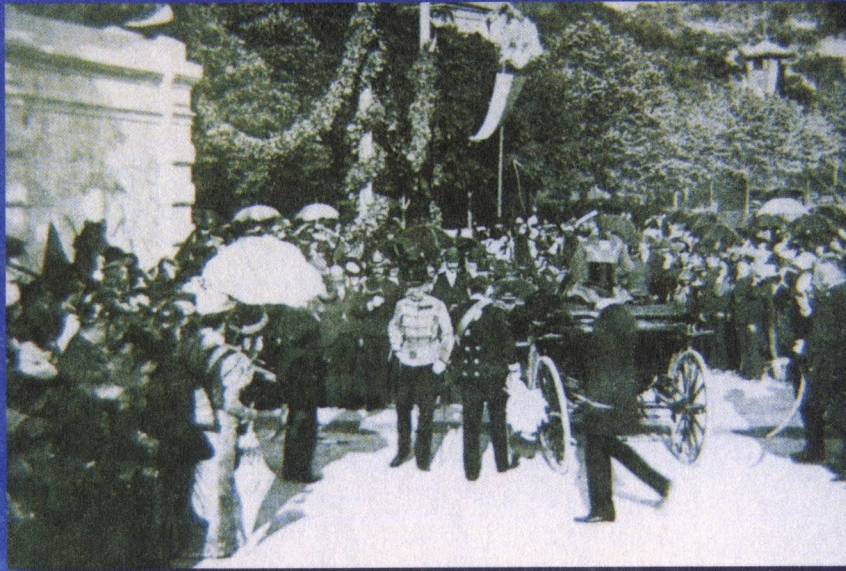


A tettei

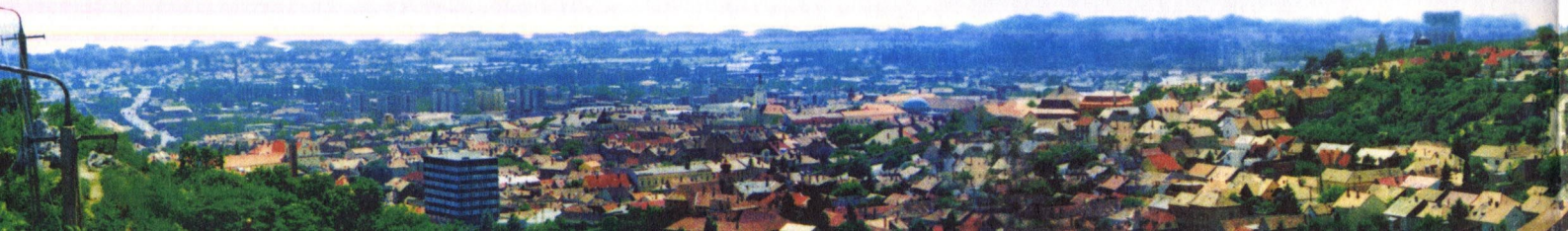
FORRÁSHÁZ





1892. szeptember 13-án Ferencz József jelenlétében, ünnepélyes külsőségek közepette felavatták Pécs város vízellátó rendszerét. A Pécsi Vízmű születésnapja, a Tettye-forrás karsztvizének hasznosítása a városnak történelmi jelentőségű eseménye volt. A rendszer létesítésekor Pécssett kb. 35 000 ember élt. Elsősorban a sűrűn lakott területek és a központi városmag ellátását akarták biztosítani a forrás foglалásával.

The water supply system of Pécs was inaugurated among ceremonial conditions in the presence of Joseph Franz on Sept. 13th 1892. The establishment of the Pécs Waterworks, and the utilization of the Tettye spring karst water were both events of historical importance to the city. When the water supply system was built Pécs had a population of 35.000 people. With the utilization of the spring the water supply of the most densely populated districts and the city center was meant to be provided.



A hangulatos Tettye-negyed Pécs „Tabán”-ja. Szathmáry György pécsi püspök 1510 körül e helyen nyaralót építtetett, amit a török hódoltság alatt derviskolostornak használtak. A kolostor neve törökül **tekke**, erről kapta mai nevét a kolostor közepében – tőle ÉNy-ra – eredő forrás, a körülötte lévő tér és a környező városrész.



The atmospheric Tettye district is often called the Tabán of Pécs. Here, at around 1510 György Szathmáry the bishop of Pécs had a holiday home built which functioned as a dervish monastery during the Turkish occupation. The name of the spring originating from the vicinity of the monastery from its northwest, the name of the square around the spring as well as the name of the surrounding district all derive from the word tekke which means monastery in Turkish.

A Tettye tér északi oldalán magasodó szürke mészkőfal anyaga a földtörténeti középkorban, kb. 220 millió évvel ezelőtt a tengerben ülepedett le az itt élő mészvázú élőlények felhalmozódott nagytömegű szilárd vázanyagából és a földben oldott kalciumkarbonát kicsapódásából. Mészkő-rétegei a föld belső erőinek hatására erősen meggyűrődtek, összetörték. A repedések mentén gyakori a fehér kalcit-kiválás. A mai felszíni formák kb. 1 millió évvel ezelőtt alakultak ki, amikor a külső erők (víz, szél) egyes helyeken romboltak, másutt anyagokat halmoztak fel.

The constituents of the towering grey limestone wall to the north of Tettye square, settled in the sea in the Mesozoic era about 220 million years ago. The constituents are from the accumulated solid and dense skeleton of the calcareous creatures inhabiting the area, and from the precipitation of the calcium-carbonate which had dissolved in the soil. The limestone layers have been significantly wrinkled and broken due to the internal forces of the earth. Along the clefts white calcite precipitation is common. The present surface was formed about 1



Hazánk flórájának két rendkívül ritka tagja lelhető fel ezen a karsztvonalaton.

A májusban, június elején nyíló majomkosbor (1) tisztásokon, meleg, napos lejtőkön bontja szirmait.

A leánykökörccsin (2) a gyorsan felmelegedő déli domboldalak gyeptársulásainak ékessége. Védett növényeink!

million years ago when the external forces (water, wind) at some territories caused destruction while at others accumulated various constituents.



Two extremely rare plants of Hungary's flora can be found on the karst-ranges. One of them is *Orchis simia* (1) which blossoms in May and at the beginning of June in the fields and on warm, sunny slopes. The other of them is called *Pülsatilla grandis* (2) which ornates the grass of the fast warming southern slopes. They are both protected plants.

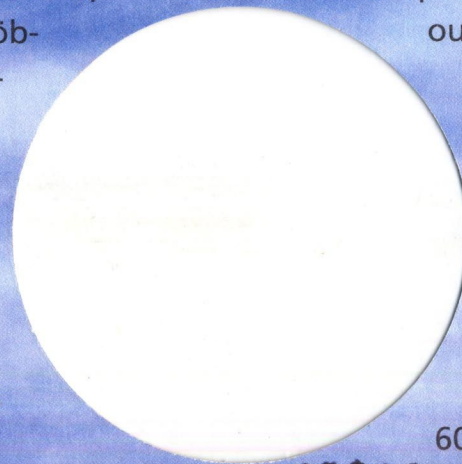




A Tetye-forrást a Misina-Tubes vonulatot magába foglaló mintegy 8,6 km²-es vízgyűjtőn beszivárgó csapadékvíz táplálja. Maximális vízhozama 70 ezer m³, a minimum 500 m³ naponta.

Pécs város vezetői és polgárai jól ismerték a Tetye-patak vízhozamát, melynek medrében több ezer köbméter karsztvíz folyt el sok évszázadon át, ezért a szakértők erre a forrásra alapozták az új nyomóvezetékes vízellátás bázisát. A karsztforrásra alapozott vízellátás tervezésekor télen 60 l/fő, míg nyáron 90 l/fő mennyiségben állapították meg a napi várható vízfogyasztást.

A Tetye téren megépített 1000 m³ térfogatú „felső víztartó”-ba érkezett a forrás vize, amelyet déli irányban vezettek a városközpont felé. A hasznosításra váró víz természetes gravitáció útján jutott be a hálózatba, hiszen az akkori város egyetlen része sem volt magasabban a kifolyás helyénél. A kiépült vízvezetékrendszer teljes hossza mintegy 39,3 km volt.



The Tetye spring is fed by the rain water simmering through at the 8.6 km² drainage area which includes the Misina-Tubes range. Its maximum water output is 70.000 m³ and its minimum water output is 500 m³ a day. The leaders and the inhabitants of Pécs were familiar with the water output of the Tetye spring, which water output had several thousands m³ of karst water flowing over several centuries, therefore the water supply of the delivery pipe system was based on this spring. When planning the karst-spring based water supply the expectable daily water consumption was determined in 60 litres/person in the winter and 90

litres/person in the summer. The water of the spring arrived in the 1000 m³ capacity "upper reservoir" built on the Tetye square and was conveyed towards the city center. The water to be utilized got into the system through natural gravity as at the time not one part of the city was higher up than the place of the outflow. The total length of the developed water-pipe system was 39.3 km.



A terület a forrás foglalása előtt fontos iparnegyede volt a városnak. A Tettyepatak vizére malmok és tímárműhelyek települtek. A nyomóvezetékes vízellátás kialakítása az ipari negyed gyors átalakulását, felszámolását jelentette. Így néhány év alatt szinte teljes mértékben elfogytak a malmok a Tettye-völgyből, hiszen a korábbi állandó vízellátás helyett csak a forrás eseti túlfolyásából kapták a vizet.

A vízvezetékrendszer kialakításával egyidőben felépítették a ma is látható Forrásházat, melynek belső terét a világhírű Zsolnay-gyár által készített egyedi kerámia-burkolattal díszítették.

A nyolcszögletű belső tér egyik oldalán található a bejárat, a többi hét oldalon különböző mintázatú növényornamentika látható.

A nyolcszögletű belső tér egyik oldalán található a bejárat, a többi hét oldalon különböző mintázatú növényornamentika látható.

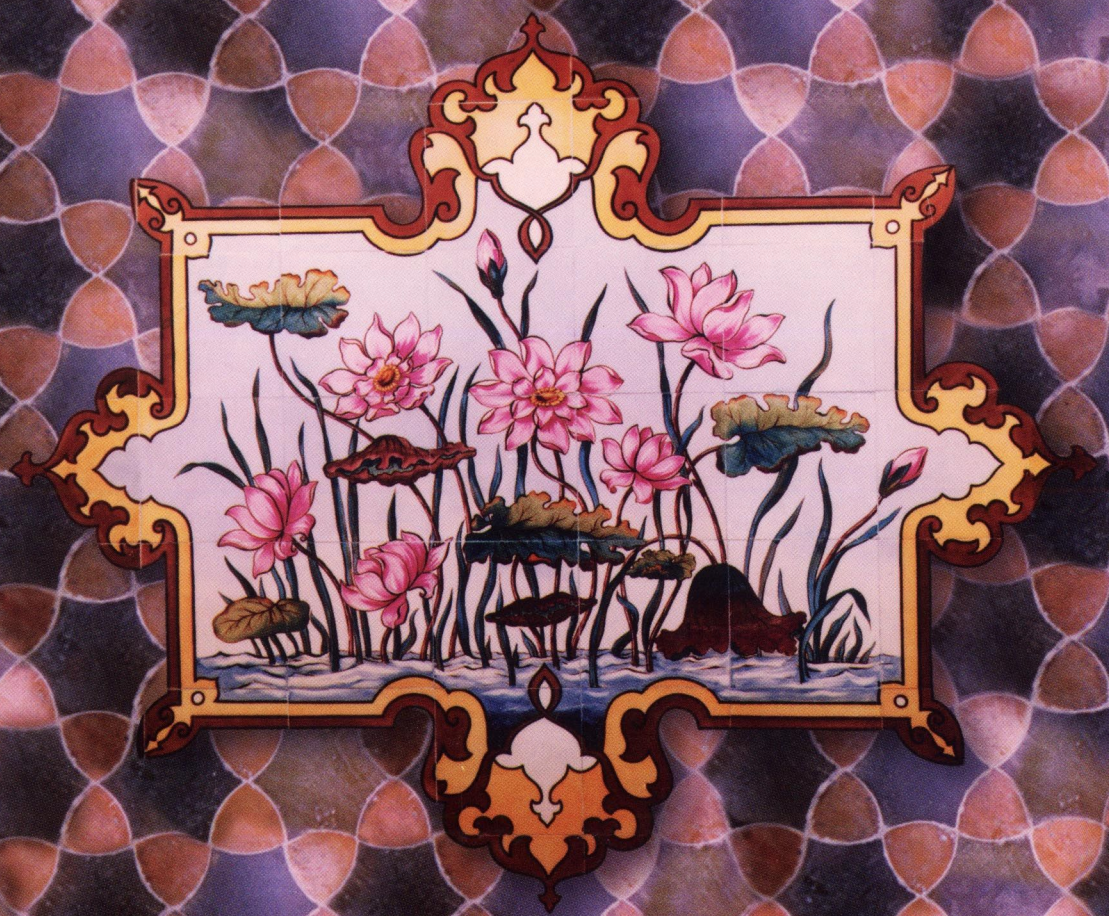


The territory was a significant industrial district of the town before the spring was

utilized. Mills and tanneries lived on the water provided by the Tettye spring. Establishing the delivery pipe water supply system meant the rapid change and liquidation of the industrial district. In a few years the mills had disappeared from the Tettye valley, as they could get water only from the occasional overflow instead of the previously constant water supply.

The Spring-house, which interior was decorated by porcelain tiles prepared in the world-famous Zsolnay factory, was built parallel with the development of the water-pipe system.

The entrance of the Spring-house is on one side of the octagonal shaped interior, on the other seven sides various plant ornamentation can be seen.



A kiadvány a Forrásház felújításának és újraavatásának alkalmából készült 1999. júniusában.
This brochure was made on the occasion of the renovation and reinauguration of the Spring-house in June, 1999

Készült a PÉCSI VÍZMŰ RT. megbízásából
Prepared on behalf of the Pécs Waterworks Co.

Felelős szerkesztő: PV Rt. Kommunikációs Iroda
Edited by Pécs Waterworks Public Relations Office

Felelős kiadó: Hainess Jenő
Published by Mr. Jenő Hainess



A kiadvány a HÉTFŐ Reklámügynökség
gondozásában készült.

The brochure was prepared under the supervision
of the Hétfő Advertising Agency

A szöveget fordította: Hány Eszter
Translated by Ms. Eszter Hány

Az üveg-medált Kertészfi Ágnes iparművész készítette
The glass locket was made by Ms. Ágnes Kertészfi industrial designer

Környezetvédelmi Minisztérium Természetvédelmi Hitaval

B U D A P E S T.

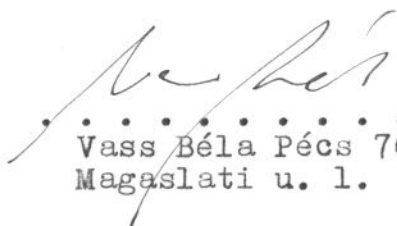
Az MKBT Tájékoztatóban meghirdetett " Cholnoky Karszt és Barlang
kutató pályázatra 1999 évben megtartott "Tettye Konferencia"
alkalmából tartott előadásom anyagát két példányban a kért
mellékletekkel együtt megküldöm.

Pályázatom egyéni kategória.

Az eredményről kérem szives értesítésüket.

Pécs. 2000 09 11

Tisztelettel:


Vass Béla Pécs 7625
Magaslati u. 1.

Kedves Meghívott!



PÉCSI VÍZMŰ RT.

Ezúton szeretnénk tájékoztatni
a Tettye Konferencia helyszíneiről
és programjainak időpontjairól.

- 1 Hunyor Szálló
június 9. - 19.30 h - Állófogadás
 - 2 MTA Székház
június 10. - 08.30 h - Tettye Konferencia
 - 3 Tettyei Forrásház
június 10. - 14.30 h - Tettye forrás hivatalos felavatása
- 4 Buszpályaudvar
5 Vasútállomás



PROGRAM

A konferencia helye:
Időpontja:

MTA Székház, Pécs, Jurisics M.u.44.
1999.június 10.

A konferencia fővédnökei:

Dr. Hajós Béla	helyettes államtitkár
Dr. Varga Miklós	OVF főigazgató
Toller László	P.M.J.Város polgármestere
Jean-Pierre Lambert	Suez-LDE közép-és kelet európai zónaigazgatója

Levezető elnök:

Dr. Kassai Miklós Magyar Állami Földtani Intézet

tervezett programja a következő:

Dr. Hajós Béla	Helyettes államtitkár	Megnyitó	8:30
Dr. Varga Miklós	OVF főigazgató	Bevezető	8.35
Nyirati István	Műszaki igazgató	A Pécsi Vízmű Rt. víztermelése	8.40
Vass Béla	Pécsi Vízmű Rt.	A Tetye karsztforrás bemutatása	9.00
			9.30
Dott. Ing. Jerome Douziech és Dott. geol. Giovanni de Caterini	Société Acque Toscane S.p.A.	Karsztforrások üzemeltetésének metodológiája: Master Plan- alkalmazási példa a Tetye forrás	9.40
Dr. Kassai Miklós	Pécs MÁFI	A Mecseki karszt geológiai viszonyai vízgazdálkodási szempontból szerzőtársak: Kraft János és Rónaki László	10.00
	Kávészünet		10.20
Izápy Gábor	Budapest VITUKI	Magas karsztok vízgazdálkodása	11.00
Maucha László	Budapest VITUKI	A Bükki magaskarszt hasznosítása	11.20
Dr. Böcker Tivadar	ENVICOM Mémöki iroda	Miskolc város vízellátására foglalt karsztforrások védőidomának víz- és környezetvédelmi atlasza	11.40
Prof. Dr. Müller Imre	Neuchâtel Egyetem	Karsztvíz védelem geofizikai módszerek tükrében	12.00
Dr. Hertelendi Ede	Debreceni Egyetem Atomfizikai Kutató Intézet	Vízkiő-meghatározások hidrológiai kutatások elősegítése érdekében	12.20
Kérdések, vita			12.40
	Kávészünet		
Toller László dr.	Polgármester	Tetye forrás hivatalos felavatása Tetye forrás megtekintése	14.30 14.40

HÁTTÉRANYAG

A Pécsi Vízmű, mely 1992-ben élte meg alapításának századik évfordulóját, első vízbázisként a tettyei karsztforrás vizét hasznosította. Az adottság és a választás szerencsés volt: az akkori város központja felett kerek 100 méteres magasságú fakadó szint olcsó és egyszerű gravitációs hasznosítást biztosított. Sajnálatosan a Tettye forrás is magán viselte a magas karsztok jellemzőjét, nevezetesen a magas hozamingadozási /megbízhatósági/ indexet. Emiatt más vízbázisok is feltárássra kerültek, hiszen nem lehetett kitenni a várost a szárazabb nyári hónapok vízhiányainak.

A Vízmű szakembereit és a kor hidrogeológusait tovább foglalkoztatta a hegyben rejlő lehetőség: hogyan lehetne a Tettye forrás vizét kedvezőbb hatásfokkal hasznosítani - hisz nagy hozamok alkalmával hatalmas vízmennyiségeket kellett elengedni, melyet egyrészt a hálózat nem volt képes fogadni, másrészt a víz ilyenkor bezavarosodott.

A harmincas években a forrástól 250 méterre egy 40 méteres aknát mélyítettek abban a reményben, hogy a szökő vizeket itt részben megfogják. Az ebből kihajtott vágatok és fúrások nem hozták meg a várt eredményt.

Később a város dinamikus fejlődése újabb vízbázisok feltárását igényelte, s kiépült a Mohácsról induló dunai távvezeték. Ezekben az időkben nem helyeztek súlyt a víztermelés önköltségére, így a Tettye forrás vizével nem sokat foglalkoztak.

A nyolcvanas években kezdett a Pécsi Vízmű Rt. olyan kutatásokba és azt követően beruházásokba, melyek célja az volt, hogy olyan vízgazdálkodási lehetőséget alakítsanak ki, melynek segítségével a Tettye forrás vizét a lehető legnagyobb mértékben lehet hasznosítani.

Először a forrástólcsér került feltárássra, s vágathajtással megfogták azt a függőleges hasadékot, melyen keresztül feltör a víz. A vízzáró gátba beépített termelőcsöveken elhelyezett tolózárok segítségével sikerült a nagy hozamok alkalmával visszaduzzasztást elérni, mely 100 000 m³-es nagyságrendű víz tározását és szakaszos felhasználását teszi lehetővé. A munkálatok során kialakításra került a meglévő és az újonnan hajtott vágatok felhasználásával további 4 500 m³-es tározótér is, mely a jelenlegi forrásküszöb alatt 40 méter mélységben helyezkedik el.

Az eddigi beavatkozások eredménye, hogy hat év átlagában az éves hozam mindössze 7 %-a nem hasznosítható.

A július 10-én megrendezésre kerülő Tettye konferenciánk célja, hogy eddigi eredményeinket részletesen bemutassuk és további terveinket a teljes hasznosításra megvitassuk. A konferencián magyar és külföldi szakemberek egyaránt részt vesznek, ezért a konferenciára magyar és angol szinkrontolmácsolást biztosítunk.

A „Tettye” karsztforrás bemutatása

Az általunk ismert és tanulmányozott élettérben a „Föld” nevű bolygón csak ott van folyamatos élet, ahol valamilyen formában az élőlények vízhez juthatnak. Víz nélkül nincs élet.

Az ember, mint a Földön kialakult élet szellemileg legmagasabb rendű teremtménye, története során mindig ott telepedett le, ott alakította ki lakóterét, ahol vagy közvetlen közelben, vagy csak kisebb távolságban, de vizet lehetett találni.

A középső Mecsek hegység déli előterében és déli lejtőjén a Misina-Tubes hegycsúcsok alkotta gerinc lábánál sok forrás fakad. Ezek a források kivétel nélkül karsztforrások, melyek vizét a fenti gerincre hulló csapadékvizek beszivárgása biztosítja.

A mészkőzet Triász korú anizuszi kőzet, mely töredezett hasadékos szerkezetével nagy mennyiségű csapadékvizet képes mintegy szivacs-szerűen magába gyűjteni, elnyelni és egy alacsonyabb ponton források alakjában arra alkalmas helyen a felszínre juttatni.

A Mecsek hegység középső déli oldalán kialakult karsztos vízgyűjtő, a fent említett Misina-Tubes csúcsok gerincvonalában kialakult terület forrásai közül kiemelkedően a legnagyobb a Tettye forrás.

A többi forrás vize minden valószínűség szerint a Tettye forrás vízgyűjtőjéből a hegység szerkezetet átalakító erők hatására létrejött törésvonalak mentén kivezető szökevényvíz.

A környéken élő, vagy ide vándorolt emberek számára az itt lévő egy nagy és sok kisebb forrás, a létükhöz nélkülözhetetlen vizet biztosította, így a terület több ezer évre visszamenőleg sok, már eddig is feltárt kultúremléssel rendelkezik.

A jelenlegi város területén sok római kori, a környéken sok helyen még régebbi emberi településsel kapcsolatos leletet tártak föl a régészek ásói.

Az ember történelme során mindig törekedett arra, hogy ha lehet, életét kényelmesebbé tegye. A mindennapi élethez aránylag sok vízre volt szüksége az embernek, hiszen nem csak ivásra használta azt. Ezen a téren a kényelmi törekvéseket csővezetékek megépítése jelentette, melynek segítségével a felhasználás helyére lehetett vezetni a vizet, és elmaradt a fāradságos vízfordás.

A római, majd később a középkori csővezeték maradványok bizonyítják, hogy a régi e helyen kialakult települések már rendelkeztek vezetékes vízellátással, mely ha csak helyenként is, de a felhasználás helyére vagy annak a lehető legközelebbi szomszédságába vezette a gravitáció hatására folydogáló vizet.

A múlt század második felében kezdődött meg az akkori Magyarország nagyobb városaiban nyomóvezetékes vízellátó rendszerek /vízművek/ tervszerű megépítése.

Pécs Szabad Királyi Város akkori vezetői 1886-ban írtak ki pályázatot Pécs város nyomóvezetékes vízellátására. Ez a pályázat eredménytelen volt, ezért 1889-ben újabb pályázati kiírás következett. Ez a pályázati kiírás már konkrétan megjelölte, hogy a vízművet a Tettye forrásra kell építeni.

Erre a pályázatra már négy terv érkezett, három budapesti és egy bécsi tervezőtől. Érdekes, hogy a tervek között volt egy, amelynek szerzője az egyenlőtlen forráshozamok kiegyenlítésére a forrásküszöb 2 méteres megemelését javasolta. Ma már tudjuk, hogy a 2 méteres emelés mögött csak pár száz köbméter tárolt víz van, de ezt akkor nem tudhatták és a javaslat a pályázó éles és jó meglátását bizonyítja.

Tudomásom szerint Bagdad vízellátása érdekében az ott lévő nagy karsztforrás 5 méteres forrásszint emelése több millió köbméter tározó teret jelentett.

A vízmű első üteme aránylag hamar elkészült, így 1892-ben már sor került a vízmű avatásra, melyen az akkor hadgyakorlatra ideérkezett király, Ferencz József is részt vett.

A vízművet gravitációs megoldással tervezték, hiszen a Tettye forrás fakadási szintje magasabban volt, mint a belváros.

Az első években a vízigényeket a forrás kielégítette, azonban a tovább folytatott hálózatépítések, az egyre több bekapcsolt fogyasztó többletfogyasztása hatására egyre több alkalommal fordult elő a magasabb pontokon komoly vízhiány.

Természetesen itt is jelentkezett minden karsztforrás nagy hátránya, az egyenlőtlen vízhozam. A karsztforrások a mindenkori csapadékmennyiség függvényében a nyár második felében és az ősz elején adják általában a legkevesebb vízmennyiséget és ősz végén, télen, tavasszal a legtöbbet. A vízműves csúcs-vízigények ennek általában éppen a fordítottjai, azaz nyáron és ősz elején vannak a csúcsigények.

Újabb vízbeszerzésekről kellett tehát gondoskodni, amit a vízmű akkori üzemeltetői meg is tettek; azonban ezeket az újonnan beszerzett ivóvizeket csak költséges szivattyús vízemeléssel lehetett a város fogyasztóihoz kellő nyomással eljuttatni. Ekkor tűnt ki igazán, mekkora gazdasági előnyt jelent az, hogy a Tettye forrás vizét gravitációsan lehet a fogyasztók nagy részéhez eljuttatni. Századunk harmincas éveiben történtek kísérletek arra nézve, hogy a forrás hozamát kiegyenlítőbbé tegyék, azonban ezek a törekvések csak egy 40 méter mély karsztaknát és kerek 500 méter vágatot eredményeztek, de többletvizet csak nagyon csekély mennyiségben.

Hála a forrásfoglalást végző szakemberek előrelátásának, a forrás vízmennyiségének méréséhez lehetőséget biztosítottak, melynek segítségével a forrás vízmennyiségét naponta 77 éven keresztül mérték. Ez ma hazánkban a leghosszabb ilyen jellegű mérési sor.

A mérési eredmények igazolták a forrás mennyiségi megbízhatatlanságát, amennyiben a napi mért legkisebb hozam 300 köbméter, míg a legnagyobb^{*} mért napi hozam 70 000 köbméternek bizonyult.

A hálózati kapacitásokat természetesen az átlagos hozamok körül tervezték, így a Tettye forrás hiába adott akár napi 40 000 köbméter jó vizet, a vízmű napi 8 000 köbméternél többet nem tudott fogadni, és a felesleg felhasználatlanul elfolyt a csapadékvíz-elvezető hálózaton keresztül.

Így azután a legkedvezőbb felhasználási lehetőségek mellett is csak a forrás éves hozamának mintegy 50 %-át tudták a vízmű részére hasznosítani.

Hasznosításra kerülő karsztforrásoknál - főként ha ivóvíznyerésről van szó - nagyon fontos a vízgyűjtő terület tisztázása és a megfelelő intézkedések meghozatala annak érdekében, hogy ezen a fertőzésre nagyon érzékeny területen se kémiai, se biológiai szennyezés ne érje a vizet.

A Tettye forrás esetében több szakember is foglalkozott ezzel a kérdéssel. Pontos meghatározás nagyon nehéz, de a mérési eredményeket a lehető legpontosabban meg kell határozni. Jelenleg az uránbánya legutóbbi mérései alapján 8 km² vízgyűjtővel számolunk, de sok mérési adat azt mutatja /pl.: a beszivárgási % mérési eredményei, figyelő kutak vízszintmérései, stb. /, hogy a vízgyűjtő meghatározására, pontosítására vonatkozó méréseket tovább kell folytatni.

Vízügyi szakemberekből alakított bizottság határozta meg, hogy a vízgyűjtő terület mely része milyen érzékenyséű, és ennek alapján lettek meghatározva a szükséges vízvédelmi teendők.

A bizottság munkája alapján az első fokú vízügyi hatóság a területre védelmi határozatot adott ki, mely ma is érvényben van.

Az ötvenes években nem sokat törődtek azzal, hogy adott vízbeszerző helynek mekkora önköltségi mutatói vannak, csak az volt a lényeg, hogy a rohamosan fejlődő települések részére minden körülmények között biztosítsák a szükséges ivóvízmennyiséget.

Idővel azonban be kellett látni, hogy ez így nem helyes és egyre inkább arra kell törekedni, hogy a vízművek részére beszerzett víz önköltsége a lehető legalacsonyabb legyen.

Fokozatosan csökkentették a vízművek részére az állami költségtérítést /dotációt /, így aztán egyre magasabb vízdíjat kellett a fogyasztónak fizetni.

A vízdíj fentiek szerinti gyors emelkedése fokozottan jelentkezett egy olyan hegyoldalban épült városnál, mint Pécs, ahol a szintkülönbségek miatt 4 zónában kellett szolgáltatni az ivóvizet.

A vízmű illetékesei előrelátóan elhatározták egy olyan vízgazdálkodási lehetőség megteremtését, mely lehetővé teszi azt, hogy a Tettye forrás vizéből a lehető legtöbbet lehessen hasznosítani a vízműves vízellátásban.

A szakemberek általában megegyeztek abban, hogy a karsztosodott hegység belsejében természetes úton kialakult tározó-teret kellene kihasználni a rendkívül ingadozó hozamok kiegyenlítésére.

Azt kellett megoldani, hogy a megfelelő ponton elzárt forrás egy beépített vezetéken keresztül adja le a vizét olyan mennyiségben, ahogy azt a fogyasztási igények megkövetelik. Konkrétan megfogalmazva: a forrás ne akkor és annyi vizet adjon le amennyit ő akar, hanem akkor és annyit, amennyit a mindenkori vízfogyasztás érdekében a kezelő vízmű szükségesnek tart. Ezt műszakilag megoldani nem egyszerű feladat akkor, amikor a vizet adó forrás a város belsejében van.

Történt egy pótduzzasztás a VIZITERV által kivitelezve, de azt 0,5 bár nyomásnál abba kellett hagyni, mivel a nyomás az alapozatlan forrházat veszélyeztette. A duzzasztás utáni leengedés mérései megállapították, hogy az 5 méteres duzzasztási szint mögött 650 köbméter torozótér van. Ez az eredmény nem volt kecsegtető.

Ezek után a Bányászati Kutató Intézet készített egy tanulmányt, mely szintén azt javasolta, hogy a hegy belsejében lévő természetes tározó kapacitást kihasználva kell a helyes vízgazdálkodási rendszert kiépíteni. A tanulmány tárolókapacitásra nézve végzett számításai nagyon biztató eredményt hozott, azonban a műszaki megvalósításra vonatkozó konkrét javaslatot nem tartalmazott.

Ezek után a vízmű úgy döntött, hogy megkísérli saját maga megvalósítani azt, hogy a Tettye vizéből megfelelő vízgazdálkodási rendszer kialakításával a lehető legnagyobb mennyiségű vizet hasznosíthassa.

Az elsődleges cél egy forrás küszöbszint e feletti tározás kialakítása, illetve az ehhez szükséges műszaki létesítmények megtervezése és megépítése olyan lépcsőkben és úgy, hogy a duzzasztás esetleges kitörésével ne okozzon kárt.

Első feladat az volt, hogy a forrás mögött húzódó barlangi folyosót feltárjuk annak megállapítására, hogy hol van a járatban, vagy járatokban olyan pont, mely a víz szökésmentes elzáró rendszer kiépítésére alkalmas. A feltáráshoz ki kellett tisztítani a forrástölcsért, mely részben a víz által odahordott, részben oda elhelyezett (valószínűleg

vízkiáramlás fékezése céljából elhelyezett) kövekkel volt kitöltve. Ezt a munkát a vízmű megfelelő művezetés mellett, saját embereivel végezte úgy, hogy a kitermeléshez szükséges vízmentességet szivattyús vízszintsüllyesztéssel biztosította. Az első méter tisztítás után kiderült, hogy a forrásház nincs megfelelően alapozva, hordalékkúpra épült, így a támasztó vízoszlop és kőzetmennyiség kitermelése után, az önsúly hatására törmelék-kúp alkotó föld és kődarabok kezdtek beprézelődni a forrástölcsér kitisztított aknájába.

Ez ellen úgy védekeztünk, hogy a mélyítésnek megfelelő ütemben 1.5 méterenként függőleges tengelyű trapéz keresztmetszetű termett sziklára támaszkodó, vasbeton biztosítást építettünk ki, és megvárva egy-egy szakasz kötési idejét újra folytattuk a mélyítést. Ez megfelelő védelmet biztosított minden irányú oldalnyomással szemben.

6 méteres mélységben a függőleges forrástölcsér lejtőbe torkollott és rövidesen a járat kitöltöttsége megszűnt. Megnyílt a lejtősen lefelé tartó barlangi szifon, mely már csak vízzel volt kitöltve. Innen kezdve a vízmű munkásai már nem vállalták a további munkát. Felkérésre, és megfelelő technika rendelkezésre bocsátásával barlangkutató csoport vállalta, hogy megkísérli a szifonon való átjutást és a feltárt rendszer letérképezését.

II. részlet

Egy hétig tartó munkával sikerült a szivattyúk leszívási határán 16 méteres mélységben elérni a szifon legalsó pontját, ahonnan már csak felfelé vezettek a járatok.

A szifon lemenő ága, valamint a szifon fenék, közlekedés és mérés szempontjából nehéz „terep” volt. A felmenő ágban aránylag könnyű volt a közlekedés és a mérés, azonban a forrástól 40 méterre a barlangi folyosó olyan omlásba torkollott, mely labilis egyensúlyi állapotával a továbbjutást lehetetlenné tette.

A mérés megadta annak a vágatnak az irányait, melyet a felszínről a forrásküszöb szintje felett terepszinten kezdtünk és hajtottunk azzal a céllal, hogy azon keresztül vízszint felett lehessen majd dolgozni, illetve ezen keresztül az építéshez szükséges hosszas vízszintsüllyesztés könnyebben legyen megoldható.

Az omlás után a vágathajtás irányát szakaszonként legyezőfúrással határoztuk meg.

A vágathajtás 62 méterében a talajszinttel egy szinten elértük a szifon utáni járatszakaszc felső pontját. A forrásvíz ettől a ponttól kezdve függőleges járatokon közlekedett. Ezek olyan szűkek voltak, hogy azokba nem lehetett bejutni. A forrástól mért távolság és az irány azt mutatta, hogy ebben a pontban elértük azt a vezetőt, melynek mentén a forrás feletti közel függőleges sziklafal mozgott, tehát egy vezetőzónában folytatódott a barlangi járat. Itt a víz hőmérséklete a Mecsekben általános +11 Celsius fok helyett +14 Celsius fok volt, ami azt jelenti, hogy a víz hosszú utat tesz meg nagyobb mélységben.

A felmérési adatok és térképek alapján elkezdtük a kiviteli tervek készítését. Most már két gátat kellett építeni, hiszen a vágatban a víz ugyanúgy közlekedhetett, mint a forrás járataiban.

Biztonsági szempontból minden esetben 7 légkör nyomásra méreteztük a vasbeton gátakat, melyeket 1 méterre a kiréselt sziklába süllyesztettünk. Ezen felül - főként a robbantással készült vágatnál - a gát környékét 1 méter mélységben fúrólyukakon keresztül elinjektáltuk. A vágatban és a forrásjáratban két-két gátat építettünk, és a gátak között belőtt habarccsal kitöltöttük.

A gáttestek betonanyaga vízzáró adalékot kapott. Az injektálásokhoz használt keverék víz / cement tényezője 0,4 és itt is használtunk adalékanyagot, mely csökkentette a keverék sűrűdését, és utólagos duzzadásával biztosította a repedések jobb elzárását. Az injektálást akkor lehetett jónak mondani, ha a nyomás elérte a 15-20 légkört, és azt legalább 10 percig tartotta. A fűrt injektálási lyukakat olyan sorrendbe nyomattuk meg, hogy lehetőleg az egyik lyukon benyomott anyag ne hatolhasson be a másik fűrt lyukba - ezzel a megnyomhatóságot lehetetlenné téve.

A gátakon 200 mm-es acél víztermelő csöveket vezettünk át, ellátva megfelelő szabályozható zárszerkezettel.

A felső gáton (a vágatban) egy 600 mm-es csövet is átvezettünk azért, hogy ezen keresztül ha kell, a gát mögé be lehessen hatolni, illetve ha szükséges - mert a kialakult helyzet úgy kívánja - ezen keresztül a hegyben tározott vizet gyorsan le lehessen eresztetni.

Az alsó és felső gáton átvezetett termelőcsövek közös vezetékben folytatódnak, melyre nyomásmérő, távműködtetett (diszpécser által kezelve) tolózár és vízóra lett beépítve. A

nyomásmérő, mely a hegyben kialakult nyomást jelzi, a vízóra, a vízgyűjtő 1 000 m³-es tározó-telítettség jelző adatai alapján, végső fokon a diszpécser határozza meg, hogy mennyi vizet kell kiengedni a hegyből. Ezen felül a rendszerbe megfelelő pontokon zavarosságjelzőt építettünk be, mert egy nagyobb csapadékos időszakban a zavarosság elkerülhetetlen és ilyenkor a diszpécsernek tudnia kell, hogy mikor zárja ki a forrás vizét a vízműből. A vágat, a forrástölcsér és környezete úgy lettek kialakítva, hogy az itt jelentkező szökő vizeket a forrástölcsérbe tereljék, így ezek is hasznosíthatók lesznek.

Ezzel egyidejűleg a forrástól 200 méterre lévő karsztakna fenékszintjéből vágatot hajtottunk a forrás alá. Ennek célja kettős volt: egyrészt tudni akartuk, hogy ezen a ponton (a forrás környezetében) behatol-e a víz a karsztba függőleges irányban és ebben az esetben ki lehet-e esetleg alakítani egy forrásküszöb alatti szinten lévő és vízgazdálkodásra alkalmas hegytározót; másrészt ha nem kapunk vízbetörést, úgy megfürva a forrás gát mögött lévő mélypontját, szükség esetén le tudjuk engedni a vizet a karszt aknából kihajtott vágatokba, azokat víztározóként hasznosítva.

Biztonsági okokból, hiszen a vágathajtás kerek 30 méterrel a forrásszint alatt történt, kisméretű fúróval előrefürtünk 20 métert, és ha nem jelentkezett nyomás alatti víz a fúrásban, úgy a vágatot 5 méterrel tovább hajtottuk. Ugyanezt ismételtük mindaddig, amíg a vágat a forrás alá nem került.

Vízbetörést végig nem kaptunk, így a vágat végéből három fúrással az alsó gát mögé fürva megteremtettük az összeköttetést a forrás és a karsztakna tározó között. A beépített és a forrástölcsér mellett kezelhető tolózár segítségével a forrástól vizet tudtunk leengedni a karsztakna tározóba. Ezzel a megoldással a korábban használt vágatokat víztározóként használva 4 500 köbméter tározóteret kaptunk, melynek vizével a karsztaknába elhelyezett búvárszivattyúk segítségével gazdálkodni lehet.

A forrás melletti vízfogadó hálózaton végzett kisebb átépítésekkel elértük, hogy jelenleg csúcsban napi 12 000 köbméter víz táplálható a fogyasztók felé a forrásból és a karsztaknából.

A kiviteli munkálatokat követő sikeres műszaki átadás után engedélyt kaptunk a próbaüzem beindítására azzal, hogy annak tervét is be kell adnunk az engedélyező hatóságnak és el kell készítenünk egy havaria tervet.

Megkezdődött a próbaüzem, melyet egy évre terveztünk, de amelyből három év lett, mert közben rá kellett jönnünk, hogy a „lassú víz partot mos” olyan igazság, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni.

Az az igazság, hogy mi még mindig úgy kezeljük a tettyei üzemet, mint próbaüzem idején, vagyis minden mért adatot figyelembe veszünk és feldolgozunk. A lehetőségek adta vízgazdálkodást az adatok alapján még ma is finomítjuk, alakítjuk, hiszen rengeteg lehetőség van benne. A próbaüzem 1993 év januárjában kezdődött.

Napjainkig tartó mérési eredményeink szerint, az ezen időszakban lehullott csapadék a vízgyűjtőn a Mecsekben mért ötven éves átlagcsapadékhoz viszonyítva az alatt volt, amennyiben 1990-1998 évek között 638,7 mm csapadék maradt el. Ez majdnem egy évi csapadékmennyiségnek felel meg. Azért vettük alapul az 1990 évtől mért csapadék adatokat, mert a karszt tározóknál a gyors (barlangi járatokra, nagyobb üreghálózatokra jellemző) leürülés mellett van egy folyamatos lassú leürülés (kis hasadékok, repedések leürülése), melyre több év csapadék átlaga a jellemző. Meg kell jegyezni, hogy 1999-ben, tehát folyó évben is, legalábbis eddig a sokéves átlag alatt vagyunk a vízgyűjtőre lehullott csapadékmennyiséget illetően. Tehát megállapítható, hogy a hat és fél éves próbaüzem alatt nem értük el a sokévi átlagcsapadék mennyiségét.

A forráshozamok mérése alapján megállapítható, hogy az üzem hat éves

- átlag forráshozama 2.041.115 köbméter/év
- az átlagos hasznosítás 1.888.185 köbméter/év
- az évente elfolyt víz átlaga: 153.000 köbméter/év,

ami az jelenti, hogy forrásban és karsztaknál kitermelt vizek kerek 93 %-át hasznosítottuk, és ez jó eredménynek mondható egy karsztforrás esetében. Az üzemben mért beszivárgási %-ot két részre bontottuk. Külön mértük és számoltuk a vegetációs időszak és külön a vegetáció nélküli időszak beszivárgási %-át, hiszen a mi tettyei vízgyűjtőnk teljes egészében erdőszült terület, így a két adat között nagy a különbség.

A vegetációs időszakra a hat év alatt 21,78 %-os beszivárgási százalékot számoltunk ki.

A vegetáció nélküli időszakra 54,7 %-os beszivárgási % eredményt kaptunk. A mért időszak véleményünk szerint kevés ahhoz, hogy végleges következtetéseket vonjunk le.

A hegyben kialakult víznyomások adatait nézve megállapítható, hogy állandó vízkifolyás (csapolás) alatt elért legnagyobb nyomás 3.5 bár, ami a hegy belsejében 4.0 báros nyomásnak felel meg. Ennél a nyomásnál olyan folyások jelentkeztek és a beépített csövek olyan remegése következett be, hogy a nyomást fokozni nem mertük.

A nyomás fokozására nem is volt szükség, mivel az eddigi legnagyobb csapadéknál is aránylag jól lehetett gazdálkodni a vízzel, ennél a nyomásnál. A nagy nyomásoknál jelentkező folyási helyeket a víznyomás normalizálódása után elinjektáltuk úgy, hogy jelenleg 3 bár nyomásig külszíni folyások nem jelentkeznek.

Vizsgáltuk a Tettye forrás vízgyűjtő lábánál jelentkező egyéb források (feltételezett szökővizek) vízmennyiség változásait. Szerencsére, a Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóságnál voltak erre nézve háttér mérései és azokkal összehasonlítva a duzzasztás alatti méréseket megállapítható, hogy ezeknek a forrásoknak a vízmennyiségére nem volt hatással a duzzasztás.

A vízmennyiségek mérésére nagy vizeknél újonnan épített mérőbukót használtunk (a régi, még a forrás foglálásakor épített vízmérő tönkrement és pontatlan volt), a termelt vizek méréséhez a termelő csövekbe beépítettünk vizórákat.

Eddigi üzemi tapasztalatainkból tehát megállapítható, hogy a vízgazdálkodási célokból beépített új rendszerrel a Tettye forrás adott vizét átlagban 93 %-ban hasznosítani tudjuk; átlagcsapadékos körülmények között, az előző lehetőségek mellett átlagban felhasznált 50 %-al szemben. Tekintettel a forrás rendkívül kedvező fakadási szintjére, gazdasági számításaink szerint a beinvestált tőke 2 év alatt megtérül, ha ennek a víztermelési lehetőségnek az önköltségét összehasonlítjuk a többi vízbeszerzési lehetőséggel.

Tisztelt Konferencia !

A Tettye forrás vízgazdálkodási lehetőségeinek fentiekben ismertetett átépítése apropóján sokszor kerestünk bel- és külföldön olyan partnert, akit érdekel a téma; akitől esetleg tanácsot

lehet kérni; akivel eredményesen meg lehet vitatni egy-egy váratlanul jelentkező műszaki problémát. Eddig nem találtunk ilyet.

Arra kérjük Önöket, hogy az ismertetés, a látottak alapján, elgondolkozva az általunk alkalmazott megoldásokon, mondjanak őszinte véleményt; ne tartózkodjanak a kritikáktól sem, mert szeretnénk ezek segítségével tanulni - hisz egy-egy jó kritikának sok haszna van.

A műszaki megoldási lehetőségek egy-egy jelentkező problémánál állandóan változnak, hiszen maga a technika, mely biztosítja a megoldás lehetőségét rohamléptekkel halad előre, változik, jönnek az új megoldási lehetőségek. Például a munkánk során alkalmazott injektálási technológia helyett ma már sokkal jobb technikák ismeretesek. Értesültünk róla az elmúlt évben, hogy Svédországban a töredezett, roncsolt kőzeteket ma már tökéletesen el tudják zárni a víz elől az új vibrációs injektálással és megfelelő egészen apró szemnagyságú cementtel. Milyen jó lett volna, ha az építés során ilyen technológiával rendelkezünk.

Ha sikerült ismertetésünkkel érdeklődésüket felkelteni, netalán látókörzetükben lenne egy olyan hasznosítható karsztforrás, melynek vizét a fentiekben ismertetett vízgazdálkodási lehetőségekkel érdemes hasznosítani; amennyiben olyan igények lennének, hogy ezt a kérdést vizsgáljuk meg, mi is szívesen állunk rendelkezésükre.

Most pedig ismertetném a jövőre vonatkozó terveinket a Tettye forrással kapcsolatban.

Amint azt említettem, a forrásbarlang feltárása során az általunk elért vágponton függőlegesen tört fel a víz, mely a Mecsekben lévő karsztvizek vízhőmérsékleténél 3 fokkal melegebb volt. A víz törésvonal mentén tört fel. Ugyanezt a törésvonalat a vágathajtás során is kereszteztük és ugyanez a törésvonal hozta létre a felszínen mutatkozó csaknem függőleges sziklafalat. A vető síkja tehát egy felszíni és két felszín alatti ponton ismert. Három pont meghatároz egy síkot. Ez a sík a törésvonal, mely ferde fúrással a forrás alá hajtott vágatból elérhető. Ezzel a ferde fúrással kívánjuk 30 méterrel mélyebben a forrás szintje alatt megcsapolni a hegyben kialakult és még kitöltetlen üregrendszer tározóterét. A fúrás végére szerelt tolózár és műszerek segítségével ismét kialakítunk egy olyan vízgazdálkodási lehetőséget, mely lehetővé teszi, hogy vízszegény időszakokban a forrásszint alatti tározótérből is vegyünk vizet, mely azután a csapadékosabb időszakban feltelik.

Az első kutatójellegű forráshoz ebben az évben minden rendelkezésünkre áll és amennyiben az sikeres lesz, úgy egy próbaüzemmel meghatározzuk érdemes-e több fúrást hajtani, vagy esetleg egy víztermelő vágot építeni, melyen keresztül a forráshozam 7 %-át - ami eddig elfolyt - megfogjuk. Ha pedig az átlagosnál nagyobb csapadékos évek jelentkeznek, ezek többlet vizét is hasznosítani tudjuk.

Tudjuk, hogy elgondolásunkban van kockázat, hiszen a földbe nem látunk bele és a legkorszerűbb felszíni geofizikai mérések sem 100 %-osak. Az általunk tervezett 60 méteres ferde fúrás aránylag nem nagy költség az eredménnyel elérhető anyagi haszonnal szemben és így érdemes kockáztatni.

A megépített és használt vízgazdálkodási rendszerünket nem lehet mindenhol megvalósítani, de megvizsgálni a lehetőséget érdemes, mert ez csak karsztvizeknél alkalmazható és a karsztvíz ivóvíz szempontjából a legjobbak közé tartozik.

A jó ivóvizek utáni igény egyre nő és elképzelhető, hogy aránylag rövid idő alatt export-import cikké válik. Ilyen körülmények között már most minden lehetőséget biztosítani kell a jövő vízellátása érdekében.

Bemutattunk Önöknek egy aránylag újszerű vízgazdálkodási lehetőséget, melyet mi itt megvalósítottunk.

Lehet, hogy jól csináltuk, de lehet, hogy még jobban is lehetett volna csinálni. Ennek eldöntése érdekében hívtuk össze ezt a konferenciát és reméljük nem hiába.

Vass Béla