



**FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA**  
**INSTITUT ZA ENERGETIKU, PROCESNU TEHNIKU I ZAŠTITU OKOLINE**  
**NOVI SAD**

---

**KORIŠĆENJE ENERGETSKOG POTENCIJALA  
BUŠOTINE GEOTERMALNE VODE U BEČEJU  
ZA ENERGETSKE POTREBE LOKALNOG KONZUMA**  
**- rezime -**

**NOVI SAD**  
**JUN 2005. GODINA**



- Pripremio:* FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA  
INSTITUT ZA ENERGETIKU, PROCESNU TEHNIKU I ZAŠTITU OKOLINE  
Trg Dositeja Obradovića 6  
21000 NOVI SAD
- Autori:* Prof. dr Đorđe Bašić  
Prof. dr Mića Marić  
Mr. Jovan Petrović, dipl. ing. maš.  
Petar Varga, dipl. inž. maš.
- Konsultanti:* Prof. dr Dušan Gvozdenac, FTN, Novi Sad  
Slobodan Vidović, dipl. ing., "NIS Naftagas", Novi Sad  
Zorica Vukićević, dipl. ing., "NIS Naftagas", Novi Sad
- Naručilac:* POKRAJINSKI SEKRETARIJAT ZA  
ENERGETIKU I MINERALNE SIROVINE  
Bulevar Mihajla Pupina 16  
21000 Novi Sad



## Bečej – grad banja

Bečej kao banjski grad ima vrlo dugu tradiciju. Prvi zvanični početak rada banje se smatra 1904. godina kada je poznati bušač bunara Karolj Šoš počeo izgradnju kupatila. Banja tokom godina menja više vlasnika sve do današnjih dana kada njome upravlja Skupština opštine Bečej preko zdravstvenog centar "Dr Predrag Hadnađev". Glasovitost i značaj ove banje za zdravlje je privlačila veliki broj posetilaca.

Gradska kuća (1907. godina)



Grad Bečej se nalazi nešto malo severnije od skoro strogog centra AP Vojvodine. Zahvaljujući dobro razvijenoj saobraćajnoj mreži, ravnomerno je povezan sa svim delovima Vojvodine. Drumskim putem je udaljen od: Beograda 130 km, aerodroma Surčin 120 km, Novog Sada 45 km i Subotice 75 km.

Izgrađen je na obali reke Tise sa velikim, uređenim zelenim površinama pogodnim za rekreaciju. Grad i okolina spadaju u umereno-kontinentalni klimatski tip, sa dosta izraženom mikro klimom zbog blizine reke i velikih zelenih površina.

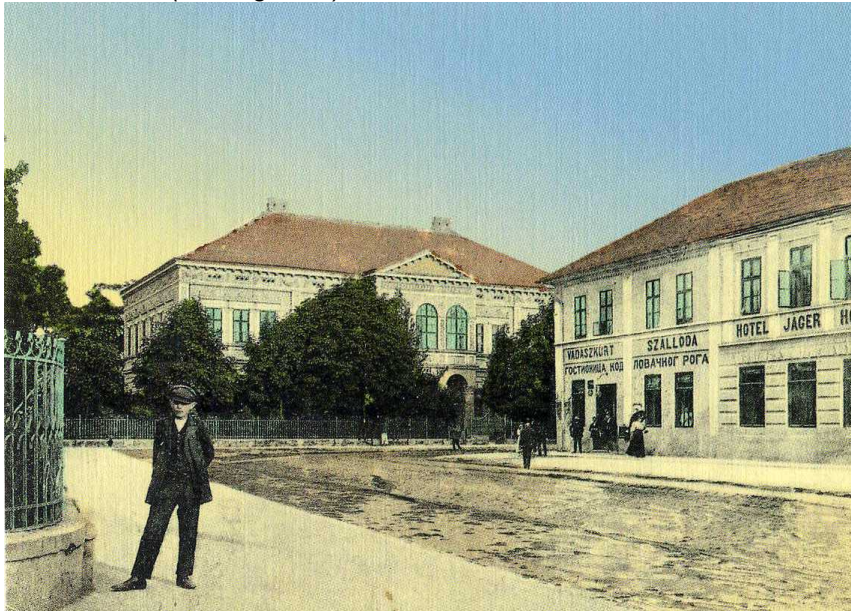
Indikacije banje su: zapaljenski i degenerativni reumatizam, posledice trauma i ratnih ranjavanja, stanje posle preloma kostiju na koštano-zglobnim sistemima kao i kožne bolesti psorijaza i hronični ekcemi. Voda dobro deluje na bolesti jetre i slezine kao i većine želudačnih bolesti. Vrlo su blagotvorne: hidroterapija, peloidoterapija, elektroterapija, parafinoterapija, masaža i kineziterapija. Svi tretmani se obavljaju uz stručne i visokoškolvane kadrove lokalnog zdravstvenog centra. Banjske terapije se obavljaju u dvadesetak zasebnih odaja sa posebno uređenim namenskim kadama i tri bazena na različitim temperaturama vode uz salu za dodatne vežbe. U sklopu banje je veliki olimpijski bazen i tri manja sa termalnom

vodom, a u sastavu sportskog centra, koji je u neposrednoj blizini, je i zatvoreni olimpijski bazen, sportska hala i teretana.

U Bečeju se održavaju različiti oblici kulturnih programa kao što su: savezna smotra dečijih pozorišta "Majske igre", brojne folklorne smotre naroda i narodnosti, predstavnika iz cele zemlje i inostranstva. Bečej se može nazvati i sportskim gradom, jer je sport izuzetno zastupljen. Sam grad i okolina, sve više poprimaju mesto turističke destinacije vrlo atraktivne za razvoj zdravstvenog, lovnog, ribolovnog, seoskog kongresnog i rekreacionog turizma. Sadašnji centar ne raspolaže sopstvenim smeštajnim kapacitetima pa zbog toga koristi hotel "Bela lađa" koji je u neposrednoj blizini banje. Rehabilitacioni centar, a i svi drugi segmenti turističke ponude su u mogućnosti da rade tokom cele godine. Osnovne grupe turista su: gosti na rehabilitaciji i rekreaciji, sportisti svih profila, poslovni ljudi, učesnici raznih seminara i dr.

Posebno interesantan objekat u blizini samog grada je hotel "Fantast", nekadašnji zamak posednika ovdašnjeg Bogdana Dunderskog.

Hoteli (1920. godina)



Grad je bogat nizom prijatnih restorana nacionalne kuhinje koji gostima mogu pružiti izuzetne gastronomske užitke. Zato je sigurno da uz određena ulaganja i veliki rad Bečej može postati: grad banja, grad turizma, nalik poznatim banjama u zemlji i okolini. Kvalitet vode, klima i položaj daju sve predispozicije za uspeh u ispunjenju ovakvih planova.

Gradonačelnik grada Bečeja:

Đorđe Predin

## **Banjsko i terapeutsko korišćenje geotermalne vode u Bečeju**

*Prvi koji je shvatio energetske i zdravstvene vrednosti geotermalnih voda kojima obiluje područje Bečeja bio je Karolj Šoš. Na samom početku 20-og veka izgrađuje banju sa zatvorenim i otvorenim bazenima, jer tadašnje hemijske analize vode, koje su potvrđene i kasnije, su ukazivale da je termalna voda bogata oligoelementima posebno sumporom i jodom. Voda sadrži i gas, metan visoke čistoće, koji se koristi kao energent.*

*Glas o lekovitosti vode se brzo preneo po Bačkoj i Banatu te je korisnika usluga banje uvek bilo i previše. Jodna banja dobija 1933. godine sertifikat za hronične reumatske, kožne, degenerativne koštanozglobne bolesnike za lečenje i rehabilitaciju koštanozglobnih povreda kao i nekih stanja posle cerebrovaskularog akcidenta.*

*Lekovitost vode koristi i zdrava populacija u prevenciji koštanozglobnih tegoba i osveženje organizma posle napornog rada. Posebno je higijenski značaj bio važan za građane Bečeja.*

*Boravkom na letnjim pripremama fudbalskog kluba Partizan iz Beograda u Bečeju u periodu (1956. – 1966.) godina proširuje se indikacija banje za korišćenje lekovitosti vode posle napornih treninga.*

*Rešenjem Ministarstva zdravlja Republike Srbije Jodna banja Bečej 1963. godine postaje zdravstvena ustanova sa izgrađenim stacionarom za lečenje najtežih bolesnika.*

*Izgradnjom sportskog centra u Bečeju, u neposrednoj blizini banje, blagotvornost vode koriste i sportisti svih kontinenata za pripreme i razna takmičenja.*

*Posle sprovedenih konsultacija sa relevantnim službama AP Vojvodine lokalna samouprava opštine Bečej donela je odluku o izradi projekta Banja Bečej sa fokusiranjem na izgradnju centra za rehabilitaciju kardiovaskularnih bolesnika sa savremenim dijagnostičkim centrom i centrom za interventne metode lečenja kao i centrom za lečenje i rehabilitaciju sportista. Pored zdravstvenog dela predviđaju se i: aqua centar, wellness centar, hotelski centar, sportski centar i slični sadržaji koje poseduju savremene banje.*

*Prof. dr Đurica Stojić*

## Uvod

Za mineralne i termomineralne vode u Panonskoj niziji se znalo od davnina. Zapisi ukazuju da su ih koristili još stari Rimljani i kasnije i Turci. Prva bušenja arterskih bunara, u novijoj istoriji su započeta u Banatu još 1848. godine. Početkom 20-og veka dolazi do izvesnog zastoja u bušenju da bi se ono u periodu 1910.-1914. godine ponovo intenziviralo, a puni procvat doživelo između dva svetska rata. Tada je izbušeno oko 600 bura, najviše u Banatu 384, Bačkoj 153 i Sremu 54. Osnovna namena tih bunara je bilo snabdevanje pijaćom vodom mada su korišćeni i u banjske svrhe.

Celovitija saznanja o geotermalnom potencijalu bušotina su sticana počev od 1949. godine, u procesu istraživanja nafte i gasa na teritoriji Vojvodine. Istraživanje geotermalnog potencijala Vojvodine je doživelo punu afirmaciju 80.-tih godina prošlog veka. Iz tog perioda potiče i masovnija primena ovog resursa, pre svega, u banjama i na poljoprivrednim dobrima. U tom periodu je izbušena i bušotina Bč-2/H u Bečeju čiji se energetski potencijal i danas koristi.

## Energetski potencijal bušotina u Bečeju.

U Bečeju postoje dve bušotine hidrotermalne vode (označene sa Bč-1/H i Bč-2/H). Ove bušotine imaju sledeće osnovne karakteristike.

Naziv	Bušotina Bč-1/H	Bušotina Bč-2/H
<b>Položaj</b>	Nalazi se u krugu fabrike „Flora“	Nalazi se u široj zoni OSC „Mladost“
<b>Završetak bušenja</b>	1981. godina	1985. godina
<b>Status</b>	Ispitana i montiran erupcioni uređaj ali nikada nije bila u eksploataciji	U eksploataciji od 1988. godine
<b>Dubina</b>	503 m	1,020 m
<b>Optimalna izdašnost</b>	10.65 l/s	(17.2 – 28.4) l/s
<b>Temperatura</b>	33 °C	(63 – 65.3) °C
<b>Analiza vode</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uzorkovano marta 1981. godine</li> <li>- mineralizacija 4.47 g/l</li> <li>- salinitet preračunato na sadržaj NaCl 0.61 g/l</li> <li>- hemijski sastav gasova: 91.80 CH<sub>4</sub>, 7.11 CO<sub>2</sub></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uzorkovano jula 1990. godine</li> <li>- mineralizacija 4.617 g/l</li> <li>- salinitet preračunat na sadržaj NaCl 2.9517 g/l</li> <li>- gasni faktor (1.855 – 2.135) m<sub>n</sub><sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (1985. godine)</li> <li>- hemijski sastav gasova: 96.01 CH<sub>4</sub></li> </ul>

Napomena: Zavisno od izvora pojedini podaci za bušotinu Bč-2/H nisu jednoznačni.

## Toplotna snaga bušotina

Raspoloživu toplotnu snagu bušotine određuju: temperature vode, izdašnost i sadržaj sagorivih gasova i temperatura do koje se voda hladi u sistemu za transformaciju energije. Temperatura hlađenja je usvojena, a ostali parametri su karakteristike bušotine. Ova temperatura je, po sadašnjoj metodologiji računanja toplotne snage bušotine koju primenjuje JP „NIS Naftagas“ 25 °C. Razlog za to je što su u vreme gradnje ovih sistema primenjiva rešenja u Vojvodini omogućavala maksimalno hlađenje vode do 25 °C.



Ukoliko se u sistem korišćenja geotermalne vode uključe i toplotne pumpe moguće je dodatno ohladiti vodu pre ispuštanja u recipijente ili vraćanja nazad u podzemlje. Ovo je pogodno i poželjno i sa stanovišta održanja postojeće ravnoteže u prirodi, jer eventualno kontinualno ispuštanje vode od 25 °C u dužem periodu remeti mikroklimatske uslove u recipijentu i neposrednoj okolini.

Autori predlažu hlađenje geotermalne vode do 15 °C i korišćenje i tog dodatnog energetskog potencijala koji donosi razlika temperatura od 25 °C do 15 °C. Prema tome, toplotna snaga vode bušotina hidrotermalnih voda u Bečeju iznosi:

Bušotina	Toplotna snaga Q [kW]	
	Hlađenje vode do 25 °C	Hlađenje vode do 15 °C
BČ-1/H	357	803
BČ-2/H	4,135	5,192

Obe bušotine sadrže i gasove koji su veoma bogati metanom i to je njihov dodatni raspoloživ toplotni kapacitet. Toplotne moći gasova zavise od njihovog hemijskog sastava. Za prikazane hemijske sastave gasova gornje/donje toplotne moći iznose:

- bušotina BČ-1/H 36,754/33,034 kJ/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (45,349/40,762 kJ/kg)
- bušotinu BČ-2/H 38,433/ 34,545 kJ/m<sub>n</sub><sup>3</sup> (51,138/45,965 kJ/kg)

Izdvojeni gas bušotine BČ-2/H raspolaže toplotnom snagom od 1,761 kW (na bazi gornje toplotne moći) i može dogrejati svoju geotermalnu vodu nešto iznad 70 °C. U tom slučaju ostvario bi se stepen korisnosti 62% u odnosu na gornju ili 71% u odnosu na donju toplotnu moć. To ukazuje na visoke gubitke energije ukoliko bi se voda dogrevala barbotажom.

## Postojeći toplotni konzum

Sistem za korišćenje geotermalne energije u Bečeju čine: hidrotermalna bušotina, distributivni sistem hidrotermalne vode, tri nezavisna korisnika sa sekundarnom instalacijom. U funkciji je 18 godina i radi bez vršnih izvora energije što donosi određene poteškoće u toku hladnih zimskih dana, jer su instalacije radijatorskog grejanja projektovane i izvedene za temperaturni režim 90/70 °C, sa planom izgradnje vršne kotlarnice koji nije realizovan. U poslednjoj sezoni grejanja 2004. godine potrošači su iskoristili oko 225,000 m<sup>3</sup> geotermalne vode od raspoloživih 782,000 m<sup>3</sup> godišnje, dakle oko 28.8%.

Sadašnji korisnici geotermalne energije u Bečeju su:

<b>OSC „Mladost”</b>		
radijatorsko i vazdušno grejanje	1 razmenjivač	1,600 kW
grejanje bazena i vode	1 razmenjivač	350 kW
priprema tople potrošne vode	1 razmenjivač	50 kW
<b>Dom zdravlja „Dr Predrag Hadnađev”</b>		
radijatorsko i podno grejanje	1 razmenjivač	800 kW
<b>Hotel ”Bela Lađa”</b>		
vazdušno grejanje i priprema tople potrošne vode	1 razmenjivač	1,500 kW

## Potencijalni toplotni konzum

Temperatura termalne vode bušotine BČ-2/H i njena izdašnost čine je pogodnom za korišćenje u sledeće svrhe: zagrevanje sportsko-rekreacionih, banjskih, hotelskih, industrijskih, stambenih i drugih objekata, za pripremu tople potrošne vode, u ratarstvu i povrtarstvu za zagrevanje staklenika i plastenika, u stočarstvu i živinarstvu za zagrevanje farmi i pripremu sanitarne tople vode, u ribarstvu za zagrevanje ribnjaka, u nekim fabrikama za niskotemperaturne tehnološke potrebe za koje se koristi topla voda i za sanitarne svrhe i u banjama i sportsko-rekreacionim centrima za balneološke svrhe, zagrevanje bazena i pripremu sanitarne tople vode. Svakog od novoizgrađenih ovakvih potrošača rado bi dočekao sadašnji vlasnik bušotine „NIS Naftagas“.

## Uslovi za racionalno korišćenje geotermalne energije

Inženjer konsultant se pri odlučivanju o načinu korišćenja geotermalnog potencijala može suočiti sa sledeća dva zahteva. Prvi je, ako zna unapred određen konzum, da za potpuno definisanog i poznatog korisnika treba izabrati opremu koja će omogućiti racionalno i energetski opravdano korišćenje geotermalne energije. Drugi, sa puno više stvaralačke slobode, je slučaj kada je suočen sa mogućnošću selekcije pogodnog konzuma za racionalno korišćenje ove energije. Naravno, oba su ograničena zahtevom ekonomski prihvatljivih i isplativih rešenja.

Da bi se postiglo što potpunije korišćenje raspoloživog potencijala potrebno je obezbediti hlađenje geotermalne vode do što je moguće nižih temperatura i konzum sa potrebama u trajanju što bližem do 8,760 h/a. Sadašnji potencijal bušotine BČ-2/H se koristi u intervalu (25-40)%. Ukoliko postoje sagorivi gasovi, kao u ovom slučaju, potrebno ih je iskoristiti sa minimumom gubitaka na najracionalniji način.

## Tehnoekonomska analiza predloženih rešenja

Imajući u vidu sadašnje korisnike i plan da se na istom lokalitetu formira zaokružen kompleks sa: banjskim, hotelskim, sportsko-rekreacionim, kongresnim, turističkim, kardiovaskularnim i sportsko-reanimacionim sadržajima analizirana je opravdanost i prednost korišćenja postojećeg geotermalnog potencijala za zadovoljenje energetskih potreba ovakve strukture korisnika. Imajući u vidu da kapaciteti nisu definisani autori su imali određenu slobodu u njihovom prognoziranju i proceni trajanja i dinamike korišćenja. Predviđen je sledeći potencijalni konzum: radijatorsko grejanje, vazdušno grejanje, podno/zidno grejanje, zagrevanje sanitarne tople potrošne vode, zagrevanje bazenske vode za plivačke bazene ili ribnjake, direktno korišćenje u bazenima i za terapeutske potrebe. Analizom su obuhvaćena dva rešenja. Prvo, poboljšanje sadašnje toplotne šeme uz male troškove investicije:

- a) ugradnja toplotne pumpe za dodatno hlađenje geotermalne vode do 14 °C,
- b) ugradnja toplotne pumpe i malog kotla za sagorevanje nastalog gasa i
- c) ugradnja toplotne pumpe i vršnog toplotnog kotla za zadovoljenje sada

nepodmirenih vršnih potreba.



Drugo, objedinjavanje postrojenja kao centralizovano za ceo kompleks sa sekundarnim razvodom ka pojedinim korisnicima. U tom slučaju razmatrana su rešenja:

- a) šema sa sistemom razmenjivača, dve toplotne pumpe i toplovodnim kotlom za korišćenje nastalih gasova kao baznim i vršnim dogrejačem i
- b) šema sa sistemom razmenjivača, dve toplotne pumpe, gasnim motorom i toplovodnim kotlom opet kao baznim i vršnim dogrejačem.

Uvođenje toplotne pumpe ima dvojak značaj: dodatno hlađenje geotermalne vode do 14 °C i korišćenje postrojenja za funkciju hlađenja tokom letnjeg perioda. Toplovodni kotao u oba slučaja ima prevashodnu funkciju dogrevanja a gasni motor da omogući bolju valorizaciju energije gasova u spregnutoj proizvodnji toplotne i električne energije.

Analize su urađene za troškove: investicije, eksploatacije, održavanja i kapitala (kredit na 10 godina sa 10% kamate). Računato je sa realnim cenama geotermalne i električne energije i prirodnog gasa kao i sadašnjim, realnim troškovima izgradnje postrojenja i njegove eksploatacije. Analizirana je i varijanta sa realnim povećanjem cene električne energije u narednom periodu na 6 c€/kWh. Urađene su i tri varijante načina korišćenja geotermalne energije:

- A) otkupljuju se (ili finansira izgradnja obe - proizvodne i povratne bušotine) ili se plaća geotermalna voda kao da obe bušotine već postoje,
- B) otkupljuje se samo proizvodna bušotina ili se kupuje voda po sada ugovorenoj ceni sa „NIS Naftagas“-om i
- C) bušotine se tretiraju kao da su već otplaćene ili dobijene na poklon. Osim toga razmatrani su pogoni sa i bez noćnog korišćenja.

Najduži period otplate, za najskuplju varijantu (u pogonu obe bušotine i postrojenja sa: dve toplotne pumpe, gasnim motorom i toplovodnim kotlom kao vršnim dogrejačem), koja je prikazana na sledećoj šemi, je kraći od četiri godine. Dobit u prvih deset godina poslovanja kada se otplaćuje kredit, za sve varijante sa realnim cenama energije, se kreće u intervalu (530,000 – 805,000) €/a, a sa povećanom cenom električne energije na 6 c€/kWh u intervalu od (684,000 – 846,000) €/a. Nakon tog perioda gotovo u svim varijantama prelazi 1,000,000 €/a. Dobit se održava i u varijantama smanjenja opterećenja na 80%, ali i na 60% i u tom slučaju varijanta sa najnižom dobiti iznosi 4,585 €/a za sadašnju cenu ili 63,450 €/a za povećanu cenu električne energije.

Snabdevanje punom snagom istog konzuma bez letnjeg hlađenja iz savremene klasične toplovodne kotlarnice na prirodni gas obezbeđuje dobit od 165,000 €/a kod niže ili 140,000 €/a kod više cene električne energije. Prema tome, može se decidno zaključiti da je dobro osmišljena energetska eksploatacija bušotine Bč-2/H nadmoćno tehno-ekonomsko rešenje u poređenju sa klasičnim.

## Zaključak

- ❖ Bečejska bušotina Bč-2/H je jedna od energetski najpovoljnijih na teritoriji Vojvodine. Ima prirodni, eruptivni izliv između (17.2 - 28.3) kg/s (podaci nisu

jednobrazni). Postojeće postrojenje je projektovano sa protokom 24.8 kg/s. Temperatura na izlivu je 65°C, a njena posebna vrednost je visok gasni faktor i to oko 1.85 m<sub>n</sub><sup>3</sup> po m<sup>3</sup> izlivena GTV. To znači da se kod projektovanog izliva u separatoru može izdvojiti oko 165 m<sub>n</sub><sup>3</sup>/h sagorivog gasa relativno visokog energetskog kvaliteta.

- ❖ Projektovani izliv ima toplotnu snagu 4,153 kW ako se računa sa hlađenjem vode do 25°C. Međutim, ugradnjom toplotne pumpe ova snaga GTV se može povećati na 5,192 kW. Na ove snage treba dodati i snagu koja se može ostvariti standardnim sagorevanjem separisanog gasa i to je oko 1,425 kW sa oko 90% efikasnosti u procesu sagorevanja.
- ❖ Nažalost i sada i već duže vreme koristi se samo se između (25 – 40)% zavisno sa kojim se protokom GTV računa. Skup sadašnjih potrošača je premale snage i trajanja njenog korišćenja za ovako moćnu bušotinu. Na ovom primeru se na izrazit način vidi druga strana problematike korišćenja geotermalnih izvora uopšte. Naime, teži deo problema je oformljenje adekvatnog potrošača nego otvaranje i kompletno opremanje bušotine. To je glavni razlog što je veliki broj uspešnih bušotina van upotrebe, bez obzira što je geotermalna voda već negde iznad 45°C konkurentna klasičnim energetskim izvorima.
- ❖ Iz naših proračuna proizilazi da se na ovoj bušotini uz adekvatnog potrošača može sagraditi moćno toplotno postrojenje bazne snage grejanja prostorija preko 7 MW uz dodatnu funkciju zagrevanja potrošača kao što su plivački bazeni i njima slični bazeni za uzgoj ribe. Moderna šema postrojenja sa toplotnom pumpom obezbeđuje i letnje hlađenje, pored maksimalnog iskorišćenja geotermalne vode u sezoni grejanja.
- ❖ Prema tome, u narednim aktivnostima oko koncipiranja arhitektonskog sadržaja u blizini sadašnje proizvodne bušotine treba se skoncentrisati na komponovanje što jačeg i u toku godine dugotrajnijeg potrošača toplotne energije, koja će ostati ekonomski dostupna i posle verovatno neophodne izgradnje povratne bušotine. Ne treba smetnuti s uma ni postojanje nešto slabije, ali još uvek prihvatljive bušotine Bč-1/H, koja se lako može pridružiti detaljno analiziranoj Bč-2/H i značajno povećati ovaj resurs.
- ❖ Investicija u izgradnju ovog moćnog energetskog izvora nije mala i iznosi oko 2,237,000 € kada bi se startovalo sa gole ledine. Međutim, ona je realno manja za vrednost postojeće proizvodne bušotine (oko 360,000 €) i za još oko 200,000 €, koliko bi se moglo iskoristiti od ostale postojeće opreme. Prema tome bi se kretala oko 1,677,000 € zajedno za potrošače i vlasnika bušotina. Još uvek nije mala, ali bi se otplatila za oko 3.5 do 4 godine ako bi ostvarivala godišnju dobit oko 600,000 €/a i pod dosta teškim kreditnim uslovima sa godišnjom efektivnom kamatom 10%.
- ❖ U najmanju ruku, sadašnji potrošači bi trebali poboljšati postrojenje ugradnjom jedne toplotne pumpe i relativno malog toplovodnog kotla, čime bi se obezbedila sadašnja potrošnja na bolji način, a uvela i dodatna funkcija letnjeg hlađenja. To je investicija ispod 125,000 €.