblasť sa nachádza na mapovom liste 37-Košice (Hanzel, 1987) a liste 38-Michalovce (Škvarka, 1985). Hydrogeologické pomery pre geologickú mapu 1:50 000 oblasti Slanských vrchov a j. časti Košickej kotliny spracoval J. Jetel (in Kaličiak et al., 1996).

Východné okraje Košickej kotliny boli predmetom vyhl'adávacieho hydrogeologického prieskumu pomerov neovulkanických hornín Slanských vrchov (Haluška, 1980).

Nové poznatky o hydrogeológii kvartéru a neogénu na sv. od Košíc vo vzťahu k faciálnemu vývoju zhodnotili J. Jetel a S. Karoli (1989b), niektoré nové poznatky uviedol J. Jetel (2000a,b). Súhrnné hydrogeologické a hydrogeochemické zhodnotenie územia jednotlivých listov máp mierky 1:25 000 podal J. Jetel (in Karoli et al., 1989, 1991, in Janočko et al., 1989, 1991 a in Žec et al., 1990) a Vranovská (in Kaličiak et al., 1991b). Severná časť územia bola súčasťou hydrogeologickej mapy 1:50 000 (Jetel et al., 1989; Jetel, 1995c), pre ktorú spracovali zhodnotenie hydraulických vlastností hornín jednotlivých litostratigrafických členov neogénu a kvartéru J. Jetel a A. Vranovská (1989).

Súhrnné spracovanie hydrogeologických a hydrogeochemických poznatkov o j. časti územia podal v r. 1992 J. Jetel, ktorý v r. 1994 spracoval aj syntézu poznatkov o hydraulických pomeroch predkvartérnych hornín vo v. časti Košickej kotliny (prešovskej

depresii) spolu so syntézou hydrogeochemických údajov a zhodnotením hydrogeologických a hydrogeochemických kritérií perspektivity výskytu ložísk uhl'ovodíkov.

Novšie poznatky z neogénu v. časti Košickej kotliny podal J. Jetel (2001) v súhrnnej správe, kde publikoval výsledky získané v rámci projektu na vyhľadávanie prírodných zdrojov podzemných vôd a ocenenie ich využiteľného množstva, s hodnotením kvalitatívnych a kvantitatívnych parametrov podzemnej vody, zistenie zdrojov znečistenia a stanovenie geologických podmienok pre návrh kvalitatívnej a kvantitatívnej ochrany a vymedzenie perspektívnych oblastí.

Údaje o geológii spolu s niektorými hydrogeologickými a hydrogeochemickými údajmi poskytli hlboké vrtý prieskumu na ložiská uhl'ovodíkov - Prešov-1, Kecerovské Pekl'any, s najhlbším vrtom (3 200 m) Ďurkov-1 (Čverčko, 1973). Na výsledky týchto vrtov pri Ďurkove nadviazal intenzívny prieskum zdrojov geotermálnych vôd (Vranovská et al. 1999, 2000), pri ktorom sa zatiaľ realizovali 3 hlboké prieskumné vrtý na s. od Ďurkova do podložného mezozoika. Max. hĺbku z týchto vrtov dosiahol vrt GTD-1 (dĺžka vrtu 3730 m, vertikálny priemet vrtu 3151 m).

### ***Geofyzikálna preskúmanosť***

Geoelektrické merania vo východoslovenskej neogénnej panve vykonali D. Zavřelová a M. Mořkovský (1972). Seizmickému prieskumu sa venovali V. Adamovská et al. (1975). Detailný tiažový prieskum v Košickej kotliny vykonali J. Odstrčil (1965). Reflexno seizmický prieskum tu vykonali J. Novák et al., 1965. Karotážne práce vo vrte Ďurkov -1 vyhodnotili J. Pernica et al. (1969).

Geofyzikálnu preskúmanosť územia podrobne zhodnotili ako súčasť reinterpretácie starších meraní J. Magyar et al. (1994).



## **3.2 Vzt'ah k tvorbe a ochrane životného prostredia**

Projektované geologické práce nebudú mať žiadny vplyv na prírodné bohatstvo a krásy regiónu. Vykonávaním geologických prác nebudú porušené predpisy ochrany prírody. V rámci vykonávania vrtných prác taktiež nebudú vykonané žiadne technické práce a iné zásahy, ktoré by nepriaznivo ovplyvňovali životné prostredie. Do skúmanej oblasti nezasahuje žiadne chránené územie.

## **3.3 Návrh postupu riešenia a jeho zdôvodnenie**

Na dosiahnutie cieľa riešenia úlohy sa navrhuje realizovať nasledujúci komplex geologických prác:

- Geofyzikálne práce
- Vrtné práce
- Hydrodynamické skúšky
- Vzorkovacie a laboratórne práce
- Účelové režimové meranie
- Výkony geologickej služby

### **3.3.1 Geofyzikálne práce**

Geofyzikálne práce sa budú vykonávať v zmysle a v súlade s legislatívnymi predpismi Slovenskej republiky, organizáciou s platným geologickým oprávnením na vykonávanie geofyzikálnych prác . Hlavným cieľom úlohy je vykonanie seizmických meraní v širšom okolí projektovaného hydrotermálneho vrtu. Tie sa budú vykonávať s prihliadnutím na geologické, hydrogeologické, hydrogeochemické a geofyzikálne pomery, a bol zvolený nasledovný metodický postup prác :

- spracovanie projektovej dokumentácie
- terénne geodetické a geofyzikálne meranie
- numerické spracovanie seizmických dát
- vyhodnotenie geofyzikálnych meraní a spracovanie záverečnej správy

Geofyzikálne práce budú realizované v prvej fáze riešenia geologickej úlohy a na ich základe sa bude pokračovať v projektovaných prácach, resp. sa tieto budú modifikovať na základe dosiahnutých výsledkov.

### 3.3.2 Vrtné práce

Prieskumný geotermálny vrt sa projektuje odvrátať v oblasti obce Čížatice. Presné situovanie vrtu sa upresní na základe výsledkov geofyzikálnych prác. Projektovaná hĺbka vrtu je 1500 m. Situovanie vrtu vychádza z predpokladu zachytiť využiteľný zdroj geotermálnej vody s teplotou 40 - 50 °C.

Na realizáciu vrtu sa navrhuje použiť technológiu bezjadrového vrtania. Vrt sa bude realizovať ako vrt vertikálny s povolenou odchýlkou 5 ° od vertikálnej osi.

#### STRATIGRAFICKÝ A LITOLOGICKÝ PROFIL VRTU:

Hĺbka (m)	Stratigrafický profil	Litologický profil
0 - 15	kvartér	hliny
15 - 1100	vrchný bádén	íly, pieskovce, zlepence
1100 - 1700	spodný – stredný bádén	vápnité íly, tufitické piesky
1700 - 2150	vrchný karpát	ílovce s polohami pieskovcov
2150 - 2300	spodný karpát	zlepence
2300 - 2550	stredný trias	dolomity, dolomitické vápence
2550 - 2700	spodný trias	vápence, bridlice, kremence

V zmysle uvedených predbežných predstáv o očakávanom geologickom profile sa predpokladá zabudovať vrt s použitím oceľových rúr (viď technické zadanie) Samotné budovanie vrtu bude upresnené vrtnou spoločnosťou, ktorá bude realizovať termálny vrt. Technické parametre zabudovania vrtu (priemery pažnicových kolón a hĺbky umiestenia jednotlivých kolón) sa upresnia aj na základe výsledkov zisteného geologického profilu. Podľa litologického zloženia kolektora geotermálnych vôd (pieskovce neogénu) sa v produktívnom úseku vrtu použije ako filter vrtná perforácia, prípadne štrbinový alebo mostíkový filter. Predpokladáme, že zdrojové horniny budú prepažené (min. 80 % mocnosti) s perforovanými pažnicami.

Pri vrtaní v kvartérnych a neogénnych sedimentoch bude možné použiť ílový výplach. Parametre výplachu budú volené tak, aby zabezpečili stabilitu stien vrtu v očakávaných typoch hornín a jeho bezproblémové odstránenie pri čistení (oživovaní) vrtu. Spolu s parametrami výplachu sa bude zaznamenávať aj rýchlosť vrtného postupu (mechanická karotáž). Z každých 5 m vrtu sa odoberú dokumentačné vzorky vrtnej drviny, ktoré sa uložia do označených vzorkovnic.

Podzemné vody kvartérnych sedimentov a vrchnej časti neogénnych sedimentov (do hĺbky 80 m) sa odizolujú zapažnicovou cementáciou a cementovým mostíkom.

V horninovom prostredí neogénu je možné počítať s navrtaním plynových pascí malého rozsahu, a to môže byť metán alebo CO. Tlakové prejavy rýchlo odplynia do niekoľko minút až hodín. Podmienky pre vrtanie, čo sa týka tlakových prejavov sú dobré a nepredpokladáme žiadne väčšie problémy.

Počas vrtania v neogénnych sedimentoch môže dôjsť k slabým prejavom výskytu H<sub>2</sub>S.

Po dosiahnutí konečnej hĺbky sa pred záverečnou hydrodynamickou skúškou vykoná vyčistenie (oživenie) vrtu výmenou výplachu za technickú vodu a vrt sa prečistí premývaním, prípadne airliftom. Kritériom vyčistenia vrtu bude zníženie obsahu suspendovaných sedimentov pod 5,0 mg/l.

Výstroj vrtu bude vyvedený minimálne 0,5 m nad povrch terénu, okolo výstroja sa vybuduje cementová doska minimálne v rozmere 1x1 m, hrubá 0,2 m. Na záhlavie vrtu bude inštalovaný tlakový uzáver s dostatočne citlivým manometrom, aby bolo možné merať tlak na ústí vrtu a výdatnosť prelivu vypúšťaného z vrtu pri zvolených tlakových úrovniach.

V prípade zistenia zvýšeného obsahu plynov v podzemnej vode (predovšetkým CO<sub>2</sub>) sa na vrte nainštaluje separátor, aby bolo možné sledovať fázové pomery a obsahy plynov počas záverečnej hydrodynamickej skúšky. .

Po ukončení vrtných prác sa terén uvedie do pôvodného stavu a použitý výplach sa premiestni na skládku povolenú príslušnými orgánmi.

### **3.3.2. Hydrodynamické skúšky**

Hydrodynamické skúšky v zabudovanom geotermálnom vrte poskytnú podklady na zhodnotenie tlakových a teplotných pomerov vo vrte, výpočet hydraulických parametrov, stanovenie odberného množstva geotermálnej vody a energie a zhodnotenie kvality podzemnej vody. Na ústí vrtu sa očakáva cca 10 l/s. Hydrodynamická skúška sa počíta s trvaním 14 až 21 dní. Skúška bude závisieť od vybavenia povolenia a možnosti vypúšťania

skúšanej vody do recipientu od orgánov štátnej správy. Počas hydrodynamických skúšok nieje nutná resp. potrebná prítomnosť vrtnej súpravy.

Predpokladá sa nasledujúci postup hydrodynamických skúšok:

- 1) orientačná hydrodynamická skúška sa bude realizovať po prevrtaní 50 m kolektorových hornín (pieskovcov neogénu)
- 2) záverečná dlhodobá hydrodynamická skúška po zabudovaní vrtu po dosiahnutí konečnej hĺbky.

Cieľom *orientačnej hydrodynamickej skúšky* bude zistenie údajov o teplote a chemickom zložení podzemnej vody v najvrchnejšom úseku kolektorových hornín a o potenciálnej výdatnosti prítokov z týchto kolektorov. Tieto údaje poslúžia ako podklad pre voľbu ďalšieho postupu vrtania a technických parametrov vrtu v rozsahu komplexu pieskovcov. Súčasne budú údaje o chemickom zložení podzemnej vody použité ako podklad pre žiadosť o povolenie vypúšťania termálnej vody pri hydrodynamickej skúške do povrchového toku.

V závislosti od piezometrickej úrovne hladiny sa vykoná odberová časť hydrodynamickej skúšky formou prelivovej skúšky (sledovanie prelivu na ústí vrtu), resp. čerpacej skúšky (zapustenie čerpadla, čo nepredpokladáme). Celkové trvanie orientačnej hydrodynamickej skúšky bude 24 hodín.

*Prelivová skúška* sa vykoná v prípade, že po prerušení vrtania bude dochádzať k samovoľnému výtoku (prelivu) vody na ústí vrtu v merateľnom množstve. Na ústí vrtu sa bude merať výdatnosť prelivu a teplota vody po dobu 18 hodín. Súčasne sa bude sledovať tlak na ústí vrtu. Pred ukončením merania prelivu sa odoberie vzorka vody na základný fyzikálno-chemický rozbor. Po 18 hodinách vypúšťania voľného prelivu sa vrt uzavrie a bude sa po dobu 6 hodín sledovať rast tlaku na ústí uzavretého vrtu.

*Čerpacia skúška* s použitím čerpadla zapusteného do vrtu sa vykoná v prípade, že nebudú splnené podmienky na realizáciu prelivovej skúšky. Počas čerpania sa bude merať v určených časových intervaloch odoberaná výdatnosť, teplota vody a hĺbka hladiny vo vrte. Pred skúškou sa vykoná po dobu 4 hodín v určených časových intervaloch meranie hladiny vo vrte. Po tomto meraní sa pristúpi k čerpaniu prvej zvolenej výdatnosti  $Q_{01}$ , ktoré potrvá 4 hodiny. Podľa výsledkov tohto čerpania sa zvolí druhá a tretia zvolená výdatnosť. Druhá zvolená výdatnosť  $Q_{02}$  sa bude čerpať 5 hodín, tretia výdatnosť  $Q_{03}$  ďalších 5 hodín. Predpokladá sa, že výdatnosť  $Q_{03}$  bude väčšia ako výdatnosť  $Q_{02}$ . Pred ukončením čerpania

výdatnosti  $Q_{03}$  sa odoberie vzorka vody na základný fyzikálno-chemický rozbor. Po skončení čerpania tretej výdatnosti  $Q_{03}$  sa bude 6 hodín merať stúpanie hladiny vo vrte.

Po dosiahnutí konečnej hĺbky a po zabudovaní vrtu sa vykoná **záverečná dlhodobá hydrodynamická skúška** v trvaní 25 dní (336 h) s možnosťou predĺženia na 31 dní. Takisto ako v prípade orientačnej hydrodynamickej skúšky sa v závislosti od piezometrickej úrovne hladiny aj pri tejto skúške zvolí forma odberovej fázy formou prelivovej skúšky (sledovanie prelivu na ústí vrtu) alebo čerpacej skúšky (zapustenie čerpadla). Pred vykonaním odberovej (prelivovej alebo čerpacej) fázy hydrodynamickej skúšky sa vykoná úvodné meranie tlaku na ústí uzavretého vrtu alebo hladiny vo vrte v trvaní 6 h.

V prípade, že po prerušení vrtania bude dochádzať k samovoľnému výtoku (prelivu) vody na ústí vrtu v merateľnom množstve, sa obdobne ako pri orientačnej skúške vykoná **prelivová skúška**. Pri prelivovej skúške sa bude merať výdatnosť prelivu, pretlak na ústí vrtu a teplota vody v stanovených časových intervaloch. Po ukončení úvodného merania tlaku na ústí vrtu sa bude 10 h merať výdatnosť prelivu pri pretlaku  $p_1$ , ďalších 10 h pri pretlaku  $p_2$  a ďalších 10 h pri úplnom otvorení vrtu. Veľkosť pretlaku  $p_1$  a  $p_2$  sa stanoví na základe výsledkov úvodného merania tlaku na ústí uzavretého vrtu. Po ukončení tohto merania sa po dobu 204 h (8 ½ dňa) bude merať v stanovených časových intervaloch výdatnosť prelivu a teplota vody pri udržiavaní tlaku na ústí vrtu na hodnote, ktorá bude stanovená podľa výsledkov predchádzajúcich meraní. Po skončení tejto fázy odberovej skúšky sa vrt uzavrie a bude sa po 96 h (4 dni) merať stúpanie tlaku na ústí vrtu.

Ak nedôjde k samovoľnému prelivu vody z vrtu v dostatočnom merateľnom množstve, vykoná sa po úvodnom meraní hladiny **čerpacia skúška**. Počas čerpania sa bude v určených časových intervaloch merať odoberaná výdatnosť, teplota vody a hĺbka hladiny vo vrte. Po úvodnom meraní hladiny vo vrte v trvaní 6 h sa bude 10 h čerpať z vrtu výdatnosť  $Q_1$ , ďalších 10 h výdatnosť  $Q_2$  a ďalších 10 h výdatnosť  $Q_3$ . Po ukončení čerpania výdatnosti  $Q_3$  sa bude 204 h (8 ½ dňa) čerpať konštantná výdatnosť  $Q_c$ , ktorá sa zvolí na základe výsledkov predchádzajúceho čerpania výdatností  $Q_1 - Q_3$ . Po ukončení čerpania konštantnej výdatnosti  $Q_c$  sa vykoná **stúpacia skúška** – meranie hladiny vo vrte v trvaní 96 h (4 dni).

V prípade nedostatočného prevýšenia piezometrickej hladiny nad povrchom terénu a príliš malej výdatnosti voľného prelivu sa pri hydrodynamickej skúške použije primeraná kombinácia prelivovej a čerpacej skúšky.

Počas záverečnej hydrodynamickej skúšky sa postupne odoberú 4 vzorky vody na základný fyzikálno-chemický rozbor a po 1 vzorke na špeciálne rozbor. Časový rozvrh

odberov jednotlivých vzoriek sa stanoví pred začiatkom odberovej fázy hydrodynamickej skúšky.

Na vyhodnotenie údajov získaných počas hydrodynamických skúšok sa použijú príslušné metódy interpretácie založené na princípoch neustáleného prúdenia. Z časového priebehu zmien meraných údajov (hladiny, tlaku a výdatnosti) budú stanovené hydraulické parametre kolektora geotermálnych vôd – koeficient absolútnej prietochnosti  $T_a$ , koeficient priepustnosti  $K$ , koeficient prietochnosti  $T$  a koeficient filtrácie  $k$ . Výsledkom zhodnotenia údajov hydrodynamických skúšok a výpočtu geohydraulických parametrov bude stanovenie odberné množstvo geotermálnej vody.

### 3.3.3 Vzorkovacie a laboratórne práce

Pri hydrodynamických skúškach sa odoberú a laboratórne spracujú vzorky vody v nasledujúcom rozsahu:

- pri orientačnej hydrodynamickej skúške:
  - 1 vzorka na základný fyzikálno-chemický rozbor,
- po vyčistení vrtu pred záverečnou časťou hydrodynamickej skúšky:
  - 1 vzorka na základný fyzikálno-chemický rozbor,
- pri záverečnej hydrodynamickej skúške
  - 4 vzorky vody na základný fyzikálno-chemický rozbor,
  - po 1 vzorke vody na stanovenie ťažkých kovov, mikrobiologický rozbor, stanovenie rádioaktivity  $\alpha$ ,  $\beta_1$ , Rn, Ra, U, stanovenie izotopov síry, kyslíka, deutéria a na stanovenie veku vody;

Izotopové analýzy vodíka, kyslíka, síry a stanovenie veku vody pomocou izotopu  $^{14}\text{C}$  poskytnú podklady pre upresnenie infiltračnej oblasti a genézy geotermálnych vôd v tejto oblasti.

Z vrtnej drvininy prieskumno-exploatačného geotermálneho vrtu sa odoberie z rôznych hĺbkových úrovní 10 vzoriek na paleontologický rozbor (určenie rodu a druhu).

### 3.3.5 Účelové režimové merania

Na získanie údajov o prietoku prirodzených recipientov blízko lokality plánovaného vrtu sa použijú známe archívne údaje, v prípade ich absencie sa realizuje hydrometrovanie. Získané údaje poslúžia ako podklad pre žiadosť o súhlas s vypúšťaním odpadovej vody.

### 3.3.6 Výkony geologickej služby

V rámci riešenia geologickej úlohy budú výkony geologickej služby obsahovať uvedený druh prác:

- vypracovanie projektu geologickej úlohy
- sled, riadenie a vyhodnotenie výsledkov geofyzikálnych prác
- sled, riadenie a koordinácia vrtných prác
- geologická dokumentácia, jej vyhotovenie a spracovanie
- realizácia a vyhodnotenie hydrodynamických skúšok na vrte
- vypracovanie záverečnej správy geologickej úlohy v zmysle príslušných ustanovení zákona č. 313/1999 Z.z. a vyhlášky č. 141/2000 Z.z.

### 3.3.7. Časový harmonogram riešenia geologickej úlohy

Práce budú realizované v nasledovnom časovom rozsahu :

1,	projektovanie	2 mesiace
2,	geofyzikálne merania	3 mesiace
3,	vrtné práce v zmysle projektu	5 mesiacov
4,	hydrodynamické skúšky (včítane režimových pozorovaní)	27 mesiacov
5,	vzorkovacie práce	3 mesiace
6,	laboratórne práce	3 mesiace
7,	geologická služba	6 mesiacov
8,	záverečná správa	3 mesiace
	Spolu doba	28 mesiacov

Časť prác sa bude realizovať paralelne

## 4. ZABEZPEČENIE RIEŠENIA GEOLOGICKEJ ÚLOHY

### 4.1. Geofyzikálne práce

Geofyzikálne práce na overenie geologickej štruktúry v študovanej oblasti pomocou seizmických prác budú pozostávať z realizácie meraní v okolí predpokladaného zdroja geotermálnej energie. Metóda reflexných geofyzikálnych meraní je nedeštruktívna, nepriama geofyzikálna metóda bez priameho zásahu do horninového prostredia a bez zásahov do existujúceho prírodného prostredia. Na základe výsledkov geofyzikálnych meraní bude geotermálny vrt vytýčený.

### 4.2. Vrtné práce

Hlava vrtu - bude zhotovená ako betónová päťka s priemerom 1,0 m do hĺbky 0,5 m pod terénom a 0,3 m nad terénom.

Riadiaca kolóna (RK) - o priemere 18 <sup>5/8</sup>" , bude zapustená do hĺbky 30 m, s dvojitým vonkajším a vnútorným bituminovým náterom a medzikružie vrtu bude zacementované.

Úvodná kolóna (Úk) - o priemere 13 <sup>3/8</sup>" , po geofyzikálnych meraniach bude zapustená do hĺbky 500 m a medzikružie sa zacementuje pozapažnicovou cementáciou. Úvodná kolóna sa paží za účelom ochrany zdrojov podzemných vôd na ktorú sa primontuje protierupčné zariadenie.

Technická kolóna (Tk) - o priemere 9 <sup>5/8</sup>" , po geofyzikálnych meraniach bude zapustená do hĺbky 2250 m a medzikružie sa zacementuje.

Ťažobná kolóna (Ťk-Liner) - vrtanie sa plánuje o priemere 8<sup>1/2</sup>" , po geofyzikálnych meraniach (karotážnych meraniach) bude zapustená do hĺbky 2700 m a medzikružie sa zacementuje. Ťažobná kolóna sa paží za účelom exploatacie geotermálnej vody z hydrogeologického kolektora. Hĺbky sú stanovené na základe technických parametrov vrtu z technickej špecifikácie tendra.

Hĺbky pažnicových kolón sú predbežné, povolená odchýlka usadenia päty úvodnej a tesniacej kolóny je možná len po dohode so zodpovedným riešiteľom predmetnej geologickej úlohy.



Ťažobná kolóna sa paží za účelom exploatacie podzemnej vody z hydrogeologického kolektora. Hĺbky sú stanovené na základe technických parametrov vrtu z technickej špecifikácie tendra.

### **4.3 Hydrodynamické skúšky**

Pri realizácii hydrodynamických skúšok sa vykonajú:

- 1) orientačná hydrodynamická skúška po prevrtaní 50 m mezozoických kolektorov .
- 2) záverečná dlhodobá hydrodynamická skúška po zabudovaní vrtu po dosiahnutí konečnej hĺbky.

Cieľom orientačnej hydrodynamickej skúšky bude zistenie údajov o teplote a chemickom zložení podzemnej vody v najvrhnejšom úseku mezozoických kolektorov a o potenciálnej výdatnosti prítokov z týchto kolektorov. *Prelivová skúška* sa vykoná v prípade, že po prerušení vrtania bude dochádzať k samovoľnému výtoku (prelivu) vody na ústí vrtu v merateľnom množstve. Na ústí vrtu sa bude merať výdatnosť prelivu a teplota vody po dobu 18 hodín. *Čerpacia skúška* s použitím čerpadla zapusteného do vrtu sa vykoná v prípade, že nebudú splnené podmienky na realizáciu prelivovej skúšky. Počas čerpania sa bude merať v určených časových intervaloch odoberaná výdatnosť , teplota vody a hĺbka hladiny vo vrte. Pred ukončením merania prelivu sa odoberie vzorka vody na základný fyzikálno-chemický rozbor.

Po dosiahnutí konečnej hĺbky a po zabudovaní vrtu sa vykoná záverečná dlhodobá hydrodynamická skúška v trvaní 14 dní (336 h) podľa postupu uvedeného v podkapitole 3.2.3.

### **4.4 Vzorkovacie a laboratórne práce**

V rámci riešenia geologickej úlohy sa odoberú pri realizácii hydrodynamických skúšok – 6 vzoriek podzemnej vody a z vrtnej drviny prieskumno-exploatačného geotermálneho vrtu sa odoberie z rôznych hĺbkových úrovní 10 vzoriek na paleontologický rozbor.

Vzorky vody sa budú analyzovať v akreditovaných laboratóriách.

### **4.5. Zisťovanie a riešenie stretov záujmov**

Realizácia navrhovaných prieskumných prác v zmysle predloženého projektu, bude vykonaná podľa zákona MŽP SR č. 313/1999 Z.z.

V rámci konania o určení prieskumného územia boli oslovené príslušné organizácie a inštitúcie na riešenie stretov záujmov v území navrhnutom na prieskumné územie. A

zároveň boli oslovené dotknuté orgány štátnej správy s návrhom na prieskumné územie a predloženým projektom geologickej úlohy.

## **5. ROZPOČET GEOLOGICKEJ ÚLOHY**

## **6. ODÔVODNENIE GEOLOGICKEJ ÚLOHY**

Geotermálna energia predstavuje v súčasnosti jednu z najperspektívnejších možností využívania alternatívnych zdrojov energie. Významnou vlastnosťou tohto typu energie, jej viacúčelové využívanie v závislosti na znižovaní jej teploty s klesajúcou hĺbkou. Geotermálna energia predstavuje dôležitý zdroj výroby elektrickej energie. Jej využitie pri vykurovaní bytových jednotiek, predstavuje ekonomicky a environmentálne prijateľnejšiu alternatívu zemného plynu, či uhlia. Pozoruhodné je aj jej využívanie v oblasti skleníkovej výroby a v neposlednom rade sa využíva aj pre rekreačné účely – kúpele, kúpaliská. Skúmaný región sa vyznačuje vysokým stupňom geotermálneho gradientu. Zdrojom geotermálnej energie sú geotermálne vody, viazané na mezozoické karbonáty. Tieto horniny ako kolektory geotermálnych vôd mimo výverových oblastí sa nachádzajú v hĺbke 1300- 4000 m a vyskytujú sa v nich geotermálne vody s teplotou 80 °C.

## **7. LITERATÚRA**

- Adamovská, V., Hmolec, J., Jihlavec, F., Kochová, H., Novák, J., 1973: Seismický pruzkum metódou SBR – oblasť Východoslovenský neogén. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 69 s.
- Bindas, Ľ., 1990: Petrovany – Močarmany, zhodnotenie podmienok využiteľnosti vodného zdroja. Manuskript – archív ŠGÚDŠ Bratislava, 9 s.
- Bodnár, J., 1992: Mapa geofyzikálnych indícií a interpretácií na regióne Košická kotlina a Slanské vrchy. Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava.
- Burčová, M., 2000: Antropogénne ovplyvnenia a ochrana kvality podzemných vôd kvartérnych kolektorov v juhovýchodnej časti Košickej kotliny. Manuskript diplomová práca, Ústav geovied FBERG TU Košice, 87 s.

- Cangár, P., 1989: Záverečná správa z predbežného hydrogeologického prieskumu Svinica - Košický Klečenov. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 45 s.
- Čverčko, J., 1973: Plytký a stredne hlboký štruktúrny prieskum Košicko-prešovskej kotliny. Manuskript, archív Nafty a.s., Michalovce, 78 s.
- Eristavi, T., 1980: Správa o výsledkoch prieskumu (Kráľovce - Chrastné). Vodný zdroj pre farmu dojníc Kráľovce. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 12 s.
- Eristavi, T., 1982: Správa o výsledkoch prieskumu (Solivar). Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava.
- Eristavi, T., 1983: Hydrogeologický prieskum pre hydínárske závody (Záhorské - Prešov). Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Eristavi, T., 1985: Správa o výsledkoch prieskumných hydrogeologických prác pre Agrostav SPP Prešov - Delňa. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava
- Eristavi, T., 1986a: Správa o výsledkoch prieskumu (Košické Olšany). Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava
- Eristavi, T., 1986b: Hydrogeologický prieskum pre hospodársky dvor Beniakovce. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Eristavi, T., 1990: Hydrogeologický prieskum pre stredisko Záborské. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava
- Franko, O., Remšík, A., Fendek, M., eds., 1995: Atlas geotermálnej energie Slovenska. GÚDŠ Bratislava, 164 s.
- Franko, O., Fusán, O., Kráľ, M., 1996: Prehľad hydrogeotermálnych pomerov na Slovensku. Podzemná Voda (Bratislava), 2, 1, 42-67
- Frankovič, J., 1969: Hornád Torysa, výpočet zásob podzemných vôd. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Frankovič, J., 1977: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu HGS-1 Sady nad Torysou. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Fusán, O., Záruba, Q., Hromada, K., 1954: Geologický výskum údolia Hornádu pre štúdiá vodných diel medzi Margecancami a Kysakom. Geol. Práce 7, Geotechn. Bratislava, 7, 3-53
- Fusán, O., 1958: Náčrt geologických pomerov údolia Hornádu medzi Kysakom a Košicami. Geol. práce, Zpr. 12, Bratislava, 34-42
- Halešová, A., 1984: Neogén a kvartér východnej časti Košickej kotliny. Hydrogeologická štúdiá. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.

- Haluška, M., 1980: Slanské pohorie hydrogeológia. Záverečná správa z vyhl'adavacieho hydrogeologického prieskumu. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava. 325 s.
- Hanzel, V., 1987: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000 list 37 Košice. Geol. ústav D. Štúra, Bratislava.
- Hók, J., Kahan, Š., Aubrecht, R., 2001: Geológia Slovenska. Univerzita Komenského Bratislava, 46 s.
- Janáček, J., 1967: Základný geologický výskum neogénu východného Slovenska. Reambulácia listu 1:50 000, Košice. Manuskript, GÚDŠ, Bratislava, 83 s.
- Janočko, J., 1991: Kvartér Košickej kotliny a príľahlej časti Slanských vrchov. Kand. Diz. práca, archív GS SR, Bratislava, 149 s.
- Janočko, J., Karoli, S., Jetel, J., Petro, Ľ., Dubéciová, A., Zlinská, A., Syčev, V., 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 37-421 (Moldava-1) a 37-423 (Moldava-3). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 78 s.
- Jetel, J., 1995: Základná hydrogeologická mapa severnej časti Košickej kotliny (hlavné poznatky). In: Geofaktory životného prostredia Košickej kotliny a Slanských vrchov. I. konfer. o životnom prostredí mesta Košice a jeho okolia. II. časť. Geol. ústav. D. Štúra, Bratislava, 33-35.
- Jetel, J., 2000a: New knowledge on hydrogeology of Cenozoic rocks in the Eastern Slovakia. *Míneralia Slov.* (Bratislava), 32, 3, 309-310.
- Jetel, J., 2000b: Nové poznatky o hydraulických vlastnostiach hornín terciéru a kvartéru na východnom Slovensku. *Podzemná Voda* (Bratislava), 6, 2, 67-73.
- Jetel, J., 2001: Neogén východnej časti Košickej kotliny – hydrogeologický rajón NQ 123. Manuskript – archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 266 s.
- Jetel, J. a Karoli, S., 1989a: Hydrogeologická charakteristika neogénnych a kvartérnych kolektorov v severovýchodnom okolí Košíc. *Región. Geol. Západ. Karpát* (Bratislava), 25, 281-286.
- Jetel, J. a Karoli, S., 1989b: Zhodnotenie hydrogeologického vrtu KSJ-1 (Lemešany) v Košickej kotline. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 21 s.
- Jetel, J., Škvarka, L. a Vranovská, A., 1989: Vysvetlivky ku hydrogeologickej mape 1:50 000 Košická kotlina a Slanské vrchy (severná časť). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.

- Jetel, J. a Vranovská, A., 1989: Košická kotlina (severná časť). In: J. Jetel et al. Vysvetlivky k hydrogeologickej mape 1:50 000 Košická kotlina a Slanské vrchy (severná časť). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kaličiak, M., Baňacký, V., Jacko, S., Janočko, J., Karoli, S., Molnár, J., Petro, L., Priehodská, Z., Syčev, V., Škvarka, L., Vozár, J., Zlinská, A., Žec, B., 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape severnej časti Slanských vrchov a Košickej kotliny v mierke 1:50 000. Vyd. GÚDŠ, Bratislava, 231 s.
- Kaličiak, M. et al., 1991: Regionálne geologické mapy Slovenska, Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – severná časť, 1:50 000, GÚDŠ Bratislava
- Kaličiak, M. et al., 1996: Regionálne geologické mapy Slovenska, Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť, 1:50 000, Vydavateľstvo D. Štúra, GS SR Bratislava
- Karoli, S., Ivanička, J., Jacko, S., Varga, I., Janočko, J., Petro, L., Jetel, J., Syčev, V., Zlinská, A., Mataniová, D., 1989: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 37-244 (Košice-4). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava, 132 s.
- Karoli, S., 1988: Základná geologická mapa, list 37-244 Košice, 1:25 000, GS SR Bratislava.
- Karoli, S., Žec, B. a Kaličiak, M. et al, 1991: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, list 38-133 (Sečovce-3). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Kmecová, M., 2000: Vzťah medzi chemickým zložením vôd kolektorov kvartéru v doline Torusy a hydraulickými parametrami hornín. Manuskript diplomová práca, Ústav geovied FBERG TU Košice, 65 s.
- Magyar, J., Ostrolucký, P., Mořkovský, M., Vass, D., 1994: Košická kotlina – geofyzikálny prieskum severnej časti. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Mahel', M. et al., 1967: Regionální geologie ČSSR, 2. Západní Karpaty, 1. Vyd. Academia, Vyd. Nakladatelství Českoslov. Praha, Akad. Věd, 1-495
- Matějka, A. et al., 1964: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1:200 000, M-34-XXII, M-34-XXVIII Košice-Zborov, ÚÚG Bratislava, 256 s.
- Mazúr E. a Lukniš M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Slovenská kartografia, Bratislava.
- Medveď, J., 1978: Hydrogeologický prieskum Rozhanovce Beniakovce Vajkovce. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Medveď, J. 1981: Povodie Olšavy, hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.

- Miklós ed., 2002: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo ŽP SR Bratislava a Slovenská agentúra životného prostredia Banská Bystrica.
- Novák, J., Beinhauerová, M., Mořkovský, M., 1965: Správa o reflexnom seizmickom prieskume skupiny 6 vo východoslovenskej neogénnej panve, Košickej kotline v roku 1964. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Odstrčil, J., 1965: Detailný tiažový prieskum Košickej kotliny v roku 1963 a 1964. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Pernica, J., Novák, J., Mořkovský, M., 1969: Vrtno-refrakčné meranie v oblasti Košickej kotliny na vrte Ďurkov-1, geofyzikálny prieskum. Manuskript, archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Rudinec, R., Čverčko, M., 1972: Hlboký štruktúrny prieskum elevácie Kecerovské Pekľany. Manuskript, archív Geofondu, ŠGÚDŠ Bratislava.
- Šindler, M., 1961: Vyhodnotenie troch hydrogeologických vrtov na lokalite Ďurkov. Manuskript, archív GS SR, Bratislava
- Šindler, M., 1962: Hydrogeologický prieskum náplavov rieky Torusy. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Škvarka, L., 1985: Základná hydrogeologická mapa ČSSR 1:200 000 list 38 Michalovce. Geol. ústav D. Štúra, Bratislava.
- Škvarka, L., Forgáč, J., Gazda, S., 1972: Doterajšie poznatky o hydrogeologických pomeroch Slanského pohoria. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Šťastný, V. 1987: Záverečná správa Prešov - Solivar, hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Šuba, J., Bajo, I., Bujalka, P., Cibulka, L., Guniš, K., Hanzel, V., Jetel, J., Kullman, E., Kullman, E. ml., Leitmann, Š., Mada, I., Mihálik, F., Patschová, A., Porubský, A., Šťastná, K., Šubová, A. a Zakovič, M., 1990: Mapa využiteľných zásob podzemných vôd Slovenska. 2. vyd. Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava.
- Tometz, L. 1986: Ďurkov hydrogeologický prieskum. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Tometzová, M., 1982: Hydrogeologický prieskum (Košická Polianka). Manuskript - archív Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Bratislava.
- Tóth, J., 1963: A theoretical analysis of groundwater flow in small drainage basins. J. geophys. Res. (Washington), 68, 16, 4795-4812.
- Tůma, W. 1965: Zpráva o provedení hydrogeologickoprieskumných prác v oblasti horného povodia Olšavy. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.

- Tůma, W. 1966a: Zpráva o vyhodnotení hydrogeologických prieskumných prác na lokalitách Svinica Bidovce. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Varga, M., Hlaváčová, L., 2014: Boliarov – hydrogeologický prieskum pre získanie termálnej vody. Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava.
- Vass, D. 1981: Rozdelenie molás Západných Karpát v čase a priestore. In: Zbor. Geol. stavba a nerastné suroviny hraničnej zóny Východných a Západných Karpát. Košice, 79-83.
- Vass, D., Pristaš, J., 1979: Geologický prieskum územia novej výstavby mesta Košíc. Manuskript, archív GS SR, Bratislava.
- Vass, D., Čverčko, J., 1985: Litostratigrafické jednotky neogénu Východoslovenskej nížiny. Geol. práce Spr. 82, Bratislava, s. 111 – 126.
- Vranovská, A., Bodiš, D. a Drozd, V., 1999: Zhodnotenie hydrotermálnej štruktúry Ďurkov na základe vrtov GTD-1, 2 a 3. Podzemná Voda (Bratislava), 5, 2, 45-53.
- Vranovská, A., Drozd, V. a Halás, O., 2000: Geothermal energy utilisation economic potential of Košice Basin. Mineralia Slov. (Bratislava), 32, 3, 311-313.
- Zavřelová, D., Mořkovský, M., 1972: Závěrečná správa o geoelektricom meraní vo východoslovenskej panve – podvihorlatská depresia a Košická kotlina.
- Žec, B., Karoli, S., Kaličiak, M., Janočko, J., Baňacký, V., Jetel, J., Syčev, V., Petro, Ľ., Dubéciová, A., Zlinská, A., 1990: Vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000 Sečovce-4 (38-134). Manuskript, archív Geofondu ŠGÚDŠ Bratislava. Manuskript, archív GS SR, Bratislava.

# **PRÍLOHY**



VYMEDZENIE NAVRHOVANÉHO PRIESKUMNÉHO ÚZEMIA NA KATASTRÁLNEJ MAPE

ROZMERY A SÚRADNICE

Dĺžka 33.239 km      Obvod 33.247 km

Plocha 58.44 km<sup>2</sup>

	x	y	z
1. ETRS89:	48.82149	21.35316	259 m
S-JTSK:	1228676	255284	
2. ETRS89:	48.82240	21.45564	409 m
S-JTSK:	1228912	247762	
3. ETRS89:	48.80968	21.47504	433 m
S-JTSK:	1230387	246401	
4. ETRS89:	48.74099	21.37373	251 m
S-JTSK:	1237687	254179	
5. ETRS89:	48.73460	21.37407	278 m
S-JTSK:	1238399	254186	
6. ETRS89:	48.73454	21.35218	229 m
S-JTSK:	1238332	255794	
7. ETRS89:	48.77080	21.35173	279 m
S-JTSK:	1234303	255644	
8. ETRS89:	48.78438	21.33477	234 m
S-JTSK:	1232737	256821	
9. ETRS89:	48.81352	21.33666	244 m
S-JTSK:	1229507	256535	

