

# Návrh stratégie pre využívanie plytkej geotermálnej energie v pilotnej oblasti Bratislava

Výstup projektu D.T4.2.3 - podľa zadania:

Deliverable D.T4.2.3 Reviewed strategies for the use of shallow geothermal energy in the investigated pilot areas

09 2019

Zostavili: Natália Bahnová (SK)

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Dátum: 4.9.2019





## Obsah

CIEĽ DOKUMENTU .....	3
1. ÚVOD .....	4
2. SOCIO-EKONOMICKÉ PODMIENKY .....	4
2.1. Geotermálne tepelné čerpadlá: opis technológie a výhody použitia .....	6
2.2. Systémy s uzavretým okruhom .....	7
2.3. Otvorené systémy obehu .....	8
3. PLYTKÁ GEOTERMÁLNA ENERGIA V STRATÉGIÁCH NA SLOVENSKU .....	8
3.1. Využívanie energie pre pilotnú oblasť Bratislava v miestnych energetických a iných rozvojových plánoch .....	8
3.2. Potenciál plytkej geotermálnej energie v pilotnej oblasti Bratislavy .....	9
4. PREPOJENIE NA EXISTUJÚCE DOMÁCE STRATÉGIE .....	14
5. MOŽNOSTI ROZŠÍRENIA POUŽÍVANIA PLYTKEJ GTE .....	15
5.1. Identifikácia bariér a návrh na odstránenie .....	16
5.2. Definícia rizík a návrh na odstránenie .....	16
5.3. Súčasný stav podpory rozvoja plytkej geotermálnej energie .....	17
6. NAVRHOVANÁ STRATÉGIA EFEKTÍVNEHO VYUŽÍVANIA PLYTKEJ GEOTERMÁLNEJ ENERGIE .....	19
6.1. Cieľ stratégie a cieľových hodnôt .....	19
6.2. Prehľad potenciálnych cieľových skupín .....	19
6.3. Opis opatrení a dokumentov .....	20



## Cieľ dokumentu

Cieľom je podporiť existujúce a budúce stratégie v regióne relevantnými informáciami týkajúcimi sa využívania tepelných čerpadiel. Súčasná stratégia zahŕňa geotermálnu energiu, ktorá súvisí s hlbokými geotermálnymi zdrojmi. Na jednej strane sú perspektívne oblasti hlbokých geotermálnych zdrojov v širšom okolí Bratislavy, ale nepokrývajú mestské územie. Na druhej strane prístup k takýmto zdrojom vyžaduje vysoké investície.

Z tohto dôvodu je dôležité zmeniť zameranie iba z hlbokých zdrojov geotermálnej energie a zahrnúť plytké zdroje, ktoré sú prístupné jednotlivým používateľom a sú vhodné na vykurovanie a chladenie.

Projekt GeoPLASMA- CE, ktorého výsledky sú prezentované na <https://portal.geoplasma-ce.eu/> je súčasťou programu INTERREG Central Europe 2014-2020. Projektové práce sa realizujú v 6 vybraných pilotných oblastiach ako medzinárodná spolupráca 11 partnerov. Najdôležitejšou výzvou projektu je posilnenie povedomia verejnosti o výhodách plytkej GTE, poskytnutie vedeckej a technickej podpory pre zvýšenie jej širšieho použitia v oblasti mesta Bratislava. Úlohou projektu je preto vývoj modelových nástrojov reprezentovaných mapami potenciálov a mapami konfliktov záujmov pri využívaní plytkej geotermálnej energie.



## 1. Úvod

Bratislava je najrýchlejšie sa rozvíjajúcim regiónom, s najnižšou mierou nezamestnanosti a najvyššou životnou úrovňou na Slovensku. Žije tu vyše 420 000 obyvateľov. Od roku 1990 došlo k zníženiu skleníkových plynov o 20%, najmä z dôvodu náhrady hnedého uhlia za zemný plyn v domácnostiach, skvalitnenia spaľovania v motoroch a z dôvodu odsunu priemyslu z mesta. Boli prijaté národné, regionálne aj lokálne stratégie a schválené akčné plány, ktoré sa zaoberajú klimatickou zmenou a znížením množstva CO<sub>2</sub>. Podpora sa viaže najmä na zatepľovanie budov, zazelenanie miest a využívanie solárnej energie. Stratégia je taktiež zameraná na využívanie plytkej geotermálnej energie využíwanej formou tepelných čerpadiel.

Využitie plytkej geotermálnej energie v mestských oblastiach má veľký význam pre využívanie chladu z podzemnej vody pri dodávke energie hlavne vo veľkých budovách a centrách. Pri energetickom zabezpečení individuálnych stavieb (rodinné domy) je obyčajne využívané teplo aj chlad z podzemných vôd (formou otvorených okruhov - systém voda - voda) ako aj z horninového prostredia (formou uzavretých okruhov - systém zem - voda).

Predkladaná stratégia má ambíciu prispieť k naplňaniu Národnej adaptačnej stratégie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy (uznesenie č. 148/2014) v sídelnom prostredí mesta Bratislava.

## 2. Socio-ekonomické podmienky

Bratislava je hlavným mestom Slovenskej republiky, politickým, ekonomickým a kultúrnym centrom krajiny. Je najväčším mestom na Slovensku s viac ako 417 000 obyvateľmi (stav do roku 2014) a neustále rastie. Leží pri hranici s Rakúskom a Maďarskom na oboch stranách rieky Dunaj. Bratislava má celkovú rozlohu 367,9 km<sup>2</sup>. Severná časť sa rozprestiera na svahoch Malých Karpát (Malé Karpaty s nadmorskou výškou 102-550 m nm). Najvyšší bod v hraniciach mesta Bratislava je Devínska Kobyla s nadmorskou výškou 152 m n. m. Južná časť má nížinný charakter a je súčasťou geografickej jednotky Podunajskej nížiny s najnižším bodom 126 m n. m. Bratislava leží v miernom klimatickom pásme s priemernou ročnou teplotou 10 °C a hodnotou zrážok medzi 500 a 700 milimetrov. Lesná pôda na území mesta pokrýva približne 8 095 ha, čo je približne 23% mestskej plochy. Poľnohospodárska pôda je približne 13 851 ha. Model Bratislavskej sídelnej štruktúry je monocentrický. Mestské štvrte s prevládajúcou funkciou bývania sa nachádzajú v kompaktných oblastiach ako sú Petržalka, Vrakuňa, Karlova Ves alebo Dúbravka - Lamač. Očakáva sa, že trendy suburbanizácie začaté v 90. rokoch 20 storočia budú pokračovať aj v budúcnosti, ale budú slabšie. Zastavené oblasti Bratislavy sú tvorené tromi základnými druhmi povrchov: staršie súvislo zastavané oblasti slúžiace hlavne na bývanie a služby; voľnejšie bývanie, priemyselné, dopravné a rekreačné oblasti; a nakoniec veľké obytné oblasti z socialistického obdobia, navrhnuté ako sídliská, na okraji mesta. Rodinné domy na území Bratislavy predstavujú cca 10% z celkového počtu bytových jednotiek.

Územie Bratislavy ešte aj v súčasnosti zahŕňa mnohé oblasti s mimomestskou funkciou, napríklad poľnohospodárska pôda, lesy a vodné plochy.

Populácia Bratislavy je pomerne mladá (v roku 2013 bol priemerný vek 41 rokov), s vysokým podielom rodinných domácností (približne 70%). Mesto má pomerne vysokú úroveň ekonomicky aktívnych obyvateľov (viac ako 55% všetkých trvalých obyvateľov). Najpozitívnejšou charakteristikou bratislavského obyvateľstva je vysoký podiel obyvateľov s ukončeným vysokoškolským vzdelaním (viac ako 24% dospelého obyvateľstva). Bratislava patrí do regiónov s



veľmi nízkou mierou nezamestnanosti. Najvyšší počet zamestnaných osôb je v sektore služieb (približne 70%) a vo vysoko kvalifikovaných oblastiach, ako je výskum, vývoj, priemysel (približne 24%), vysokoškolské vzdelávanie a vzdelávanie (približne 10%). Iba 1% ľudí pracuje v poľnohospodárstve.

Dodávky pitnej vody pre Bratislavu zabezpečuje Bratislavská vodárenská spoločnosť. Je tiež zodpovedná za prevádzku systémov odpadovej vody v Bratislave a za vykonávanie všetkých fyzikálnych, chemických, biologických a mikroklimatických analýz povrchových vôd, pitnej vody a odpadových vôd na západe Slovenskej republiky. Napájanie elektrickou energiou je do značnej miery závislé od systému nadzemných vedení 400 kV EHV. Mesto poskytuje dodávky plynu viac ako 92 domácnostiam. Najväčší výrobca tepla je Bratislavská teplárenská (BAT) s inštalovaným výkonom 734,5 MW, ktorej centralizovaný vykurovací systém zásobuje cca 60 000 bytových jednotiek a príslušnú vybavenosť vo všetkých piatich mestských častiach. Systém centralizovaného zásobovania teplom pozostáva z dvoch hydraulicky nezávislých samostatných sústav:

- Bratislava - východ s médiom horúcou vodou,
- Bratislava - západ s médiom horúcou vodou.

Sústava Bratislava - východ je svojím rozsahom najväčšia v Bratislave. Ako centrálny zdroj v tejto sústave pracujú Tepláreň Východ (225 MW), Výchrevňa - Juh (232 MW) a externý tepelný zdroj, paroplynový cyklus s inštalovanou plynovou turbínou s tepelným výkonom 273 MW. Tieto zdroje sú navzájom prepojené a dodávku tepla zabezpečujú vzájomnou paralelnou spolupracou. Dĺžka primárnych horúcovodných sietí je cca 120 km, pričom kostru sústavy tvorí spojnica areálov Tepláreň Východ - výchrevňa Juh o profiloch 2 x DN 500 - 700 mm.

Teplárenská sústava Bratislava - západ je situačne umiestnená v severozápadnej časti mesta a pokrýva územné časti Karlova Ves, Dlhé diely, Mlynská dolina, Záluhy, južnú časť Dúbravky a objekty na Poliankach. Zdrojom tepla pre túto sústavu je Tepláreň Bratislava - západ (doplnená paroplynovým cyklom Cogen WEST Bratislava), ktorá dodáva teplo pre bytovo - komunálny sektor. V tejto oblasti nie sú väčšie technologické odbery. Primárne siete tejto sústavy sú dlhé cca 50 km. Hlavný napájač z teplárne je vedený po okraji lesa do Líščieho údolia s dimenziou 2 x DN 600 mm.

Ostatné veľké novšie sídelné celky ako Petržalka, Podunajské Biskupice, Devínska Nová Ves, Severná časť Dúbravky a Lamač sú vykurované blokovými kotolňami na zemný plyn so sekundárnymi rozvodmi tepla k spotrebiteľom. (prevzaté z AP udrž. ener. rozv., ECB 2013) pozri ďalej: Štatistická ročenka Hlavného mesta SR Bratislavy (2012) a Aktualizácia koncepcie energetickej hospodárnosti budov do roku 2010 s výhľadom do roku 2020

Zásobovanie Bratislavy energiou sa opiera v prevažnej miere o fosílna palivá. Ide najmä o kvapalné palivá využívané najmä v doprave (30,6%) a zemný plyn využívaný na výrobu tepla (32,3%) v lokálnych a centralizovaných zdrojoch. V menšej miere sa na konečnej energetickej spotrebe na území mesta podieľa elektrina. Z pohľadu konečnej spotreby energie mala v roku 2005 takmer štvrtinový podiel energia dodaná cez SCZT (24,1%). Z hľadiska spotrieb po jednotlivých sektoroch sú najväčším spotrebiteľom obytné budovy s celkovým podielom 40,5 %, nasleduje súkromná a obchodná doprava (29,7 %) a budovy terciárnej sféry (27,4 %). (prevzaté z AP udrž. ener. rozv., ECB 2013) V sektore obytných budov je na prvom mieste podľa miery využívania energia, dodávaná zo sústavy CZT, vo forme tepla pre vykurovanie a ohrev teplej vody. Nasleduje spotreba zemného plynu pre vykurovanie, ohrev teplej vody a varenie a



spotreba elektriny pre elektrické spotrebiče a osvetlenie. Spotreba ostatných fosílnych palív ako hnedé a čierne uhlie, resp. skvapalneného propán-butánu je minimálna. Tieto palivá sú využívané hlavne pre vykurovanie a ohrev TÚV v rodinných domoch. Z obnoviteľných zdrojov tepla je pre vykurovanie a ohrev TÚV, v sektore obytných budov, využívané drevo. Komplexné informácie o využití energie zeme pomocou tepelných čerpadiel resp. slnka zo solárnych kolektorov neboli ECB pri zostavovaní AP k dispozícii a keďže sa predpokladali minimálna inštalácia týchto systémov, vo východiskovej inventarizácii emisií (BEI) ich neuvádzajú.

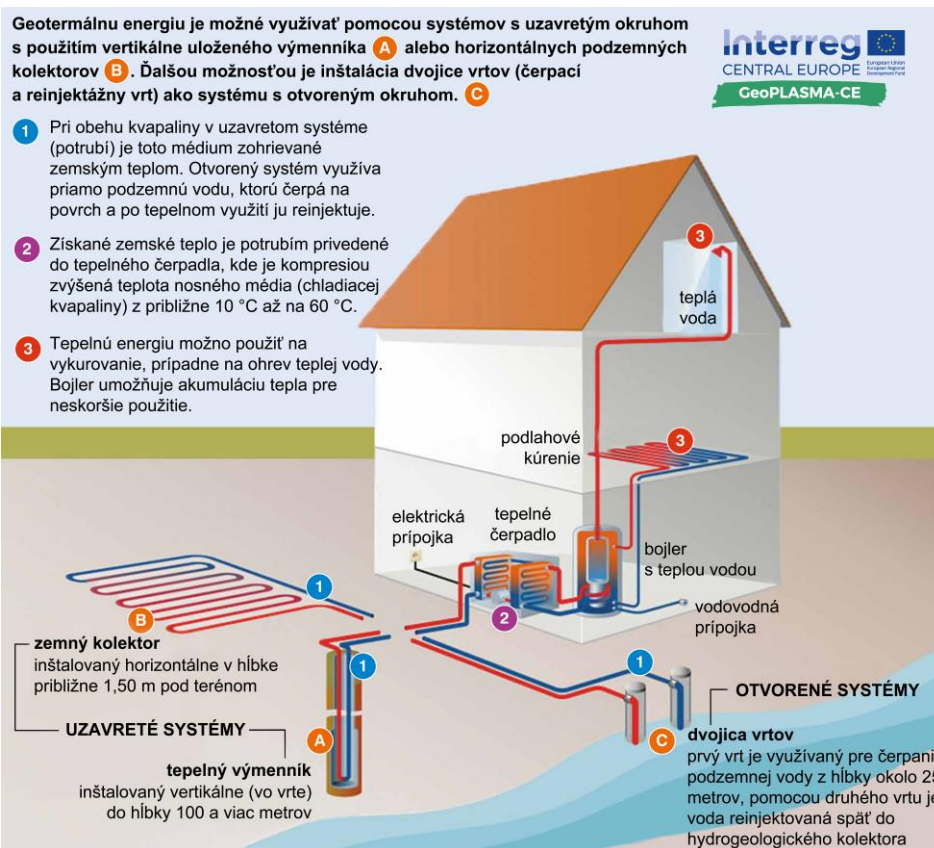
## 2.1. Geotermálne tepelné čerpadlá: opis technológie a výhody použitia

Technológia využívania plytkých geotermálnych zdrojov, tiež nazývaná nízkoteplotná geotermálna energia, je založená na využití geotermálnych tepelných čerpadiel. V strednej Európe je teplota hornín v hĺbke 20 metrov pod povrchom obvyčajne okolo 10 °C, pričom s rastúcou hĺbkou každých ďalších 100 metrov zvyšuje teplotu približne o 3 °C. Tepelná energia hornín, ako aj podzemnej vody, ktorá sa využíva pomocou tepelných čerpadiel je k dispozícii všade, kedykoľvek, bez ohľadu na denné alebo ročné obdobie.

Obrázok 1 ukazuje všeobecnú technickú schému využitia plytkého geotermálneho tepla pozostávajúcu z (1) zdroja tepla, (2) výmenníka tepla a voliteľného tepelného čerpadla a (3) vykurovacieho systému a technického dočasného skladovania. V kontexte GeoPLASMA-CE sa uvažuje s využitím tepla pomocou vrtov pre dva systémy - s uzavretým okruhom a s otvoreným okruhom. Iné riešenia, ako napríklad horizontálny kolektor znázornený na obrázku 1, sa považujú za marginálne. Vypracované stratégie a opatrenia sa však dajú uplatniť aj na tieto systémy.

Rámcová stratégia vyvinutá v rámci GeoPLASMA-CE zahŕňa tieto aplikácie geotermálnej energie:

- > Aplikácia vykurovania pomocou tepelného čerpadla;
- > Priame vykurovanie a klimatizácia (bez tepelného čerpadla);
- > Pasívne chladenie (voľné chladenie), nútené chladenie;
- > Sezónne skladovanie tepla (kúrenie a chladenie).



Obr.1. Schéma geotermálnych tepelných čerpadiel s uzavretým okruhom (s vertikálnym a horizontálnym výmenníkom tepla) a otvoreným okruhom v rodinnom dome.

## 2.2. Systémy s uzavretým okruhom

Geotermálne tepelné čerpadlá sa skladajú z troch častí: zdroj tepla, tepelné čerpadlo (s kompresorom) a vykurovací systém (obrázok 1). Systémy s uzavretou slučkou, ktoré odvádzajú teplo z horninového prostredia základne, používajú na prenos tepla až po výmenu tepla v horninovom prostredí polyetylénové rúry. Môžu byť inštalované vo zvislých vrtoch s hĺbkami od 30 m do 200 metrov, potom sa nazývajú „výmenníky tepla vo vrtoch“ alebo sa inštalujú vodorovne v hĺbke 1,0 - 1,5 metra (horizontálne tepelné kolektory). Existujú tiež systémy, ktoré sú prechodnou verziou medzi výmenníkmi tepla vo vrtoch a horizontálnymi kolektormi. Niektoré technické riešenia využitia tepla zahŕňajú aj výmenníky tepla, ktoré sú umiestnené v základoch budov. Na zvýšenie účinnosti systému je možné kombinovať rôzne typy tepelných výmenníkov s uzavretým systémom.

Systémy s uzavretým okruhom používajú pracovné médium cirkulujúce v podzemnom systéme, ktorým je najčastejšie roztok vody a glykolu / etanolu. Toto spojenie má zabezpečiť dobrý prenos tepla a zabrániť zamrznutiu pracovného média pri teplote pod 0 °C. Cirkulujúca kvapalina prenáša teplo z horninového prostredia na povrch a dodáva ho do tepelného výmenníka tepelného čerpadla. Kompresia, ktorá sa uskutočňuje v zariadení, zvyšuje teplotu kvapaliny z približne 10 °C na 60 °C. Po odovzdaní tepla do výmenníka tepla sa pracovné médium vráti opäť do vrtu a začne ďalší cyklus prepravy energie. V prípade chladenia sa proces uskutočňuje opačným spôsobom, t.j. klimatizačné zariadenia zhromažďujú prebytočné teplo z budovy a ukládajú teplo do horninového prostredia pomocou výmenníka a pracovného média.



## 2.3. Otvorené systémy obehu

Schéma operačného systému otvoreného systému je veľmi podobná uzavretému systému s tým rozdielom, že nosič a zdroj tepla je priamo podzemná voda. Voda je čerpaná z vrtu (studne) na povrch, kde odovzdáva teplo výmenníku tepelného čerpadla. Tepelne využitá voda sa reinjektuje cez zasakovací (reinjektážny) vrt do kolektora podzemnej vody.

## 3. Plytká geotermálna energia v stratégiách na Slovensku

Energetická politika Slovenskej republiky (548/2014) (ďalej len „EP“) zdôrazňuje optimálne využívanie miestnych zdrojov energie a „nízkouhlíkových „technológií, ako sú obnoviteľné zdroje energie (OZE). Je strategickým dokumentom, ktorý vymedzuje hlavné ciele a priority energetického sektora do roku 2035 s cieľom do roku 2050. Podiel jednotlivých zdrojov SR na hrubej domácej spotrebe energie bol v roku 2012 nasledovný: zemný plyn 26%, jadrové palivo 24%, uhlie 21%, ropa 20%, obnoviteľné zdroje vrátane vodných elektrární 9%. Plytká geotermálna energia však v dokumente nie je konkrétne uvedená, pričom tradične je využitie geotermálnej energie spájané s hlbšími geotermálnymi štruktúrami. Podpora obnoviteľných zdrojov energie je deklarovaná vo viacerých právnych, strategických dokumentoch, ako aj koncepciách využívania obnoviteľných zdrojov, napr. Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie vydaná uznesením vlády č. 282/2003 (dátum schválenia 23.4.2003), Koncepcia rozvoja energetickej efektívnosti SR vydaná uznesením vlády SR č. 576/2007 (dátum schválenia 25.4.2007), Koncepcia rozvoja výroby elektriny z malých obnoviteľných zdrojov energie v SR vydaná uznesením vlády č. 347/2013 (dátum schválenia 3.7.2007), Koncepcia energetickej účinnosti budov na roky 2010 až 2020 vydaná ako uznesenie vlády č. 384/2008 (dátum schválenia 11.6.2008), Aktualizácia Koncepcie energetickej účinnosti budov na roky 2010 až 2020 vydaná ako uznesenie vlády č. 336/2012 (dátum schválenia 6.7.2012). Tieto dokumenty deklarujú okrem iného aj podporu využívania tepla formou tepelných čerpadiel. Na legislatívne a koncepcné programy je viazaná aj finančná podpora (napr. Operačný program Kvalita životného prostredia, projekt Zelená domácnostiam).

### 3.1. Využívanie energie pre pilotnú oblasť Bratislava v miestnych energetických a iných rozvojových plánoch

Väčšina obytných a neobytných budov v Bratislave bola postavená po roku 1945 a najmä po roku 1960 realizáciou hromadných foriem stavebných prefabrikovaných kostrových budov. Rodinné domy na území mesta Bratislava predstavovali asi 10% z celkového počtu bytov. Do roku 2011 sa zrekonštruovalo asi 20% bytov. V súčasnej dobe prebieha masívna výstavba hlavne v okolitých lokalitách v nezastavenej časti mesta Bratislava (južná časť - Petržalka, západná časť - Bory, východná časť - Vajnory a Podunajské Biskupice, ako aj centrum mesta v okolí zimného prístavu a lokality Nivy).

V sektore obytných budov bolo doteraz pri spotrebe energie prvé miesto, ktoré využíva energiu dodávanú z diaľkového vykurovania na vykurovanie a ohrev teplej vody (Štatistická ročenka mesta Bratislavy za rok 2006, vlastné spracovanie ECB, 2013). Nasledovala spotreba zemného plynu na vykurovanie, ohrev teplej vody a na varenie a spotreba elektrickej energie na elektrické spotrebiče a osvetlenie. Spotreba iných fosílnych palív, ako je hnedé a čierne uhlie,





drevo, resp. skvapalnený propán-bután bol minimálny. Tieto palivá sa používajú hlavne na vykurovanie v rodinných domoch.

Množstvo tepla produkovaného centralizovanou dodávkou sa v posledných rokoch znížilo. Tento trend bol spôsobený teplejším počasím, ale aj tepelnou izoláciou a ďalšími racionalizačnými opatreniami. Vplyv na znižujúcu sa centralizovanú dodávku malo aj odpojenie zákazníkov od centralizovaných systémov zásobovania teplom. V roku 2016 sa však reálna spotreba tepla zvýšila. Objednané množstvo tepla bolo 12 337 GWh, z tohto objemu sa 41% tepla využíva na ohrev a výrobu teplej úžitkovej vody.

Pozíciou dlhodobo najpoužívanejšieho paliva na výrobu tepla v Slovenskej republike je zemný plyn. V roku 2016 dosiahol jeho podiel 57,4%. Druhým miestom je biomasa. Kým v predchádzajúcich rokoch mala biomasa štvrtinový podiel, v roku 2016 klesol na 20%. Podiel uhlia na výrobe tepla predstavoval 17,6%, bioplyn stúpol na 4,7%. Na výrobu tepla sa v menšej miere používa geotermálna energia, tepelné čerpadlá alebo solárna energia.

Na druhej strane existuje veľký záujem slovenských domácností o vlastnú výrobu tepla (ako aj elektriny) z obnoviteľných zdrojov, napríklad prostredníctvom dotačného programu Zelená domácnostiam pripravovaný v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia, ktorý riadi Ministerstvo životného prostredia SR. Projekt je súčasťou prioritnej osi č. 4 zameranej na podporu energeticky efektívneho nízkouhlíkového hospodárstva vo všetkých sektoroch. Zelená domácnostiam II (2019 - 2023) je druhou etapou podpory zameranej na využívanie tzv. malých obnoviteľných zdrojov v rodinných a bytových domoch s rozpočtom 48 miliónov EUR. V pilotnom projekte Zelená domácnostiam (prvá etapa 2015 - 2019) bolo k dispozícii 45 miliónov €. Realizátorom národného projektu je Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA), ktorá je príspevkovou organizáciou Ministerstva hospodárstva SR. Podporované sú zariadenia na výrobu elektriny, konkrétne fotovoltické panely a zariadenia na výrobu tepla, ktorými sú slnečné kolektory, kotly na biomasu a tepelné čerpadlá. Cieľom projektu je zvýšenie podielu využitia OZE v domácnostiach a súvisiace znižovanie emisií skleníkových plynov (<https://zelenadomacnostiam.sk/sk/domacnosti/o-projekte/>).

Podľa údajov SIEA v prvej etape (Zelená domácnostiam 2015 - 2019) z celkového množstva vyplatených poukážok 41% týkalo solárnych kolektorov, 24% tepelných čerpadiel, 24% fotovoltických panelov a 11% kotlov na biomasu.

### 3.2. Potenciál plynkej geotermálnej energie v pilotnej oblasti Bratislavy

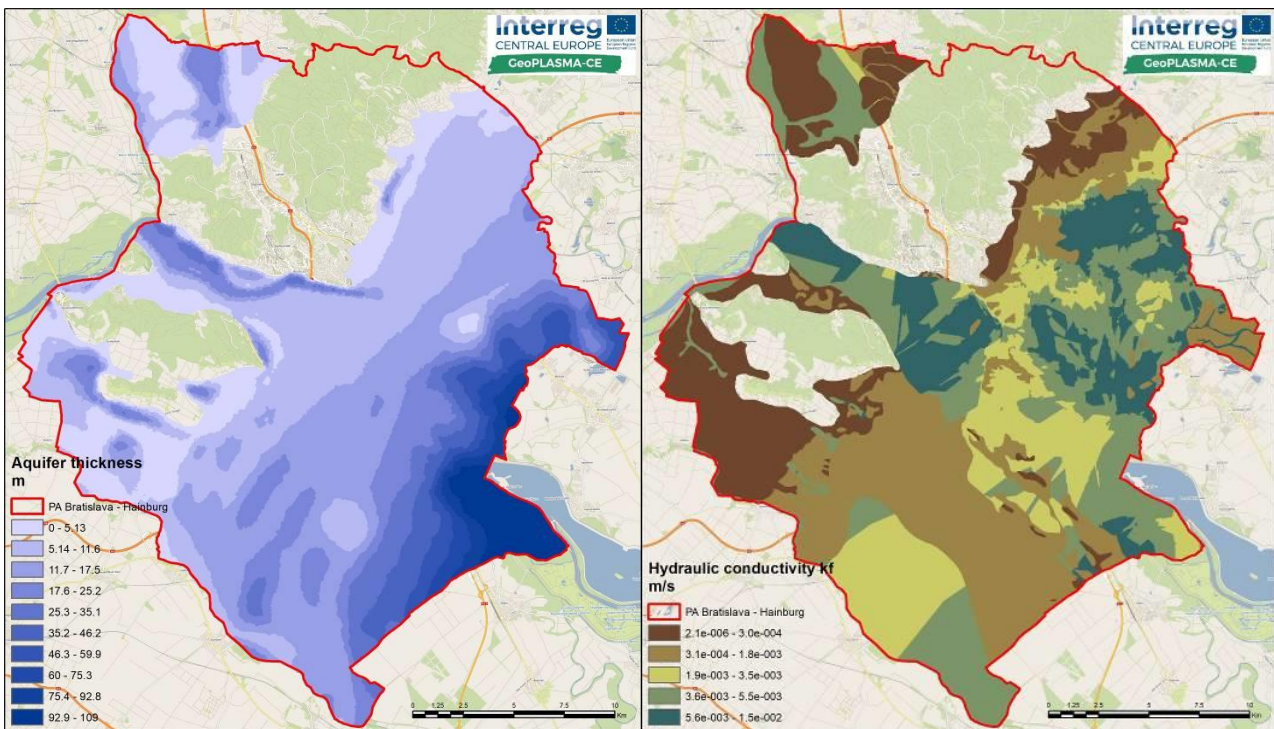
Pilotná oblasť bola z pohľadu potenciálu plynkej geotermálnej energie hodnotená spolu pre mestské a vidiecke prostredie, ktoré zahŕňalo územie v oblasti miest Bratislava - Hainburg - Kittsee. Hodnotenú územie pokrýva 603 km<sup>2</sup> medzi Slovenskom a Rakúskom v blízkosti Maďarska. Táto oblasť je ohraničená prírodnými hranicami (rieka Leitha na juhu, rieka Morava a Dunaj na západe) a správnymi hranicami mesta Bratislava na severe a východe. Rieky Dunaj, Leitha a Morava ohraničujú oblasť smerom na západ, zatiaľ čo východnú hranicu vymedzuje administratívny obrys mesta Bratislava. Rakúsko-slovenská hranica rozdeľuje pilotnú oblasť na vidiek (rakúska časť na juhozápade) a mestskú časť na severovýchode s Bratislavou ako hlavným mestom Slovenska. Topografická nadmorská výška sa pohybuje od 514 m n. m. v pohorí Malé Karpaty v severnej časti do 125 m vo východnej časti, kde Dunaj opúšťa pilotnú oblasť.

Z geologického hľadiska je oblasť tvorená jadrovými pohoriami (s kryštálickým jadrom - granity, metamorfované horniny a sedimentárny mezozozický obal) Malé Karpaty a Hainburger Berge.



Nížina patrí do Viedenskej kotliny a povodia Dunaja so sedimentárnou výplňou neogénnych a kvartérnych sedimentov. Z litologického hľadiska má oblasť veľkú rozmanitosť typov hornín a sedimentov, ktoré vytvárajú rôzne podmienky pre doplňovanie vody a cirkuláciu podzemnej vody, ako aj geotermálne podmienky dôležité pre inštaláciu plytkých geotermálnych systémov. Štrky, štrko-piesčité a piesčité sedimenty kvartéru sú vhodnými hydrogeologickými kolektormi, ktoré sa využívajú pre zabezpečenie pitnej vody. Kvartérne sedimenty dosahujú hrúbku od cca 1 m na úpätí svahov pohoria Malé Karpaty a Hainburger Berge, pričom ich hrúbka sa zväčšuje smerom na východ smerom do centra Podunajskej panvy, kde dosahujú hrúbku niekoľko desiatok metrov.

Hrúbka zvodneného kolektora pritom závisí aj od hĺbky hladiny podzemnej vody (Obrázok 2a). Smer prúdenia podzemných vôd je spojený hlavne s riekou Dunaj v centrálnej časti pilotnej oblasti a v severnej a južnej časti je ovplyvnený prestupom podzemných vôd z okolitých pohorí. Hydraulické vlastnosti kvartérnych sedimentov sú reprezentované distribúciou hodnôt koeficientov filtrácie (Obrázok 2b). Výstupné hodnoty sú produktom modelovania a extrapolácie hodnôt do oblastí bez kvalitných vstupných údajov len na základe distribúcie litologickej náplne z geologického modelu. Fluviálne sedimenty majú v skúmanej oblasti hodnoty koeficientu filtrácie v intervale od  $n.10^{-6}$  do  $n.10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ , pričom vo východnej časti skúmanej oblasti majú najvyššie stredné hodnoty koeficientu filtrácie až do  $1,5.10^{-2} \text{ m.s}^{-1}$ .



a)

b)

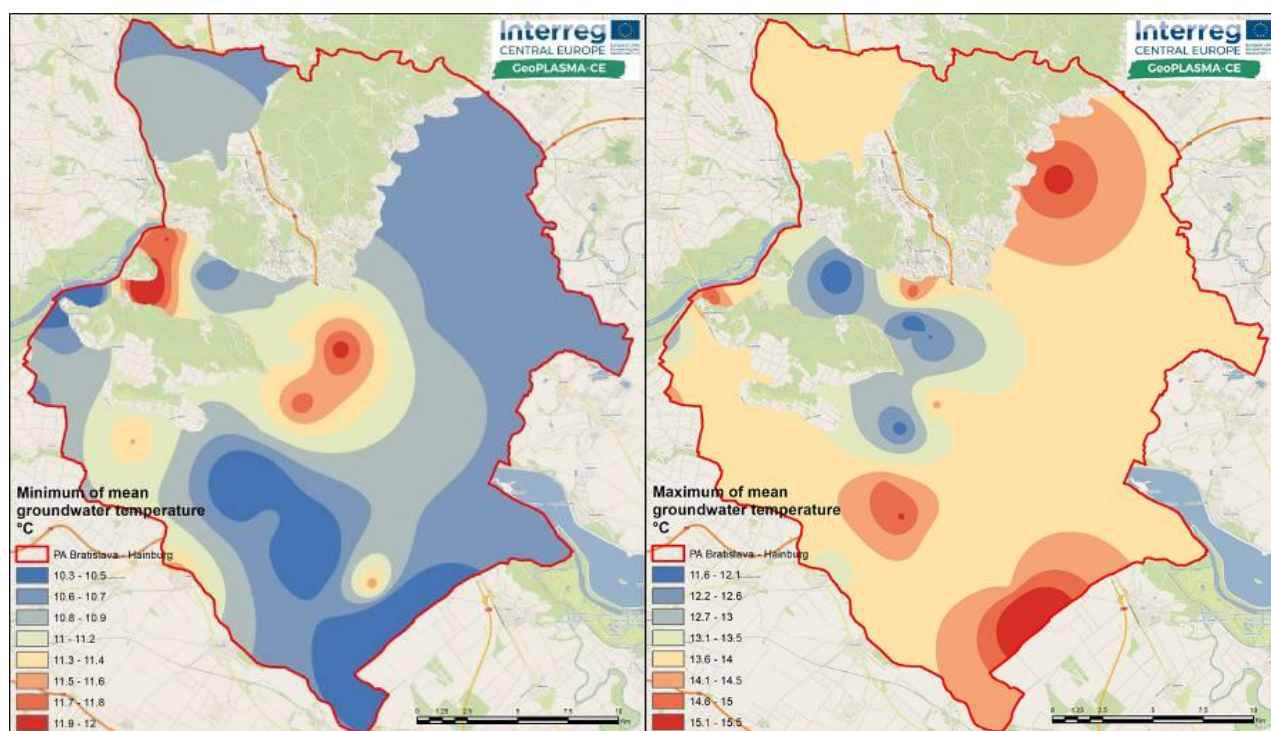
Obrázok 2: Pilotná oblasť Bratislava - Hainburg - Kittsee, mapové podklady pre výpočet potenciálu plytkej geotermálnej energie, a) hrúbka zvodneného kvartérneho kolektora podzemných vôd v pilotnej oblasti, výstup z hydraulického modelu (m), b) distribúcia hodnôt koeficienta filtrácie (v jednotkách  $\text{m.s}^{-1}$ ).

Distribúcia teplôt podzemnej vody závisí od hustoty dát, ktoré vstupovali do interpolácie. Na základe skromných dát o teplotnom režime podzemných vôd môžeme predpokladať, že



hodnotenom území je v kvartérnych sedimentoch minimálna teplota podzemnej vody v intervale od 10 - 12 °C. Maximálne teploty podzemnej vody kvartérnych kolektorov sa pohybujú v intervale 11 - 15 °C (Obrázok 3). Pri distribúcii teplôt zobrazenej na mapách v danom regióne je potrebné mať na pamäti veľmi malé pokrytie a nízku hustotu siete vstupných údajov o teplote podzemnej vody a tým skreslenú informáciu vyplývajúcu z interpolácie hodnôt.

Pre odhad množstva podzemných vôd dostupných na skúmanom území bola prijatá jednotná metodika pre všetky pilotné oblasti, zobrazujúca teoretické množstvo podzemných vôd v l.deň<sup>-1</sup> prepočítaná na m<sup>2</sup> (Obrázok 4).



a)

b)

Obrázok 3: Mapy minimálnej a) a maximálnej b) teploty podzemnej vody skúmanej oblasti Bratislava - Hainburg - Kittsee v pohraničnej oblasti medzi Rakúskom a Slovenskom (v °C) za obdobie rokov 2007 až 2016.

Z pohľadu hodnotenia **energetického potenciálu pilotnej oblasti** bol hlavný dôraz kladený na hodnotenie zvodnených kvartérnych kolektorov. Útvar podzemnej vody v kvartérnych sedimentoch je v pilotnom území rozložený na veľkej ploche, pričom sa jeho hrúbka zväčšuje smerom na východ. Útvar podzemnej vody je z časti v hydraulickom spojení s riekou Dunaj a z časti je podzemá voda dopĺňaná z okolitých pohorí (Malé Karpaty, Hundsheim Berge). Vplyvom mesta je však režim hladiny ovplyvnený hydraulickými bariérami na brehu rieky, ako aj čerpaním podzemných vôd. Tento fakt tiež vplyva aj na teplotný režim podzemných vôd, nakoľko v meste sú využívané podzemné vody na účely chladenia a vykurovania.

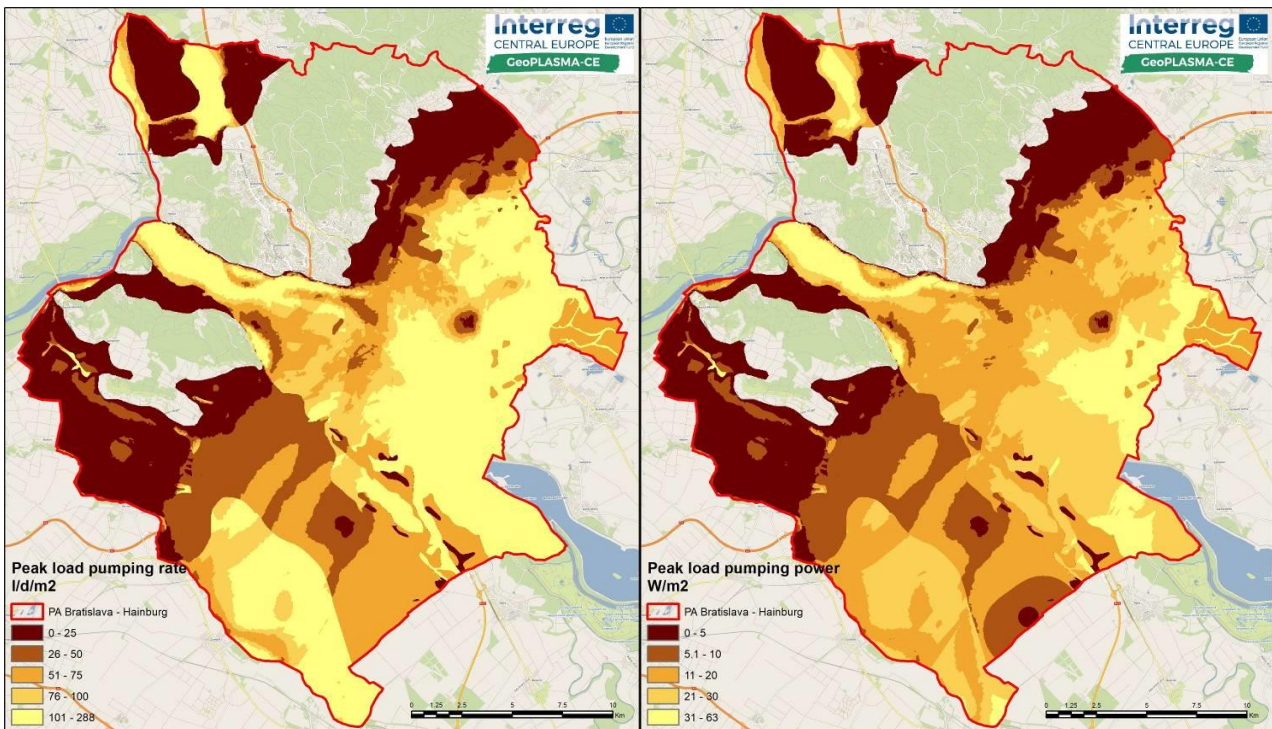
Určenie maximálneho potenciálu dodávky sa vzťahuje na predpokladanú požiadavku tepla na plochu v roku 2025 (zdroj: Austrian Heat Map) a zohľadňuje dva rôzne scenáre použitia:

i. Použitie tepelných čerpadiel podzemnej vody v jednostrannej zát'aži (iba kúrenie)



ii. Využitie tepelných čerpadiel podzemnej vody v vyrovnanej ročnej prevádzke (vyvážené vykurovanie a chladenie).

V prípade použitia (i) sa maximálny tepelný výnos pre hypotetický prípad úplného ochladenia útvaru podzemnej vody vypočítal na teplotu 5 °C počas 30 rokov. Na druhej strane bolo zanedbávané tepelné dopĺňovanie prítokom podzemnej vody. Prípad použitia (ii) berie do úvahy iba tepelnú akumuláciu kapacitu útvaru podzemnej vody, pričom opäť zanedbáva tepelné dopĺňovanie prítokom podzemnej vody.

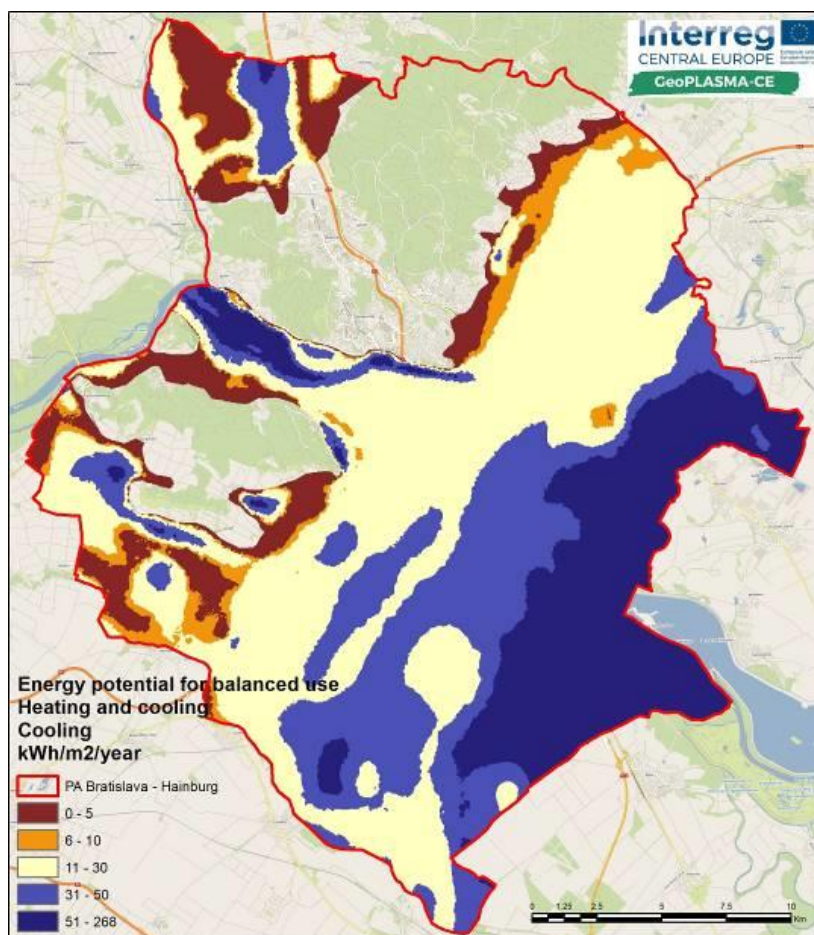


a)

b)

Obrázok 4 Mapa zobrazujúca a) maximálne možné množstvo čerpania ( $l \cdot deň^{-1} \cdot m^{-2}$ ) ako výsledok hydraulického modelu skúmanej oblasti Bratislava - Hainburg - Kittsee; b) mapa potenciálneho tepelného výkonu ( $W \cdot m^{-2}$ ) skúmanej oblasti

Nakoniec je možné konštatovať, že dodávka tepla v pilotnej oblasti môže byť do značnej miery zabezpečená geotermálnou energiou na blízko povrchu. Vďaka ponukám špecifickým pre danú oblasť by sa rozvoj geotermálnej energie na blízko povrchu mohol realizovať medzi 20% (husto zastavané mestské oblasti s prednostným využívaním termálnej podzemnej vody) a viac ako 70% (v okrajových oblastiach využívajúcich geotermálne sondy). V novovybudovaných oblastiach nepredstavuje dostupnosť využiteľného nadzemného otvoreného priestoru významný faktor obmedzujúci potenciál: V husto zastavaných oblastiach a v oblastiach bez novej výstavby je premena dodávky tepla z decentralizovaných dodávok plynu na aplikácie geotermálnej energie na povrchu iba v experimentálnej fáze. Cieľené potenciálne štúdie v husto zastavaných oblastiach vo Viedni by mohli pomôcť určiť realistickú úroveň pokrytia.



Obrázok 7 Energetický potenciál (v kWh.m<sup>-2</sup>.rok<sup>-1</sup>) pri využívaní horninového prostredia a podzemnej vody na kúrenie a chladenie súčasne v skúmanej oblasti Bratislava - Hainburg - Kittsee.

Z hľadiska technického potenciálu boli v rámci projektu uvažované geotermálne aplikácie, ktoré využívajú teplo z podzemnej vody a horninového prostredia formou uzavretého okruhu (pri uvažovaní tepelných výmenníkov vo vrtoch) a otvoreného okruhu pri čerpaní podzemnej vody.

Obmedzenia aplikácie, ktoré využívajú plytké zdroje geotermálnej energie (najmä tepelných výmenníky vo vrtoch pri uzavretých systémoch) vyplývajú hlavne z technického hľadiska:

- chránené oblasti (vodné hospodárstvo, ochrana prírody);
- zložité geologické podmienky, ktoré vedú k rizikám vrtania (napríklad zosuvy);
- kontaminácia, ktorá by mohla byť mobilizovaná inštaláciou a prevádzkou geotermálnych zariadení;
- existujúca podzemná infraštruktúra, prípadne podzemné priestory (krasové javy).



## 4. Prepojenie na existujúce domáce stratégie

Od roku 2012 je Bratislava signatárom Dohovoru starostov - Covenant of Mayors (nariadenie Rady mesta č. 545/2012 26. apríla 2012). Podpisom dohovoru sa zaviazala splniť a prekročiť cieľ Európskej únie - a do roku 2020 znížiť emisie CO<sub>2</sub> na území mesta o 20,7%. Úlohy súvisiace s Dohovorom primátorov a starostov sa uskutočňujú prostredníctvom Akčného plánu pre trvalo udržateľnú energiu schváleného mestskou radou vo februári 2014. Následne podpísalo mesto Bratislava v roku 2014 (uznesenie Mestskej rady č. 1658/2014 24. septembra 2014) Mayors Adapt, realizovaný prostredníctvom Adaptačnej stratégie a prostredníctvom akčného plánu pre adaptáciu na roky 2016-2020.

Bratislava má vypracovaný územný plán mesta a územné plány zón pre vybrané významné lokality. Cieľom územného plánu je systematicky a komplexne riešiť priestorové usporiadanie a funkčné využívanie krajiny a stanoviť jeho princípy. Navrhuje materiállovú a chronologickú koordináciu aktivít, ktoré ovplyvňujú životné prostredie, ekologickú stabilitu a kultúrno-historické hodnoty krajiny, rozvoja krajiny a krajiny v súlade so zásadami trvalo udržateľného rozvoja. Plán je k dispozícii tu: <http://www.bratislava.sk/uzemny-plan-hlavneho-mesta-slovenskej-republiky-bratislavy/d-80478>

V roku 2009 bol schválený Program hospodárskeho a sociálneho rozvoja, ktorý bol v roku 2015 aktualizovaný. Mesto Bratislava sa zaväzuje riešiť problematiku klimatických zmien a súvisiacich príslušných adaptačných opatrení. Program si môžete pozrieť na <http://zastupitelstvo.bratislava.sk/samosprava/uznesenie/id:1530>

Bratislava má aj ďalšie strategické dokumenty. Stratégia adaptácie na nepriaznivé vplyvy klimatických zmien na území Bratislavy, hlavného mesta Slovenskej republiky je záväzný dokument, ktorý bol schválený mestom Uznesenie Rady č. 1659/2014 dňa 24. septembra 2014 (pozri webovú stránku <http://bratislava.sk/uznesenie-c-1659-2014/d-11044992>). Cieľom stratégie je zabezpečiť primerané mechanizmy pre mesto proti zvýšeným rizikovým vplyvom zmeny klímy, znížiť zraniteľnosť vhodnými adaptačnými opatreniami v rámci jednotlivých sektorov (oblastí) a poskytnúť potrebné informácie a nástroje na uľahčenie procesu rozhodovania a riadenia.

Na základe uznesenia Mestskej rady č. 1659/2014 z 24. septembra 2014, ktorým sa na území Bratislavy prijala Stratégia adaptácie na nepriaznivé vplyvy klimatických zmien bol vyžiadany Akčný plán na prispôsobenie sa negatívnym vplyvom zmeny klímy pre Bratislavu, hlavné mesto Slovenskej republiky, na roky 2016-2020. Akčný plán na adaptáciu je realizovaný prostredníctvom dvoch už ukončených projektov: "Bratislava sa pripravuje na zmenu klímy" (obdobie 2014-2017) a projekt H2020 RESIN "Mestá a infraštruktúra odolné voči klimatickým zmenám" (obdobie: 2015 -2018).

Pre mesto Bratislava je k dispozícii aj množstvo sektorových politických dokumentov a stratégií. V súčasnosti sú aktuálne:

- Akčný plán pre trvalo udržateľný energetický rozvoj v Bratislave, hlavnom meste Slovenska (2014): Ide o ucelený krátkodobý a strednodobý strategický dokument, ktorý definuje aktivity mesta zamerané na znižovanie emisií CO<sub>2</sub>. Spracovaný bol v nadväznosti na pristúpenie mesta k celoeurópskej iniciatíve Dohovor primátorov a starostov. Ako východisko pre spracovanie Akčného plánu bola, na základe celkovej vízie mesta uvedenej v Programe hospodárskeho a sociálneho rozvoja Hlavného mesta SR Bratislavy na roky 2010 - 2020, definovaná vízia udržateľného rozvoja Bratislavy v oblasti energetiky a boja proti klimatickým zmenám.



• Akčný plán adaptácie na nepriaznivé dôsledky zmeny klímy na území hlavného mesta Slovenskej republiky Bratislavy na roky 2017-2020 (marec 2017): Strategické ciele Akčného plánu adaptácie rešpektujú štyri špecifické ciele Stratégie adaptácie. Tieto ciele sú prierezové, to znamená, že opatrenia na ich dosiahnutie je potrebné realizovať vo viacerých sektoroch rozvoja mesta a obsahujú opatrenia pre krátkodobý, strednodobý a dlhodobý časový horizont. Strategické prierezové ciele Akčného plánu adaptácie sú nasledovné:

- o Hodnotenie zraniteľnosti mesta na zmenu klímy
- o Adaptácia na zmenu klímy a miestne politiky mesta
- o Klimaticky neutrálne mesto; v sektore energetiky sa pristupuje k opatreniu využívať na chladenie miestností v budovách majetku hl. mesta Bratislavy, MC a organizácií mesta chladenie formou trigenerácie, pomocou kapilárnych rozvodov v stropoch, absorpčné chladiarenské zariadenia a kompresorové systémy;
- o Povedomie - informovanosť - participácia - spolupráca
- o Hodnotenie pokroku v adaptácii mesta na zmenu klímy

Bratislava je členom viacerých medzinárodných organizácií, ktorých aktivity súvisia so zlepšovaním manažmentu mesta a trvalo udržateľného rozvoja (napr. EUROCITIES, hlavné mestá Európskej únie, Zväz hlavných miest strednej a juhovýchodnej Európy, Medzinárodná federácia bytov a plánovania, Medzinárodná asociácia verejnej dopravy). Od roku 1994 je Bratislava členom Asociácie zdravých miest. Bratislava podpísala dohodu o cezhraničnej spolupráci s Dolným Rakúskom, ktorej cieľom je prehĺbenie aktivít cezhraničnej spolupráce v rôznych oblastiach.

## 5. Možnosti rozšírenia používania plynkej GTE

Začiatkom roku 2018 sa uskutočnil prieskum o súčasnom využívaní plynkej GTE, o problémoch pri jej využívaní a víziách do budúcnosti. Okrem súkromných, mestských a štátnych organizácií v Bratislave boli oslovené aj okresné úrady životného prostredia, stavebné a mestské úrady v Malackách a Pezinku.

Z výsledkov prieskumu vyplýva nasledovné:

- Podľa profesie disponovali respondenti rôznymi vedomosťami o technológii plynkej geotermálnej energie od najpočetnejšie zastúpenej všeobecnej znalosti až po profesijne dobré vedomosti spojené s praktickým skúsenosťami. Len v jedinom prípade sme sa stretli s neznalosťou technológie.
- Najčastejšie sa organizácie stretali s využívaním technológie pri rodinných domoch, menej pri komerčných budovách, avšak v budúcnosti očakávajú presadenie sa tejto technológie aj pri centrálnom vykurovaní, prípadne chladení.
- Vo všeobecnosti je v budúcnosti očakávané zvýšenie dopytu po chladení.
- Výsledky projektu GeoPLASMA CE, tak ako im boli predstavené označili za vhodný výstup, ktorý by sa mal stať súčasťou plánovaných budúcich stratégií a prejavili záujem o spoluprácu najmä pri poskytnutí informácií o výhodách a problémoch inštalácie TČ a ocenili by zvýšenie povedomia a propagácie technológii pre verejnosť.



- V oblasti záujmu chýba prepojenie informácií medzi subjektami. Súkromný prevádzkovateľ má štatistiky a priestorové informácie len o zariadeniach v ich správe, tak isto magistrát mesta Bratislava má tieto informácie len o budovách vo vlastníctve mesta. Okresné, stavebné a mestské úrady archivujú jednotlivé spisy, bez znalosti ich priestorového rozloženia a možného ovplyvnenia, atď.

## 5.1. Identifikácia bariér a návrh na odstránenie

Na vyhodnotenie súčasného stavu z hľadiska silných a slabých stránok, príležitostí a ohrození bola použitá SWOT analýza. SWOT analýza je východiskom pre formulovanie stratégie. Jej cieľom bolo posúdenie vnútorných faktorov ovplyvňovaných samotnou technológiou a rozbor príležitostí a obmedzení ktoré ponúka prostredie mesta Bratislava. Analýza načrtáva možné alternatívy budúceho vývoja, možnosti na ich využitie, prípadne ich riešenie.

Defenzívnu stratégiou (S-O), pri ktorej sa uvažovalo so silnými stránkami technológie v nepriaznivom prostredí Bratislavy, bolo poukázané na ekologickosť technológie čo umožní Bratislave naplniť záväzky vyplývajúce zo Stratégie EU pre adaptáciu na zmenu klímy (Covenant of Majors) a čerpať podporu z EU fondov. Tiež sa predpokladá dobre pripravené PR od výrobcov tepelných čerpadiel.

Stratégia spojenectva (W-O) pri pochybnostiach s „dopadom pri dlhodobom využívaní“ technológie a známymi vysokými prvotnými nákladmi najmä z dôvodu vrtných prác, odporúča poukázať na vhodné geologické prostredie v okrajových častiach s novou výstavbou a potrebu získania „energetickej certifikácie“ pri kolaudácii nízkoenergetických domov. Tiež sa odporúča zabezpečiť v Bratislave fungovanie Covenant of Mayor (finančná pomoc).

Stratégia úniku (W-T) je riešená pre situáciu nevhodnej technológie v nevhodnom prostredí. V takejto situácii treba uvažovať o inštalácii aspoň na niektorých priaznivejších lokalitách, ponúknuť obmenenú technológiu, alebo sa vôbec nesnažiť presadiť na trhu v prostredí mesta Bratislava.

## 5.2. Definícia rizík a návrh na odstránenie

Pri rozhodovaní o využívaní plynovej GTE dochádza k uprednostňovaniu TČ využívajúcich lacnejší systém vzduch-voda. V tomto prípade treba poukázať na teplotne stabilnejší a tým aj efektívnejší systém voda-voda, prípadne zem-voda. Pri stavebných riešeniach sa s využívaním plynovej GTE uvažuje veľmi málo a týmto smerom nie je ponúkaná ani finančná podpora. Nevýhodou je aj slabá znalosť technológie, jej dlhodobá návratnosť a tiež neporovnateľne zdĺhavejšia realizácia, vyžadujúca špeciálne povolenia a finančne náročné vrtné práce na vhodnom pozemku. Riešením by bolo zvýšenie povedomia odbornej aj laickej verejnosti a upriamenie podpory priamo na využívanie plynovej geotermálnej energie.





### 5.3. Súčasný stav podpory rozvoja plytkej geotermálnej energie

#### *Právne predpisy v oblasti energetiky*

Oznámenie Ministerstva zahraničných vecí Slovenskej republiky č. 174/2011 Z. z. o uzavretí Štatútu Medzinárodnej agentúry pre obnoviteľnú energiu (IRENA)

Oznámenie informuje o zriadení Medzinárodnej agentúry pre obnoviteľnú energiu, ktorej cieľom je podporovať široké a zvýšené zavádzanie a trvalo udržateľné využívanie všetkých foriem obnoviteľných zdrojov energie. V štatúte agentúry, podpísanom dňa 26. januára 2009 v Bonne, sú okrem iného definované obnoviteľné zdroje energie, opísané aktivity, pracovný program a projekty agentúry, podmienky členstva, jej hlavné orgány: zhromaždenie, rada a sekretariát, rozpočet, právna subjektivita, výsady a imunita.

#### *Zákony a vyhlášky:*

Zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona Slovenskej národnej rady č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon) v znení neskorších predpisov.

Zákon č. 382/2013 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení zákon č. 251/2012 Z. z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 391/2012 Z. z. Účinnosť od 1.1.2014

Zákon č. 30/2013 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 309/2009 o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Účinnosť od 1.3.2013 Novelizácia 1.7.2013

Zákon č. 99/2007 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike a ktorým sa dopĺňa zákon č. 455/1991 Zb. o živnostenskom podnikaní (živnostenský zákon) v znení neskorších predpisov. Účinnosť od 1.4.2007

Vyhláška Ministerstva hospodárstva SR č. 373/2011 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby. Vyhláška upravuje spôsob výpočtu podielu energie z obnoviteľných zdrojov energie (OZE), spôsob výpočtu národného cieľa uvedeného v Národnom akčnom pláne pre energiu z OZE a obsah správy o pokroku pri presadzovaní a využívaní energie z OZE.

Vyhláška Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 505/2006 Z. z., ktorou sa ustanovuje rozsah ekonomicky oprávnených nákladov vyvolaných odpojením sa odberateľa alebo konečného spotrebiteľa od sústavy tepelných zariadení dodávateľa a spôsob ich výpočtu. Účinnosť od 15.9.2006

#### *Finančná podpora*

Operačný program Kvalita životného prostredia, ktorý riadi Ministerstvo životného prostredia SR, je zodpovedná za implementáciu opatrení zameraných na prechod na energeticky efektívne nízkouhlíkové hospodárstvo vo všetkých sektoroch. S touto úlohou súvisia aj národné projekty Zelená domácnostiam a projekt bezplatného energetického poradenstva ŽIŤ ENERGIUO.

Operačný program Výskum a inovácie, predstavuje spoločný programový dokument Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Ministerstva hospodárstva SR pre poskytnutie podpory z Európskych štrukturálnych a investičných fondov v programovom období 2014 - 2020 v oblasti zameranej na vytvorenie stabilného prostredia priaznivého pre inovácie pre všetky relevantné



subjekty a podporu zvýšenia efektívnosti a výkonnosti systému výskumu, vývoja a inovácií, ako základného piliera pre zvyšovanie konkurencieschopnosti, udržateľného hospodárskeho rastu a zamestnanosti.

Rámcový program Európskej únie (EÚ) pre výskum, vývoj a inovácie - Horizon 2020, je finančným nástrojom EÚ pre implementáciu iniciatívy Inovačná únia, cieľom ktorej je zlepšovanie globálnej konkurencieschopnosti Európy so zameraním na podporu zvyšovania hospodárskeho rastu a tvorbu nových pracovných miest. Problematika využívania obnoviteľných zdrojov energií a zvyšovania energetických úspor je zaradená v rámci programovej sekcie spoločenskej výzvy, predovšetkým v prioritnej oblasti s označením bezpečná, čistá a efektívna energia. V jej rámci sa sústreďí na témy energetickej efektívnosti, využívania nízkouhlíkových technológií, či tzv. inteligentné mestá a komunity.

### **Organizácie**

Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA) je príspevkovou organizáciou Ministerstva hospodárstva SR. Od roku 2004 pôsobí ako implementačná agentúra. Administruje výzvy na predkladanie žiadostí o nenávratný finančný príspevok z európskych fondov a aj iných zdrojov, ktoré sú určené pre podnikateľov a verejný sektor. V programovom období 2014-2020 je zapojená v dvoch operačných programoch zameraných na čerpanie pomoci zo štrukturálnych a investičných fondov Európskej únie. Zároveň plní úlohy Technologickej agentúry, v súlade s dokumentom "Poznatkami k prosperite - Stratégia výskumu a inovácií pre inteligentnú špecializáciu Slovenskej republiky" (RIS3), ktorý schválila vláda slovenskej republiky uznesením č. 665/2013 zo dňa 13. novembra 2013.



## 6. Navrhovaná stratégia efektívneho využívania plytkej geotermálnej energie

### 6.1. Cieľ stratégie a cieľových hodnôt

Stratégia s názvom „Všeobecné hodnotenie geotermálneho potenciálu a možností využitia plytkej GTE v Bratislava“ sa zameriava na všetky aktivity súvisiace s využívaním plytkej GTE. Je odporúčacím dokumentom pre miestne orgány, agentúry, projektantov, investorov a cieľových užívateľov. Cieľom je ochrániť podzemnú vodu pre jej primárne využitie a zároveň podporiť na trhu zvýšenie podielu inštalácii tepelných čerpadiel využívajúcich otvorený systém (voda-voda), alebo uzavretý systém (zem-voda).

Iniciatívy sú zamerané na zvyšovanie povedomia, poskytovanie dostupných informácií a riešenie špecifických prekážok. Ich snahou je inšpirovať príkladmi úspešných riešení z praxe a ponúknuť subjektom vykonávajúcim energetické plánovanie a projektovanie energetických zariadení, k častejšiemu využívaniu plytkej GTE do plánov v zhode s odporúčanými normami kvality. Ponúknuť investorom a koncovým užívateľom, okrem zvýšenia všeobecného povedomia, aj informácie o dlhodobých výhodách technológie, finančných grantoch a dotáciách. V neposlednom rade má stratégia ambíciu odporúčať miestnym orgánom vhodný spôsob zaradenia využívania tepelných čerpadiel do územného plánu, zaškoliť personál a poukázať na vzťah k schváleným klimatickým cieľom.

### 6.2. Prehľad potenciálnych cieľových skupín

Cieľovou skupinou na národnej úrovni sú zástupcovia Ministerstva ŽP, Ministerstva hospodárstva SR a ich organizácie:

- Sekcia zmeny klímy, ktorej agendou je: Stratégia na zlepšenie kvality ovzdušia, Národný program znižovania emisií, Adaptácia na zmenu klímy...)
- Oddelenie politiky zmeny klímy, ktorého agendou je: Národný akčný plán pre energiu z OZ, IROP, OP kvalita ŽP, Národná adaptačná stratégia-aktualizácia, Nízkouhlíková stratégia a i.
- Odbor obchodovania s emisnými kvótami, ktorého agendou je Národná adaptačná stratégia, Nízkouhlíková stratégia - revízia, Národné emisné správy, Národná inventarizačná správa - sledovanie skleníkových plynov, Zmena palivových základní - plánovanie podporného programu.
- Sekcia vôd - usmernenie pre úrady ŽP a tvorba legislatívy SR
- SHMU, ktorý zastrešuje Národný monitorovací systém podzemných vôd a iné.
- ŠGUDŠ, ktorý zabezpečuje geologický výskum a prieskum, evidenciu, prístupňovanie dát a iné.
- SIEA pôsobí ako implementačná agentúra pre štrukturálne fondy EÚ so zameraním najmä na oblasť ovplyvňovania racionalizácie využitia a dosahovania úspor energie. Napr. Projekt Zelená domácnostiam.

Na úrovni VÚC BSK smeruje spolupráca k Úradu BSK:

- Odbor stratégie, územného rozvoja a riadenia projektov, koordinujúci IROP s prioritnou osou č. 2- investície so energetickej hospodárnosti budov a s prioritnou osou č. 4 -modernizácia vykurovacích systémov a iné.



Schvaľovaciu a výkonnú funkciu pre rozvojové činnosti v Bratislave majú

- Okresný úrad životného prostredia,
- Stavebné úrady pre jednotlivé mestské časti-rozhodujú v oblasti územného plánovania a stavebných konaní.
- Magistrát hlavného mesta SR Bratislava vykonáva najmä rozhodnutia orgánov samospráv.
- Kancelária hl. architekta je garantom pre oblasť urbanizmu a architektúry
- Metropolitný inštitút Bratislava- od 1.4.2019 je centrom strategických a plánovacích inovácii dlhodobého významu.

### 6.3. Opis opatrení a dokumentov

#### *Zvýšenie povedomia o geotermálnej energii*

Geotermálna energia je definovaná v odborných slovníkoch, odbornej literatúre a vládnych predpisoch / právnych predpisoch (napr. Geologický zákon). Neexistujú oficiálne, právne označené definície pre plytkú geotermálnu energiu vo všetkých partnerských krajinách. Existujúce definície sú odvodené z vysvetlení v metodických dokumentoch alebo niektoré sú odvodené od právnych predpisov, ako sú hĺbkové predpisy vrtania. Existujúce vysvetlenia však definujú plytkú geotermálnu oblasť podľa hĺbky. Poľsko je jedinou krajinou, kde sa bežne používajú dve definície. Ich minimálna a maximálna hodnota, daná so 100 m a 400 m, predstavuje aj hĺbkový rozsah partnerských krajín.

V Slovenskej republike sa komplexný a systematický výskum geotermálnych zdrojov realizoval v 70. rokoch minulého storočia (hlavný dôraz medzi 70. a 90. rokoch) a súvisel s hlbokými geotermálnymi zdrojmi. Odvtedy existuje paradigma pre stratégie geotermálnej energie, prijatie verejnosti a súvisí s geotermálnou vodou s teplotou nad 20 ° C. V dôsledku toho neexistuje prahová hodnota stanovená na rozlíšenie medzi "plytkými" a "hlbokými" geotermálnymi zdrojmi. Hoci sú ľubovoľné hodnoty zvyčajne nastavené na oddelenie týchto dvoch a sú založené na hĺbke.

Prístup k riešeniu problému by mal zahŕňať popis problému s ohľadom na históriu, legislatívu a postoj v susedných krajinách. Ďalším vstupom môže byť zostavenie populárno-vedeckej publikácie, prípadne prezentácia na verejnom energetickom fóre.

Spôsob dosiahnutia nápravy daného problému by mal zahŕňať kontakt so zainteresovanými stranami - obec, samosprávny kraj, vydanie najmenej jednej populárnej vedeckej publikácie v Enviromagazine

#### ***Monitorovanie teploty podzemnej vody a horninového prostredia v mestských oblastiach***

Monitorovací systém podzemnej vody je v pôsobnosti Slovenského hydrometeorologického ústavu. Národný monitorovací systém v kapitole podzemných vôd je zameraný na kvantitatívne a kvalitatívne opatrenia. Podzemné vody sú monitorované v určených bodoch pre základné chemické zložky, stav hladiny podzemnej vody a v niektorých prípadoch pre teplotu podzemnej vody. V Bratislavskom kraji je 26 monitorovaných studní s monitorovaním stavu hladiny vody a 25 studní s monitorovanou teplotou podzemnej vody.

Správne vyhodnotenie režimu teploty podzemnej vody a vyhodnotenie nameraných údajov môže pomôcť chrániť teplotný režim podzemnej vody pre budúcu správu podzemných vôd.



Teplota podzemnej vody ako pozad'ovej hodnoty sa pouzije na popis podpovrchového vývoja mestského tepelného ostrova, ako aj pre popis rôznych prírodných a umelých vstupov (napríklad nevyvážené využitie energie v režime chladenia a vykurovania).

Prístup k riešeniu problému by mal zahŕňať vypracovanie návrhového listu pre budúce projekty hodnotenia mestského tepelného ostrova, ktoré môžu byť poskytnuté štátnym orgánom.

Cieľ pre dizajnový list:

- správny opis aktuálneho stavu teploty podzemnej vody v rámci veľkých mestských oblastí;
- odporúčania pre návrh monitorovacej siete;
- riadenie teploty podzemnej vody a horninového prostredia;
- odkaz na plytkú geotermálnu stratégiu zmierňovania mestských tepelných ostrovov.

**Podpora plytkej geotermálnej energie a významu hodnotenia tepelnej bilancie do budúcnosti**

Primárny zber údajov v projekte GeoPLASMA-CE bol určený ako kľúčový. Hoci údaje o aktuálnom stave inštalácií chýbajú na miestnej a štátnej úrovni. Zriedkavé údaje o stave zariadení boli zistené ako interpretované štatistické údaje odvodené z predaných tepelných čerpadiel.

Podpora geotermálnej energie, povedomie o správnom zadávaní údajov pre budúce riadenie a rozvoj plytkej geotermálnej energie je potrebná na viacerých úrovniach. Bude oslovené Ministerstvo životného prostredia pre prípadnú spoluprácu a prípravu kampane s cieľom systematického zhromažďovania primárnych údajov o inštalácii geotermálnych čerpadiel.

Prístup k riešeniu problému by mal zahŕňať propagáciu výstupov projektu, stanovenie príkladov z iných krajín vo forme „best practice“, distribúcia e-mailov s potrebnými informáciami a odkaz na webovú stránku projektu.

Prehľad jednotlivých merateľných výstupov a podkladov pre budúce stratégie je v nasledujúcej tabuľke:

Číslo	Názov	Bariéra	Cieľ	Časový rámec
1	Zvýšenie povedomia o geotermálnej energii	Nedostatok informovanosti, Povedomie	Zvyšovanie povedomia - informácie a vzdelávanie	Dlhodobé
2	Monitorovanie teploty podzemnej vody a horninového prostredia v mestských oblastiach	Monitorovanie, Plánovanie	Trvalo udržateľné využívanie podzemných vôd a horninového prostredia	Dlhodobé
3	Podpora plytkej geotermálnej energie a významu hodnotenia tepelnej bilancie do budúcnosti	Nedostatok informovanosti, Monitorovanie, Plánovanie	Zvyšovanie povedomia	Strednodobé



1	Zvýšenie povedomia o geotermálnej energii	
Bariéra	Cieľ	Časový rámec
Nedostatok informovanosti, Povedomie	Zvyšovanie povedomia - informácie a vzdelávanie	Dlhodobé
Iniciátor a potenciálni aktéri		
Štátny geologický ústav D. Štúra (ŠGUDŠ), Ministerstvo životného prostredia (MŽP SR), Slovak Innovation and Energy Agency (SIEA)		
Cieľová skupina		
Široká verejnosť, koncoví používatelia		
Pozadie		
<p>Geotermálna energia je definovaná v odborných slovníkoch, odbornej literatúre a vládnych nariadeniach (napr. Geologický zákon). Vo všetkých partnerských krajinách neexistujú žiadne oficiálne právne vymedzené definície geotermálnej energie. Existujúce definície sú odvodené z vysvetlení v metodických dokumentoch alebo niektoré sú odvodené z právnych predpisov, ako sú predpisy týkajúce sa hĺbky vrtania. Existujúce vysvetlenia však definujú plytkú geotermálnu hĺbku. Poľsko je jedinou krajinou, kde sa bežne používajú dve definície. Ich minimálna a maximálna hodnota, uvedená od 100 do 400 m, tiež predstavuje hĺbkový rozsah v partnerských krajinách.</p> <p>V Slovenskej republike sa komplexný a systematický výskum geotermálnych zdrojov uskutočňoval od 70-tych rokov minulého storočia (hlavný dôraz medzi 70-tými a 90-timi rokmi) a súvisel s hlbokými geotermálnymi zdrojmi. Odvtedy existuje paradigma pre geotermálne energetické stratégie, akceptovanie zo strany verejnosti a súvisí s geotermálnou vodou pri 20 °C. Výsledkom je, že neexistuje prahová hodnota na rozlíšenie medzi „plytkými“ a „hlbokými“ geotermálnymi zdrojmi. Aj keď sú arbitrárne hodnoty zvyčajne stanovené na oddelenie týchto dvoch hodnôt, sú založené na hĺbke.</p>		
Popis		
<p>Problematika bola popísaná vo vzťahu k histórii, legislatíve a skúseností partnerských krajín. Začlenená bola do strategického dokumentu v rámci projektu GeoPLASMA-CE. Pripravená populárna vedecká publikácia bola odprezentovaná na vedeckom fóre, ponúknutá do stratégie mesta a samosprávneho kraja. Výsledkom projektu GeoPLASMA-CE je aj popis plytkého geotermálneho systému.</p>		
Kritéria úspešnosti		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontakt so zainteresovanými stranami - mesto, Bratislavský samosprávny kraj</li> <li>• Vydanie najmenej 1 populárnej vedeckej publikácie v Enviromagazine</li> </ul>		
Časový rámec pre realizáciu opatrení		



- Uskutoční sa počas projektu GeoPLASMA-CE



2	Monitorovanie teploty podzemnej vody a horninového prostredia v mestských oblastiach	
Bariéra	Cieľ	Časový rámec
Monitorovanie, plánovanie	Trvalo udržateľné využívanie podzemných vôd a horninového prostredia	Dlhodobé
Iniciátor a potenciálni aktéri		
Štátny geologický ústav D. Štúra (ŠGUDŠ), Ministerstvo životného prostredia (MŽP SR), vodohospodári		
Cieľová skupina		
vodohospodári		
Pozadie		
<p>Monitorovací systém podzemnej vody je v pôsobnosti Slovenského hydrometeorologického ústavu. Národný monitorovací systém v kapitole podzemných vôd je zameraný na kvantitatívne a kvalitatívne opatrenia. Podzemná voda sa monitoruje na určených miestach z pohľadu jej základných chemických zložiek, úrovne hladiny podzemnej vody a v niektorých prípadoch aj teploty podzemnej vody. V Bratislavskom kraji je monitorovaných v 26 objektoch hladina vody a v 25 objektoch teplota podzemnej vody.</p> <p>Správne vyhodnotenie teplotného režimu podzemnej vody a vyhodnotenie nameraných údajov môže pomôcť chrániť teplotný režim podzemnej vody pre budúce hospodárenie s podzemnou vodou.</p>		
Popis		
<p>Pozadové hodnoty teploty podzemnej vody sa použijú na opis vývoja podpovrchového mestského tepelného ostrova v dôsledku rôznych prírodných a umelých vstupov (napr. nevyvážené využívanie energie v režime chladenia a kúrenia).</p> <p>Plán práce budúcich výskumných a monitorovacích úloh by mal byť navrhnutý štátnym orgánom.</p> <p>Ciele plánu práce:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• správny popis skutočného stavu teploty podzemnej vody vo veľkých mestských oblastiach;</li> <li>• odporúčania pre návrh monitorovacej siete;</li> <li>• riadenie tepelného stavu podzemia;</li> <li>• odkaz na plytkú geotermálnu energiu v stratégiách pre zmiernenie tepelného ostrova miest.</li> </ul>		
Kritéria úspešnosti		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plán práce pre budúce výskumné a monitorovacie úlohy</li> <li>• Opis hlavných cieľov budúcich projektov zameraných na hodnotenie mestských tepelných ostrovov</li> </ul>		
Časový rámec pre realizáciu opatrení		





- Uskutoční sa počas projektu GeoPLASMA-CE



3	Podpora plytkej geotermálnej energie a významu hodnotenia tepelnej bilancie do budúcnosti	
Bariéra	Cieľ	Časový rámec
Nedostatok informovanosti, Monitorovanie, Plánovanie	Zvyšovanie povedomia	Strednodobé
Iniciátor a potenciálni aktéri		
Štátny geologický ústav D. Štúra (ŠGUDŠ), Ministerstvo životného prostredia (MŽP SR)		
Cieľová skupina		
Miestne úrady životného prostredia, vodohospodárske úrady		
Pozadie		
Zásadným bol primárny zber údajov v rámci projektu GeoPLASMA-CE. Aj keď údaje o skutočnom stave inštalácii SGES chýbali na miestnej a aj štátnej úrovni. Zjednodušené údaje o množstve a stave SGES boli interpretované zo štatistiky odvodených z predaja jednotiek tepelného čerpadla.		
Popis		
Podpora geotermálnej energie a zvyšovanie povedomia o správnom zbere údajov pre budúce riadenie a rozvoj plytkej geotermálnej energie je potrebné na viacerých úrovniach. Táto problematika bude prekonzultovaná s ministerstvom životného prostredia. Kampaň bude určená na ďalšiu propagáciu zberu údajov.		
Kritéria úspešnosti		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propagácia prostredníctvom e-mailu s potrebnými informáciami a odkazom na webovú stránku projektu</li> </ul>		
Časový rámec pre realizáciu opatrení		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uskutoční sa počas projektu GeoPLASMA-CE</li> </ul>		