

Volt egyszer egy „eocén program”, amelyet államilag sohasem definiáltak, de a kutatók és közszereplők a kimerüléshez közeledő tatabányai és dorogi széntermelés pótlására szolgáló szénkutatásokat és bányanyitásokat sorolták ide.

A levéltári dokumentumok szerint az „eocén programként” ismert kutatás és bányanyitás története bővelkedik különös fordulatokban. A 20. század elején kapitalista nagyvállalatok késhegyig menő konkurenciaharcának és sajátos üzleti fogásainak lehettünk tanúi. A bányavállalatok harca a század második felében állami keretek között újra kezdődött. Az első új bányáüzemek már működésbe léptek, amikor a karsztvízszint-süllyesztés következményeinek megítélése felett folyó viták egyre nyíltabbá és hangosabbá váltak.

Tanulságos, hogy a közgazdasági szemléletű állami tervezés és a voluntarista pártirányítás között feszülő ellentétek a döntéshozók elbizonytalanodását eredményezték.

A végső döntést váratlanul mégis a piaci hatások érvényesülése kényszerítette ki azzal, hogy a szinte korlátlanul beáramló olcsó földgázhasználat következtében a mélyművelésű szénbányászat elvesztette fellelvő piacainak nagy részét.

Ha az olvasót nemcsak az események háttérében megbúvó történések érdeklik, akkor megismerkedhet a Dunántúli-középhegység sajátos földtani fejlődéstörténetével, a középhegység különös karsztrendszerének kialakulásával, a felszínalatti vízáramlási rendszerek működésével.

Nem felejtkeztünk meg a karsztvízszint-süllyesztés mértékének és ütemének bemutatásáról, a lesüllyesztett karsztvízszint visszaemelkedéséről, a rendszer regenerálódásáról, a karsztforrások újraéledésének bemutatásáról és a várható változások előrejelzéséről sem.

BÁNYÁSZATI KARSZTVÍZSZINT- SÜLLYESZTÉS A DUNÁNTÚLI- KÖZÉPHEGYSÉGBEN

SZERKESZTETTE:

ALFÖLDI LÁSZLÓ
KAPOLYI LÁSZLÓ



BÁNYÁSZATI KARSZTVÍZSZINT-SÜLLYESZTÉS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN

**Rekviem
a Dunántúli-középhegység karsztvízszint alatti
bányászkodásáért**

BÁNYÁSZATI KARSZTVÍZSZINT- SÜLLYESZTÉS A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉGBEN

**Rekviem
a Dunántúli-középhegység karsztvízszint alatti
bányászkodásáért**

Szerkesztette:

ALFÖLDI LÁSZLÓ
a földtudomány doktora,
Laureatus Academiae
és

KAPOLYI LÁSZLÓ
az MTA rendes tagja

Magyar Tudományos Akadémia
Földrajztudományi Kutatóintézet
Budapest, 2007

A kötetet szerkesztette:
ALFÖLDI LÁSZLÓ–KAPOLYI LÁSZLÓ

A kötet szerzői:
ALFÖLDI LÁSZLÓ
CSEPREGI ANDRÁS
KAPOLYI LÁSZLÓ

Műszaki szerkesztés és kartográfiai munkák:
KERESZTESI ZOLTÁN

Számítógépes szövegszerkesztés, tördelés:
GARAI-ÉDLER ESZTER

A kötet elkészítésében közreműködtek:
HALÁSZ GYÖNGYI
POÓR ISTVÁN
TÁRKÁNYI LÁSZLÓNÉ

ISBN 978-963-9545-15-1

TARTALOM

Előszó (Kapolyi László).....	7
1. Szén- és bauxit-készletek a karsztvízszint alatt (Alföldi László)	9
1.1. A hazai szénfeltárás és kutatás kezdetei	9
1.1.1. Szénbányászat	10
1.1.2. Bauxitbányászat	11
1.2. Az első nagy eocén szénkutatási láz Nagygyháza, Mátyás, Csordakút térségében.....	12
1.2.1. A jó üzleti fogás? Eladták a túlságosan vízveszélyes bányanyitási lehetőségét	13
1.3. Az eocén szénkutatás utolsó fellángolása.....	15
1.4. A karsztvízszint alatti bányászatkodás bezárásához vezető út	19
1.4.1. Zűrzavar az államigazgatásban	19
1.4.2. Közhazsnú szóhasználat vagy valós program: Az eocén-program.....	25
1.4.3. Az események háttéréről.....	27
1.4.3.1. Egy váratlan miniszterelnöki beavatkozás	33
1.5. Értékelés, tapasztalatok, tanulságok	36
1.5.1. Meditáció.....	36
1.5.2. Kutatási tapasztalatok	43
1.5.3. Kit terhel a felelősség?	47
2. A Dunántúli-középhegység földtani körülményei (Alföldi László).....	49
2.1. A Dunántúli-középhegység őstörténete (Aktuális szakirodalmi összefoglalás)	49
2.2.1. Ósföldrajzi áttekintés	53
2.2. A Dunántúli-középhegység felszínalatti vízrendszere	60
2.2.1. Vízvezetőképesség és a karsztosodás kérdései	60
2.2.2. A középhegységi karsztosodás története, földtörténeti preformációk	67
2.2.3. Felszínalatti vízáramlási rendszerek	70
3. A karsztvíztermelés hatása a Dunántúli-középhegység vízháztartására (Csepregi András).....	77
3.1. Áttekintés.....	77
3.2. A főkarsztvíztároló utánpótlódása	78
3.2.1. Beszivárgási területek.....	78
3.2.2. Beszivárgási intenzitás	79
3.3. A főkarsztvíztároló eredeti állapota	80
3.3.1. A Délnyugati terület jellemzése	80
3.3.2. Az Északkeleti terület jellemzése.....	83
3.4. Karsztvízkivételek és forráshozamok	84
3.5. A főkarszt és az érintkező vízáradók közötti vízcseré.....	89
3.6. A tároló vízmérlege	91
3.7. Állapotértékelés.....	91
3.7.1. Nyugati-Bakonyi víztest és a Nyugat-dunántúli termálkarszt.....	93
3.7.2. Balaton-felvidék	97
3.7.3. Keleti-Bakony–Vértes D-i víztest	98
3.7.4. Északi-Bakony–Gerecsei víztest	100
3.7.5. Az Észak-dunántúli termálkarszt.....	100
3.7.6. Északkelet-dunántúli víztest	101

3.7.7. Budapest környéki termálkarszt.....	102
3.7.8. A Nógrádi rögök	102
3.7.9. Nógrádi termálkarszt	103
3.8. A főkarsztvíztároló hidraulikai modellje	103
3.8.1. A tároló modellvizsgálatainak áttekintése	103
3.8.2. A nyomáseloszlás számításának matematikai modellje.....	105
3.8.3. Kezdeti és peremfeltételek.....	105
3.8.4. A beszivárgás számítása.....	105
3.8.5. Vízkivételek és forráshozamok	106
3.8.6. Hidraulikai paraméterek	106
3.9. Újra indulnak-e a karsztforrások?	106
 4. Általános tendenciák az ásványi nyersanyagok hasznosításával összefüggő gazdasági folyamatokban és az ásványanyag-gazdálkodás elvi-módszertani alapjai (<i>Kapolyi László</i>).....	113
4.1. A rendszer- és függvényszemléletű ásványvagyon-gazdálkodás célszerűsége	115
4.1.1. Az ásványi nyersanyagforrások és a gazdaság növekedésének általános összefüggése	115
4.1.2. Az ásványvagyon- gazdálkodás elvi és módszertani alapjai	117
4.1.3. Általános tendenciák az ásványi nyersanyagok hasznosításával összefüggő gazdasági folyamatokban	119
4.1.4. Az ásványi nyersanyagok hasznosítására vonatkozó rendszer- és függvényszemlélet kialakítása	120
4.1.5. A hasznosítás hatékonyságát meghatározó vizsgálati módszer.....	121
4.1.6. Az ásványi nyersanyagok hasznosítását célzó termelési rendszermoellek kialakításának szempontjai	122
4.1.7. A rendszerszemléletű ásványvagyon- gazdálkodás formális alapjai.....	123
 Függelékek	127
Az 1. fejezet írásánál felhasznált jelentések, határozatok és események időrendje.....	127
1.1. A hazai szénfeltárás és kutatás kezdetei	127
1.2. Az első nagy eocén szénkutatási láz	127
1.3. Az eocén szénkutatás utolsó fellángolása	127
1.4. A karsztvízszint alatti bányászkodás bezárásához vezető út	128
Dokumentumok jegyzéke.....	129
1. fejezet írásához felhasznált kéziratok	130
Az 1. és 2. fejezetben felhasznált irodalom	133
A 3. fejezetben felhasznált irodalom.....	137
Az eocén szénkutatással és széntermeléssel kapcsolatosan állami döntéshozatallal rendelkezők	138
 RÖVIDÍTÉSEK.....	138

Előszó

A könyv írása előtt végzett levéltári kutatást az ún. „Eocén program” ellentmondó értelmezése inspirálta.

Az energiaszerkezet világméretű alakulása során Magyarországon különös helyzet alakult ki. Miközben a széntermelés az 1960-as évek elejére meghaladta az évi 30 millió tonnát, aközben a növekvő import lehetőségek hatására a viszonylag könnyen hozzáférhető kőolaj- és földgázfelhasználás előretörése nálunk nemcsak az energiaszerkezet, hanem a gazdasági szerkezet átalakítását is indukálta.

A növekvő energiaigény kielégítésére a viszonylag gyorsan telepíthető, rövid idő alatt üzembe helyezhető, akár csúcserőműként is működtethető környezetbarát kőolaj, földgáz és egyes tüzelésű hőerőművek kezdtek háttérbe szorítani a széntüzelésű erőműveket. Ezzel egyidejűleg a lakossági földgázhasználat terjedése a lakossági szénfelhasználást rohamosan csökkentette.

A gyors átrendeződés éppen akkor következett be, amikor a dorogi és tatabányai szénkészletek a kimerülés határához közeledtek és a fogyóban lévő készletek pótlását célzó felderítő kutatások (mélyfúrások) a hiányzó készletek pótlását ígérték. A maga idejében európai színvonalú felderítő kutatás eredményeinek további igazolását célzó előzetes kutatás kivitelezését és különösen az eredmények menetközi értelmezését nem csak a szemléletváltás, hanem a tényleges piaci helyzet alakulása is elbizonytalanította.

Nem egészen egy évtized elteltével a szénfelhasználással kapcsolatos piaci igénycsökkenés az egész magyar szénbányászat létét kezdte fenyegetni. A kialakuló veszélyhelyzetben az MSZMP Gazdaságpolitikai Osztálya javaslatot tett a földgáz erőművi felhasználásának korlátozására, a széntermelés csökkenésének megállítása, a termelés konszolidálására. A javaslatban nem szerepelt a lakossági földgázfelhasználás visszafogása, miközben az alacsonyan tartott ár a lakossági földgáz felhasználását ösztönözte, gyorsította.

A hazai széntermelés gazdaságosságát kezdetektől fogva csak úgy tudták fenntartani,

hogy a termelés centrumában vagy ahhoz közel saját fogyasztóbázist létesítettek (széntüzelésű erőművet, cementgyárat, kerámia üzemet stb.) a lakossági, tüzelésre alkalmatlan (porszén, apró törmelékes szén) bányatermék felhasználására. A kialakult helyzet végül is a teljes komplexumot versenyképtelenné tette.

Egy ideig az új szénkészletek feltárásának ígérete még életben tartotta az új bányanyitások reményét. A bányanyitás gazdaságosságát biztosítandó vetődött fel a Bicskei Hőerőmű létesítésének és némi késéssel a Tatabányai Ipari Centrum létrehozásának a gondolata.

Az egyébként voluntarista gazdaságirányítás közepette rendkívül gyors, praktikus alig követhető szemléletváltás következett be és a gazdaságossági fogalom-használat visszakerült a beruházás tervezés fogalomkörébe. A közgazdaságilag egyébként vitathatatlan fogalom használata a bányatelepítés tervezésénél újabb bizonytalansági tényezőként jelentkezett.

Minden bányanyitás alapfeltétele, hogy ismert legyen a kitermelésre szánt ásványvagyon mennyisége, minősége, változékonysága, térbeli helyzete, folytonossága. Ezek a feltételek (paraméterek) természetüknél fogva csak igen nagy bizonytalansággal határozhatók meg. Ebből következően a tervezés nem nélkülözheti a kockázatelemzést.

Az Ország Ásványvagyon Készletnyilvántartásban akkoriban a megkutatottsági (ismeretességi) kategorizálás érvényesült, a minőségi csoportok mennyisége szerint. Az ásványvagyon kutatás eredményét reprezentáló zárójelentésben korán megjelent a gazdaságosan kitermelhető vagyon fogalma, ami akkor csak fizikai paraméterek szerinti csoportosítást jelentett anélkül, hogy a kitermelhetőséget értékarányok szerint meghatározták volna.

Az értékarányos készletelemzés szükségessége, mértéke és módja felett elkezdődött vita során kétségek merültek fel, hogy vajon a nyersanyaggal szemben támasztott piaci érték változását hogyan lehet közép és hosszabb távra

szóló tervezés során kifejezni és a várható technológiai fejlődés következményeit figyelembe venni.

Az ezzel kapcsolatos vita menetét úgy jellemezhetjük, hogy a bányászok és geológusok „közgazdászkodtak”, a közgazdászok pedig „bányászkodtak”. Ez idő tájt érzékelhető volt, hogy a kitermelhető készlet szerint irányított termelés rövid távon javította az aknaüzemek gazdaságosságát, de lehetőséget adott a „rablógazdálkodási tendenciák” előretörésére és viszonylag hamar a gazdasági csőd egyik okozójává vált.

Az akkori körülmények között a várható piaci változásokat is számításba véve nem volt lehetőség olyan kockázatelemzést végezni, amelynek alapján akár a kockázatváltozás mértéke megítélhető lett volna.

A vitát akkor nem sikerült eldönteni. Az idő azonban haladt és a helyzetet tovább rontotta a döntéshozók maximális biztonságra való törekvése, a kockázatvállalástól való idegenkedése, ami az adott gazdasági, politikai rendszerben tulajdonképpen követelmény is volt.

Többek között ez lehet a magyarázata annak, hogy ismételten zavarok támadtak a kutatásirányítás és a bányatervezés menetében. Az új barnaszén kutatások feltárását célzó Mátyás-Nagygyeháza-Csordakút térség felderítő kutatásának befejezése után (1965) a tényleges bányanyitásokat előkészítő előzetes kutatások tervezésével számíthatóan kezdődött a vázolt bizonytalankodás, amely néhány évtized alatt eljutott a mélybányászat teljes megszüntetésének határáig. Kutatásaink során elsősorban ezen időszak történéseit, valamint azok mozgató rugóit igyekeztünk felderíteni.

A könyv írásánál és szerkesztésénél a történések lényegének, fő vonulatainak minél alaposabb feltárására törekedtünk. Az állításaink hiteles közvetítése érdekében eredeti dokumentum-másolatokat használtunk, közöltünk. Az általunk fontosnak tartott földtani körülményeket, a publikációs szokásoknak megfelelően (szerzőkre való hivatkozással) szó szerinti idézetekkel igyekeztünk hitelesíteni. A karsztvízkérdés jobb megértését szolgáló kérdéskör minél részletesebb megismertetésére szakspecialistát kértünk fel.

Igyekeztünk a szubjektív véleményalkotást elkerülni. Nem törekedtünk igazságtételre, nem kerestünk sem hősokeket, sem bűnbakokat. A történések megítéléséhez nem tartottuk szükségesnek elméletet gyártani, különösen nem összeesküvés-elméletet. Véleményünket úgy fogalmaztuk meg, hogy a Mátyás-Nagygyeháza-Csordakút térségi eocén szénkutatás és szénbányászat eseményeiben a részvevők százainak (ezreinek) tetteiben erényt, vagy szándékolt hibát keresni értelmetlen. Mindenki, akinek szerepe volt a történésekben, tette a dolgát, eredményesen vagy kevésbé eredményesen képviselte intézményét, az adott térség társadalmi csoportjainak, ágazatainak, vállalatainak érdekeit. Ettől függetlenül az eredmény mégis rendkívül sok hazai és nemzetközi tényező együttes hatása alatt az egyén szándékaitól függetlenül, vagy éppen azok ellenében született.

Mi, akik a történések résztvevői voltunk, sok mindennel egyetértettünk, sok mindennel nem, lényegében azonban a kutatás, a bányászkodás általunk akkor helyesnek vélt érdekeit igyekeztünk képviselni, mert fejtelten menekülés helyett szeretnénk volna minél kisebb gazdasági és társadalmi veszteséggel lépésről-lépésre visszavonulni. Mindezeket figyelembe véve ma már úgy gondoljuk, hogy a karsztvízszint alatti bányászkodás kockázatos körülményei között telepíthető, ill. művelhető barnaszén készleteket valószínű ma sem lehetne gazdaságosan kitermelni. A „mi lett volna ha” kérdésfeltevés ma már értelmetlen, és a történések megismerése a tapasztalatok levonása miatt lehet tanulságos.

A könyv nem jöhetett volna létre az Országos Levéltár, a Magyar Földtani Szolgálat Adattára, a Magyar Tudományos Akadémia Földtudományok Osztálya, a VITUKI és a segítőkész kollégák támogatása nélkül.

SZERKESZTŐK

1. SZÉN- ÉS BAUXIT-KÉSZLETEK A KARSZTVÍZSZINT ALATT

ALFÖLDI LÁSZLÓ

1.1. A hazai szénfeltárás és kutatás kezdetei

Valószínű, hogy Magyarországon szénelőfordulásról szóló első írásos feljegyzés 1714-ből CSIBA I. jezsuita paptól származik, aki leírta, hogy a dobsinai hegyekben és a Trencsén megyei Csátza környékén kőszén lehet találni. Ez az érdekes feljegyzés később minden bizonnyal feledésbe merült.

Más leírás szerint 1753 körül egy pásztor tüzétől gyulladt ki a szénkibúvás, és innen ered a lelőhely elnevezése, az eredeti brennerberg név is. A bányanyitás kezdetét 1759-re teszik (ETTRE L. et al. 1952). A két hivatkozásban tulajdonképpen a bányanyitás, ill. a bányászkodás éve valószínűleg nem hiteles.

Az ugrásszerűen megnövekedő tüzelőanyag igény kielégítését támogatandó Mária Terézia 1766. évi leiratában huszonnégy, majd két évvel később 80 aranyat helyezett kilátásba annak, aki gyakorlatilag felhasználható tőzég- vagy széntelepet talál. Az első magyar széntermelő hely megnyitása mégis a véletlennek, egy jó szemű szegkovácsnak köszönhető. A szegkovács a Brennerberg határában égő, füstölő hegyen lévő szén jelenlétét 1753-ban fedezte fel és 1756-ban jelentette. A széntermelés, vagyis a bányászkodás csak később, 1793-ban kezdett fellendülni (FALLER J. 1954).

A 18. század második felében sorra nyíltak a kisebb szénbányák azokon a helyeken, ahol a kitermelésre alkalmas széntelep a felszín közelében volt fellelhető. Valószínű, hogy a század második felében Verőcén, Vértessomlyón, Dorogon, Vasason, Sajókázán, a Zsil-völgyben már működtek kisebb-nagyobb kapacitású szénbányák.

A szénfogyasztás jelentős növekedését a 19. század elejétől számítják, amikor Magyarországon is elterjedt a gőzgép használata, fellendült a gőzhajózás, a gőzhajóépítés, a tengerhajózás, a vasúti közlekedés, széntüzelésű erőműépítés stb. és ezzel együtt a széntermelés rohamosan növekedett. A 19. század és

20. század fordulóján már valamennyi, a 20. században jelentősebb szénmedencében működtek bányüzemek. Ismeretesek voltak a mecseki feketeszen (jura), a dorogi és tatabányai (eocén), a bakonyi barnaszén (kréta), a nógrádi, borsodi, brennbergi (miocén) szénmedencék és a mátra-aljai lignit mezők.

Az eocén bányászat kezdeteire vonatkozó jelzések pontatlanok. HANTKEN M. (1878) szerint „az első bánya Sárísáp helység környékén gróf Sándor uradalmi határain nyitott kb. 1803-ban.” A monda szerint a szenet disznók túrták ki és egy kanász fedezte fel.

FALLER J. (1954) szerint a vértessomlói felsőoligocén telepeket 1780-ban ismerték meg, a dorogi-Sárísáp környéki bányászat kezdeteit pedig 1800-ra teszi. A hivatkozott állításokat alátámasztó dokumentumok azonban hiányoztak, minden bizonnyal azok szájhagyományon alapultak.

SCHMIDT S. (1897) az ezredéves kiállításon megtekintett bányászati bemutatóval kapcsolatosan írja: „Komárom és Krassószerény Megyében is ugyancsak még a múlt században fődöztek fel néhány telepet.” Az esztergomi szénterület felfedezésére vonatkozóan HANTKEN M.-re hivatkozva az első bányanyitás időpontját kb. 1805-re teszi. A Komárom megyére való hivatkozás valószínűleg FALLER J. vértessomlói hivatkozásának felel meg.

A tudatos kutatás első írásos emléke, a dorogi bányászat első írásos emlékeként 1781-ből való. KMETTY J. és SOLYMÁR J. idézete szerint (1988) „Csolnok 1781. január 27. a Ruhri RÜCKHUS A. a mai naptól telektulajdonos a csolnoki Miklós Berekben. Ő több szén után kutat. 25 krajcárt fizet a kasszába és 100 cetner szenet a parókiának. KREMP JÓZSEF s.k.”. Szerzők szerint 100 cetner szén kb. 50 mázsának felel meg, vagyis az idézett néhány sor már tudatos kutatásról és széntermelésről ad tanúságot.

A szájhagyomány és az írásos emlék érdemi időeltérést nem mutat. Az írásos emlék perdöntő annak megállapítására, hogy az eocén széntelepek kutatása és termelése több mint 200 éves.

A későbbi irodalmi jelzések is megerősítik, hogy a 18–19. század fordulójától kezdve az eocén telepek feltárására irányuló kutatások egyre inkább tudományos alapokon zajlottak.

HANTKEN M. (1861) dolgozatában írja: „A fornai agyag és márga, mely 40% megegyező jellemző és gyakori kövületek alapján az esztergomi barnaszén terület *Nummulites striata* rétegcsoporthoz alsó, puhatestűekben bővelkedő rétegeivel egykorú lerakódásnak tekinthető.” Később 1878-ban megjegyzi: „A pusztá-fornai, pusztánánai széntelepek a Vértes hegység területén Fehér Megyében. E vidéken 1858 és 1859-ben terjedelmes szénkutatások eszközöltek, amelyek által az ottani széntelepek csekély vastagsága, és ennél fogva művelésre nem valóssága kiderült. Az ottani széntelepek az eocén képződmény felsőbb osztályába fordulnak elő.”

PAPP K. szerint a fornai eocén medencét egy levél alakú közlésben RÓMER F. említi. PETERS K. 1859-ben, HANTKEN M. 1861-ben tudományos leírását adja: „A pusztá-fornai és pusztánánai eocén képletek ott ahol eddig művelésre nem méltó széntelepek kísérik kövületekre nézve egészen hasonlóak a lábatlani képletekhez.”

A hivatkozott leírás már a kor színvonalának megfelelő magas szintű tudományos felkészültségre utal. A földtörténeti időszakot először a jellemző kövületek alapján még *Nummuliticumnak* írták le, az eocén kifejezés az időszak teljes szakszerű feldolgozása során keletkezett.

HANTKEN publikációját megelőzően már részletesen tanulmányozta az eocént. A szabadságharc és az azt követő megtorlás időszaka nem kedvezett a földtudomány fejlődésének és még inkább nem a publikációs lehetőségeknek. PETERS K. HANTKEN-nél két évvel korábban említi az eocént. PETERST a bécsi udvar helyezte HANTKEN helyett vezető beosztásba, mert a közismerten „48-as HANTKEN megbízhatatlan” volt.

Mind ez ideig nem került elő írásos bizonyíték annak megállapítására, hogy mettől számíthatjuk a Dunántúli-középhegység széntelepes eocén képződményeinek tudományos megismerését. Nem tudjuk, mikortól változott a szénkibúvások keresése határozott, tervszerű kutatássá. Valószínűleg nem tévedünk, ha a tudományos felismerés és tudományos módszerek alkalmazásának időszakát a 19. század első felére tesszük. *A jelek szerint a 19. század elején már valóságos eocén-kutatási program körvonalai rajzolódnak ki, miközben az Esztergom vidéki széntelepek feltárása és a bányák nyitása határozott ütemben folyik.*

1.1.1. Szénbányászat

Az Esztergom környéki, mai szóhasználatnál elve Dorogi-medence bányászata oly mértékben

fejlődött, hogy az 1896. évi ezredéves világkiállításán már annavölgyi szelvényeket, bányatérképeket, ebszőnyi és dorogi mélyfúrások szelvényeit, az új dorogi akna profilját bemutató ábrákat is kiállítottak és ekkor a bányák termelése már elérte az évi 300 000 tonnát. A medence akkor már túljutott az első nagy vízbetörésen, 1873-ban (SZÜCS L. 1988), 1880-ban pedig egy nagy vízbetörés következtében a Vilmos akna el is úszott (VITÁLIS I. 1900).

A dorogi szénbányászat első száz éve során már túl volt az első nagy vízbetörésen, amikor a tatabányai eocén szénbányászat kezdetei tehetők.

Már 1871-ben kiadásra került az 1:1 444 000 méretarányú HANTKEN M. és VINKLER J. felvételei alapján összeállított F.7 jelű „Tata-Bicske vidéke” című földtani térkép.

CSISZÁR I. (1994) szerint „1894. december 4-én írták alá azt a használatbavételi szerződést, amely megalapozta a tatabányai szénbányászatot.” A szerződés szerint a Magyar Általános Szénbánya Rt. jogot nyert a Felsőgalla, Alsógalla, Bánhida területen előforduló kő- és barnaszénkutatására és termelésére. Ugyanakkor kibérelte a Tatabányai Hitbizománytól a vértessomlói felsőoligocén barnaszén előforduláson már akkor elkezdett bányanyitást, ahol 1896-ban megkezdődött a rövid életű barnaszéntermelés. Ezek szerint a tatabányai térség bányanyitásának kezdetét ettől az időponttól is számíthatjuk. Az eocén szénbányászat kezdetei viszont későbbre datálódhatnak.

RÓTH F. a tatabányai szénbányászatról 1904. január 15-én kelt jelentésében a tatabányai szénvagyont három kategóriába sorolta.

(I.) Az öt működő aknában lefejtethető szénvagyont összesen 173 millió mázsára, vagyis 17 millió tonnára becsüli, amelyből fogalmazása szerint 1897. év végétől 1903. szeptember hó végéig lefejtetett és átadatott 29 millió mázsa. Külön jelölte (II.) a fúrások által jelzett 57 millió tonna, ill. a feltárás alatt lévő (III.) 22,6 millió tonna készletet. „Ezzel a szóban forgó szénmedence széntartalma még nincsen teljesen kimerítve, amit nem kutattak meg, mert a kimutatott mennyiséggel a szerződés lejártáig bőven el van látva.”

A jelentés egyértelmű bizonyítéka annak, hogy az 1894. évi szerződést követően intenzív kutatás és feltárás indul. VITÁLIS I. (1939) szerint az első fúrást 1895–1896 telén mélyítették, 1897-ben pedig már viszonylag jelentős széntermelés folyt.

A Magyar Földtani Szolgálat adattárában őrzött Vitális-hagyatékban található egy leporcellószerűen összehajtható „kékszínű” egykori másolat, amely a Felső-Galla szénterület kuta-

tófúrásainak térképét és 40 db fúrás táblázatos adatait tartalmazza (Felső-Galla 1898. október 18). A térképre két akna helye is be van jelölve. A térkép rekonstruált másolatát az 1. dokumentum mutatja. A táblázat nem jelöli a fúrások le-
mélyítésének idejét, de azok nagy száma és a két aknabejelölés valószínűsíti VITÁLIS I. előbb hivatkozott időpontját.

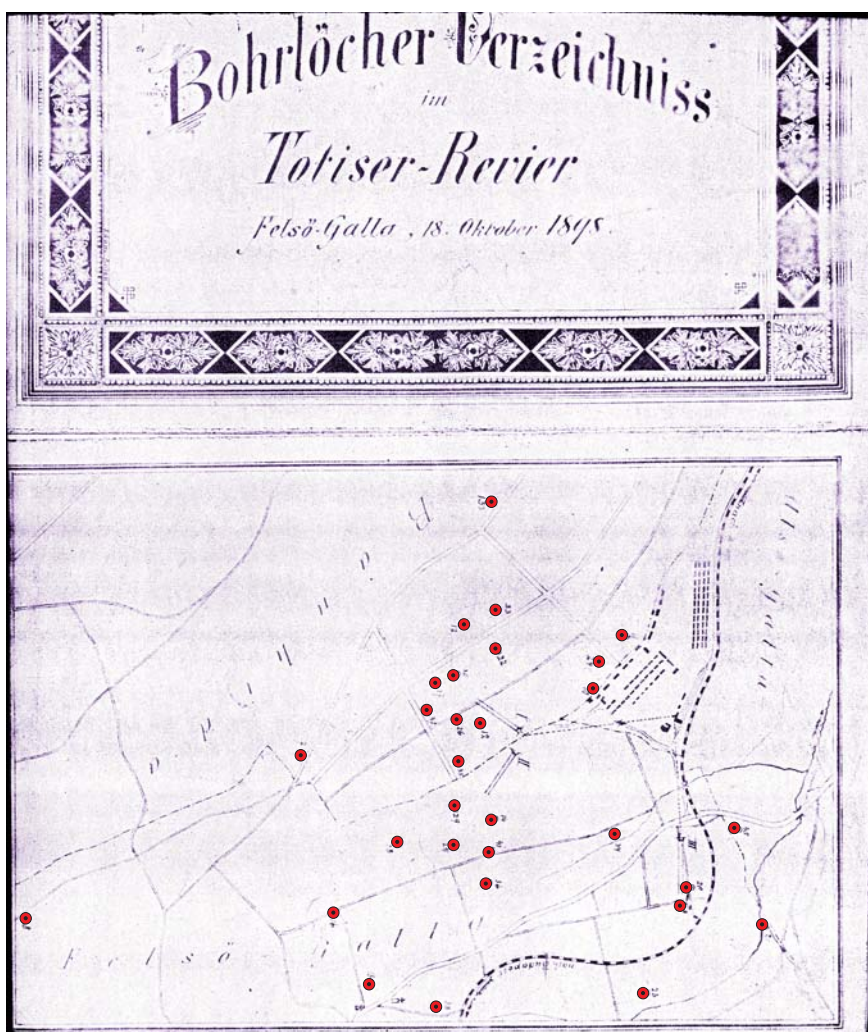
Miközben a dorogi szénbányák (Salgótarjáni Szénbánya Rt. tulajdonában) termelés-felfutását és fejlődését az egymást követő karsztvíz-betörések akadályozták, a MÁK tulajdonába került tatabányai barnaszénttermelés rohamtempóban fejlődött. A tatabányai széntelepek kifejlődése, földtani helyzete kedvezett a tömegtermelés alkalmazásának és a mérsékelt karsztvízveszélyesség évtizedeken keresztül megóvta a nagy vízbetörésektől, igaz, a sújtólég robbanás alkalmasint emberéleteket követelt. A meddő kísérő-kőzetek mechanikai instabilitása feltér-
elési és fejlesztési nehézséget okozott, mégis a térség

bányászata a szénbányák „zászlós hajójává” tette a tatabányai szénbányászatot és a város egyben a térség jelentős vonzáskörzetévé vált.

1.1.2. Bauxitbányászat

1903-ban alakult meg a Jádvolgyi Alumínium Társulat, majd 1917-ben alapították az Alumíniumérc Bánya és Ipari Rt.-t, amely az erdélyi kisebb bauxit vállalatokat fogta össze. A trianoni békeszerződés következtében az erdélyi bauxitbányák határon kívül kerültek, ezért a mai ország területén intenzív bauxitkutatások kezdődtek, és a II. világháború végéig tulajdonképpen ismertté váltak az ország jelentősebb felszíni vagy felszín közeli bauxit-előfordulásai. Az 1926–1949 közötti időszakban a bauxittermelés 86%-a még külszíni fejtésből származott, 1990-ben már csak 26%-a, 1991–1993-ban csak 19%-a, vagyis a mélybányászat gyors ütemben terjedt.

A II. világháborút követően egy újabb vízveszélyes-bányász-
kodás, a bauxit mély-
bányászat jelentkezett, amikor is Kincsesbányán 1948-ban a József I. sz. akna +116 m A.f. szintjén bekövetkezett vízbetörés a +138 m-es szintig előntötte az ereszkét és évekig több mint 1,5 m³/perc vízkitermelésre kényszerültek. Ahogy a bauxitbányászat egyre inkább a mélyebben fekvő készletek kitermelésére kényszerült, úgy növekedett a vízemelés mértéke. 1970-re a bauxitbányászat összes vízemelése elérte a 146 m³/perc-et, amelyből 111,8 m³ Nyirádról származott. 1962-től kezdve áttértek a fúrtaknás aktív víz-



1. dokumentum. Leporellő-szerűen összehajtható német nyelvű fúráshely-térkép. Kéksínű másolat a Vitális hagyatékban

telenítésre, ehhez csatlakozva 1969-től pedig elkezdődött az aktív víztelenítéssel kitermelt víz értékesítése, amely 1987-ben elérte a 300 m³/perc csúcserőértéket (Víz B. 2005).

1.2. Az első nagy eocén szénkutatói István Nagygyeháza, Mátyás, Csordakút térségében

Az eocén időszak földtudományi, azon belül ősföldrajzi, őslénytani, üledékföldtani megismerése logikusan vezetett ahhoz a felismeréshez, hogy Dorog és Tatabánya térségében további széntelepes eocén kifejlődésére lehetett számítani.

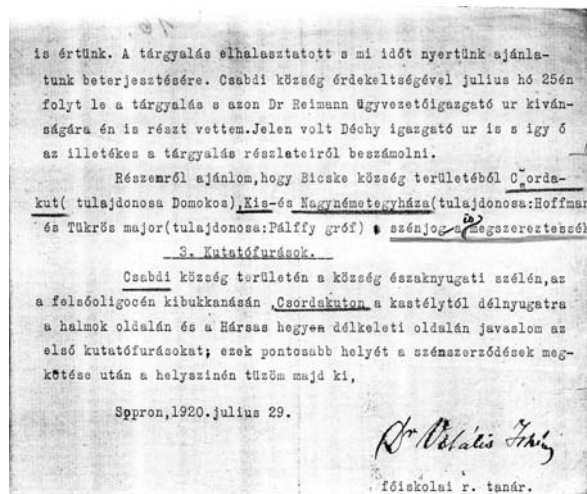
HOFFMAN R. 1897-ben Piszke, Gyermely, Szomor térségét javasolja kutatásra.

TELEGDY RÓTH K. 1898. évi szakvéleményében „A Csordakút felől húzódó völgy torkolatával szemben” ajánlott fúrást. A szakvéleménye alapján 1898-ban lefolytatott két fúrás – amelyeknek helye bizonytalan – vékony szénzsinórok átfúrása után mészkőbe hatolt.

RANCZINGER V. 1899. március 24-én kelt levelében megállapítja: „Minthogy Csordakúton, Csabdin és Bicske határában az eocén-telep nincs meg, ezt a területet fel kell adni.” Ezt a téves szakvéleményt egy 1905. február 22-i, majd 1909. évi jelentésében is megismételte, véleményét JEX S. bányagazgató írásban megerősítette. RANCZINGER, JEX és TAEGER H. a Csordakút-Mátyás terület improduktivitásával egyidejűleg a nagygyeházai területet is improduktívnak tartotta a MÁK 1900–1902, valamint 1903–1905 között lefolytatott 4 fúrásának eredménytelenségére való hivatkozással. A MÁK 1913–1918 között a Vértessomló–Tardosi medencében kutatott eredménytelenül.

A Salgó Rt. 1921–1922-ben Mátyás község határában mélyített három eredménytelen szénkutató-fúrást, Csabdi területén pedig 1923-ban volt eredménytelen (LÁNG J. 1965. Kézirat).

Az eredménytelenség közepette VITÁLIS I. 1920-ban javasolta a Salgótarjáni Szénbánya Rt.-nek a Csordakút, Kis- és Nagynémetgyeháza területre szénjog megszerzését (2. dokumentum). A fúrások kezdetekor tudta meg, hogy a térségben a MÁK 1900 és 1902 között négy kutató-fúrást mélyített, amelyből három eredménytelen volt, egy pedig szénpalát hozott. VITÁLIS I. fia, VITÁLIS SÁNDOR 1974-ben úgy emlékezett, hogy



2. dokumentum. Másolatrészlet a Vitális hagyatékban lévő eredeti kéziratból (1920). Vitális István javaslata a szénjog megszerzésére

„A földbirtokosnál őrzött fúróanyagot megvizsgálva édesapám megállapította, hogy nem fekvő mészkövet, hanem középsőeocén nummuliteszes mészkövet fúrtak s az átfúrt 1 méter vastag szenes pala Fornai típusú szén”, vagyis alatta további széntelepek kifejlődése volt várható.

VITÁLIS I. javaslatára SCHMIDT S. a Salgótarjáni Szénbánya Rt. dorogi bányagazgatója 1920. október 8-án 30 évre szóló szénkutatói és kiaknázási szerződést kötött HOFFMAN E.-vel, 1928-ig bányanyitást vállalva. Az ellenkező vélemények ellenére 1923-ban kezdődött el az új fúrásos kutatás új, működő berendezésekkel és 1926-ig 27 db fúrást mélyítettek.

TAEGER H. már a szerződés ismeretében a MÁK megnyugtatóra 1921-ben, előző negatív szakvéleményét megerősítve leszögezte, hogy a Csordakút–Nagygyeháza terület, dacára a körletében kibontakozó eocénnek és a Tatabányai medencéhez való közelségének nem jelent értéket, bányászati szempontból reményre nem jogosít.

1923–1926 között a Salgótarjáni Szénbánya Rt., a MÁK és 1930-ban a Budapesti Szénbánya Rt. mélyített fúrásokat a terület különböző pontjain. Miközben a kortárs geológusok az évszázad egyik nagy tévedését követték el, VITÁLIS I. nevéhez fűződik a Nagygyeháza, Csordakút, Mátyás térség szénmedencéinek a feltárása.

A magyar földtani szolgálat adattárában elhelyezett, az előzőekben már használt Vitális-hagyaték kéziratai tanúskodnak arról, hogy VITÁLIS I. első felismerése után véleményét újra és újra megerősítette. 1923-ban írja:

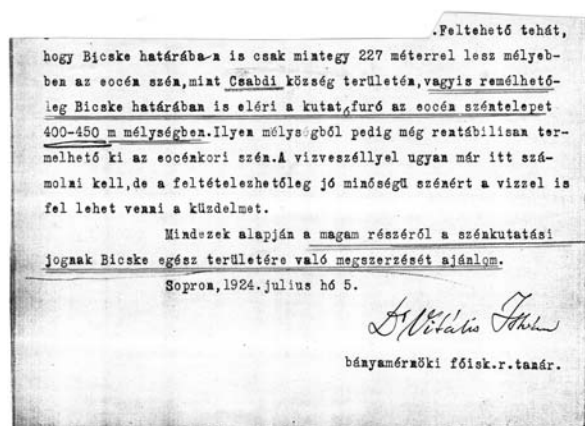
Nagyegyháza és Mesterberek területe a triász mészkő és dolomit alaphegység között ideális szénmedencét alkot. A MÁK négy sikertelen fúrás-adatait megvizsgálva, igazolva látja a fornai telep jelenlétét, határozottan kutatást javasol és ide sorolja Csordakút, Csabdi területét is.

A területet ismételten bejárva, 1924. májusában jelenti, hogy „Nem indokolatlan feltételezni, hogy a tarjáni medencében megtele a kutatófúrás a felső oligocén üledékek alatt a széntelepes eocént.”

Ugyanezen év július 5-i jelentése szerint „Bicske határában is eléri a kutató-fúró az eocén széntelepet 400–450 m mélységben. A vízveszéllyel ugyan már itt is számolni kell, a feltehetőleg jó minőségű szénért, a vízzel is fel lehet venni a küzdelmet.” (3. dokumentum). Ugyanez év júliusi jelentésében leírja, hogy „Bicskétől Csabdi község területén át Tarján-Héreg felé egy DK-ÉNy irányú paleogén teknő terül el. Ez a paleogén teknő különös fontosságot nyert azóta, hogy Csordakúton 200 m mélységben megfúrunk az eocén kori széntelepet”.

Végül november 17-i jelentésében felhívja a figyelmet, hogy a széntelepes eocén jelenlétét a MÁK 1913/1914-ben, 1918-ban mélyített fúrásai már igazolták, mert 209 m-ben 0,7, ill. 1,3 m mély vastag telepet fúrta, ami a szénjog Vértés felé való kiterjesztését indokolja.

VITÁLIS I. megfigyeléseit és földtani következtetéseit a kutatófúrások fényesen igazolták. A Nagyegyháza II. sz. fúrás 1924-ben az eocén széntelep felső, 1 m-nél vastagabb hét tagból álló csoportját 367,2 m-ben érte el, majd az alsó széntelepek szintjét 401,8 m-ben, ahol 0,2 és 1 m vastag édesvízi mészkőbetelepülésekkel 1,4 m,



3. dokumentum. Másolatrészlet a Vitális hagyatékban lévő eredeti kéziratból (1924). Vitális István pozitív véleménye a Bicske határában fellelhető széntelepről

3,3 m és 2,9 m vastag széntelepeket harántoltak. Figyelmeztető jel volt, hogy a triász mészkőben az öblítővíz eltűnt.

1.2.1. A jó üzleti fogás? Eladták a túlságosan vízveszélyes bányanyitási lehetőségét

Az első fúráseredményeket gyors ütemben követték a többiek és tekintettel az eredményekre, valamint az 1928-ra vállalt bányanyitási kötelezettségre, SCHMIDT J. 1926. február 6-án benyújtotta a Nagynémetegyháza gróf Bethlen-akna tervezetét, 226 oldalon számos melléklettel. A Salgótarjáni Szénbánya Rt.-től, ill. CHORIN F.-től kapott megbízás 4 millió mázsa évi termelésű bányauzem tervezésére szólt (4. dokumentum).



4. dokumentum. Címlapmásolat a Vitális hagyatékban lévő eredeti „A nagynémetegyházai gróf Bethlen-akna tervezete” kékszínű keménykötésű borítójáról (1926)

A nagy aknamélységgel járó költség miatt egy aknával és egy szállítógéppel megvalósíthatóan tervezték az üzemet. „A tervezetnek egyetlen kényes pontja a vízkérdés, miután ott pozitív adataink nincsenek.”; „Egészen bizonyos, hogy Nagynémetegyháza és környékén a triász mészkő nincs úgy elkarsztosodva, mint a Dorog-Tokodi Medencében, amit az is bizonyít, hogy a szomszédos tatabányai szénmedencében a doroghihoz hasonló vízbetörések sohasem fordultak elő.” Tervező elfogadja PISTORIUS A. felfogását és úgy véli, hogy az elkarsztosodás az itteni vízveszélyes nivónál (+138 m A.f. szint) mélyebben alig hatolhatott, vagyis mélyebb szinteken barlangok nem képződtek, a magasabban fekvő barlangokat pedig a vetők felszabdalták. Álláspontjának megfelelően egy ikeraknás megoldást választott, mondván, hogy az édesvízi mészkő a tervezett négy mező és az akna között vízbetörés esetén vízvezető összeköttetést biztosít. Ennek megfelelően tervezte az akna vízgyűjtő medencéjét 3400 m³-re, és bányászati módszerekkel felkészült további 15 m³/perces vízbetörés kivédésére. Szerinte katasztrofális vízbetöréssel nem kell számolni, és a nagyobb gondot nem az, hanem a mintegy 400 m-es emelőmagasság jelenti.

A magyar bányászat színvonalára jellemző technikátörténeti érdekesség, hogy az aknakiszolgálást elektropneumatikus megoldásra tervezték (5. dokumentum).

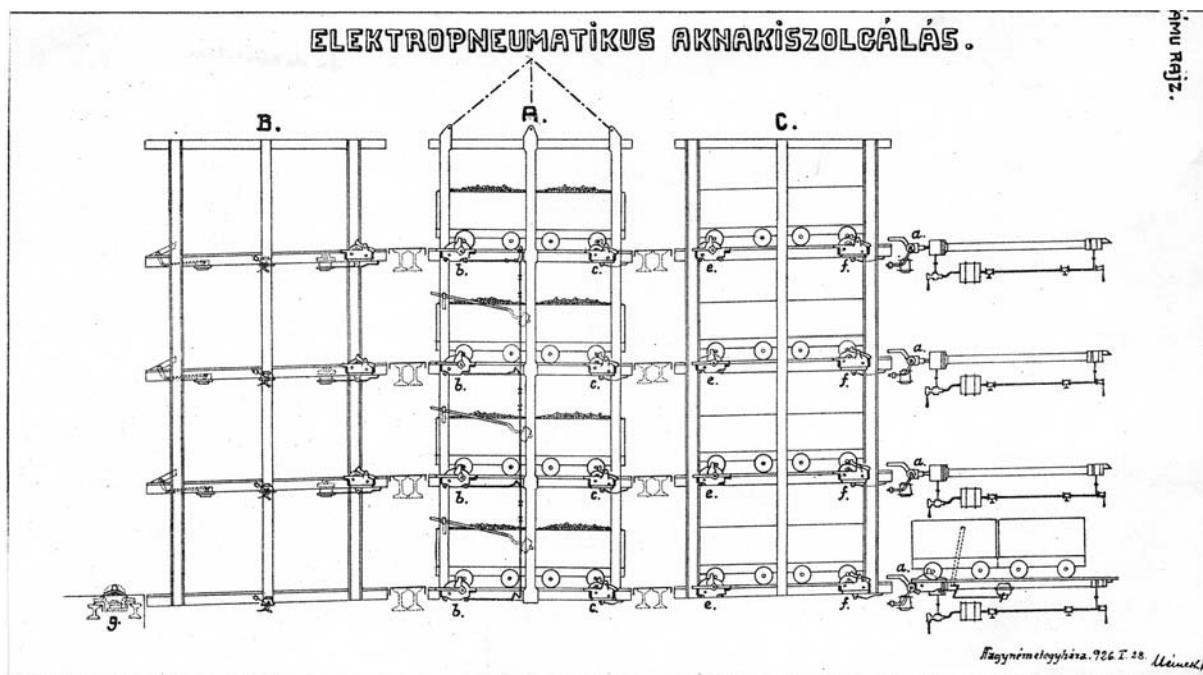
Mivel a kutatások bányanyitásra elégséges jó minőségű szénkészletet tártak fel, ezzel a szénkutató geológusok szakmai csatája VITÁLIS I. fölényes győzelmével ért véget.

Nyomban elkezdődött azonban a bányászok csatája annak eldöntésére, hogy a földtani körülmények, a tektonizáltság, a szomszédos Tatabányai és Dorogi Medencékből már gyakorlatban meg tapasztalt karsztvízveszély mennyire befolyásolhatja az egyre mélyebbre kényszerülő bányászatot.

1926. április 26-án összeült a RÓTH M., HOFFMAN R., SCHMIDT J., SCHMIDT S., FALLER J. és NÉMETH F. alkotta műszaki bizottság, amely elfogadta a tervező álláspontját.

A bizottság megállapította, hogy a széntermelésére aránylag rövid idő áll rendelkezésre és mindhárom szénmező szénvagyona nagyobb annál, mintsem számítani lehetne arra, hogy a rendelkezésre álló 20–25 év alatt valamelyik is teljesen kimerül. Nem képzelhető el, hogy egy bányamező felhagyása esetén, a benne 26 atmoszférára emelkedő víznyomás mellett a szomszédos bányamezőt üzemben lehetne tartani. A vízveszély elleni felkészültség szempontjából egyenesen kívánatos, hogy egy pontban, de azután minden erővel be kell rendezkedni a sikeres küzdelemre. A bizottság jegyzőkönyvileg elfogadta a tervező álláspontját.

Három nappal később HOFFMAN R. külön véleményt alkot és levélben küldi el jelentését a méltóságos elnök úrnak: „Jelentés a nagygyházai szénterület vízveszélyességéről” címmel.



5. dokumentum. Másolat a gróf Bethlen-akna elektropneumatikus aknakiszolgálásának eredeti tervezetéről (1926)

HOFFMAN szerint SCHMIDT főtanácsos túlságos kedvező képet festett a vízveszélyről, meggyőződése szerint a vízveszély nagyobb, mint Tatabányán, akár Dorogon. Az édesvízi mészkő nagy tömege arra enged következtetni, hogy a telepek lerakódása előtt és után a németegyházi katlanban nagy és erős források ömlöttek, amelyek a telepek lefejtésekor ismét a mélység felé fognak törni és a fejtés 25–30 atmoszférával áll majd szemben.

Tatabányán és Dorogon még egy erős képlékeny agyagréteg választja el az alsó telepet a mészkővel való érintkezéstől, míg Nagyegyházán a széntelep közvetlenül a mészkőre települ. Nagyobb biztonságot látna abban, ha a bányamezőt egymástól függetlenül külön aknákkal tárnák fel.

Feltehetően vízveszélyesség kérdésében elmérgesedő vita miatt Böck H. 1927. szeptemberében VITÁLIS I.-nal újra bejárja a területet. Böck jelentésében megerősítette, hogy az eocén bázisán előforduló széntelepek vastagabbak és jobb minőségűek (5–12 m vastag) a fornai telepeknél. A vízveszély kérdésében nevezett óvatosan foglal állást, mondván „Dorog, Tokod környékén már a +125 m-es szinttől is veszélyes, nagymennyiségű vizet kaphatnak.” Rendkívül fontos, hogy minden fúrólukban, miután bizonyos mélységbe lefúrták a triászba, tanulmányozzák a víz viselkedését.

A Bethlen-akna megvalósításával, ill. tervezetével kapcsolatos vita hamar befejeződött. Világossá vált, hogy a tisztázatlan, vagy nem kellően tisztázott vízveszélyesség ellenére Nagyegyháza–Csordakút térségében elegendő jó minőségű barnaszén feltárására és kitermelésére van lehetőség és a Tatabányai-medence szomszédságában jelentős szénbányászat kifejlődése kezdődhet.

A Tatabányai-medencében bányászko-dó Magyar Általános Szénbánya Rt. (MÁK) és a dorog–tokodi medencét birtokló Salgótarjáni Szénbánya Rt. (Salgó) közötti versenyben a Salgó túlságosan komoly fenyegetést jelentett a nagyegyházai sikereivel, bányanyitási terveivel, ezért a MÁK néhány évi erőfeszítés és hatalmas pénzáldozatok árán megszerezte a terület szénkiaknázási jogát, nehogy Tatabánya szomszédságában komoly versenytárs működjön.

A szénkiaknázási jog megvásárlása után a MÁK a bánya nyitását levette a napirendről. Így aztán 1928-ban a Nagyegyháza, Mátyás, Csordakút térség kutatása, feltárása néhány évre szünetelt, és a térség Tatabánya tartalék vagyonaként szinte az ismeretlenségbe burkolózott. Ezzel az első

nagy eocén-kutatási láz lehűlt, a bányatulajdonosok visszahúzódtak szénmedencéikbe, ahol a konszolidált termeléshez, a letermelt szénvagyon szükség szerű pótlásához hosszú időszakra elegendő szénvagyonnal rendelkeztek.

A csökkenő kutatások DNY felé tolódtak, az 1930-as években derítették fel a Zirc–Bodajk között elterülő paleogén-medencét, Dudar és Csetény térségét. 1940–1942 között a nagyegyházi térségben újabb 13 fúrást mélyítettek (8 produktív) (SZABÓ N. 1992).

1.3. Az eocén szénkutatás utolsó fellángolása

II. József óta a bányák 1946. évi államosításáig a szén a földtulajdon tartozéka volt. Ha valaki szén akart kutatni, a szénjogot vagy bérbe kellett vennie, vagy örökáron megvásárolni. A szénjogi szerződéseket általában viszonylag rövid időre kötötték.

Az államosításokat követően létrehozták az Országos Földtani Főigazgatóságot (1964-ben Központi Földtani hivatalá alakult), és az MT 2204/1955(IX) határozat megalakította az Országos Ásványvagyon Bizottságot (OÁB), azon belül a Szén Albizottságot (amelynek megszűntetéséig elnöke voltam) és kinevezte a bizottság és albizottságok tagjait. Ezzel a magyarországi ásványi nyersanyagkutatás, bányanyitás és vagyonértékelés egységesen szabályozott központi irányítás alá került.

A központi intézkedések hatására általánossá vált a magfúrás, a geofizikai fúróluk szelvényezés, megalakult a geológus szolgálat, alkalmazásra kerültek a felszíni geofizikai kutatási módszerek és általánossá vált a tudományos igényességű rétegsor feldolgozás.

Szigorú előírások szabályozták a fúrási dokumentációk készítését, a kutatások ütemezését, ennek megfelelően a kutatás menetét perspektivikus, felderítő, előzetes és részletes fázisra tagolták. Minden ásványi nyersanyagkutatást, kutatási terv benyújtás előzött meg, és az OÁB jóváhagyása nélkül ásványi nyersanyagkutatást elkezdeni sem lehetett.

Az egyes kutatási szakaszok befejezésekor az eredményeket és az eredményeket földtani jelentésben foglalták össze, dokumentálták, értékelték és tettek javaslatot a kutatás folytatására, vagy befejezésére.

A földtani jelentést a téma két legjobb szakértője bírálta. Az OÁB illetékes szekciója a készítőket, az érdekelteket és a bírálók jelenlétében vitatta meg a jelentést, és határozatát írásban rögzítette.

Az OÁB vázolt szigorú rendszere a magyar ásványi nyersanyagkutatás színvonalát a kivitelezés, az értékelés és dokumentálás terén az európai élvonalba emelte.

A kutatási fázisokkal kapcsolatos francia, de főleg szovjet mintára kialakított megkutatottsági előírások egyrészt túlságosan részletezőnek, fúráscentrikusnak bizonyultak, másrészt a fázisok szigorú egymásutánja elnyújtotta a kutatás időtartamát, amit a kutatás-történetben fellelhető 1–2 éves kutatási szünetek is jeleznek.

Az erőltetett iparosítással együtt járó túlfeszített széntermelés a tatabányai készletek kimerülésének árnyékát hamar előrevetítette, ezért a szénbányák vezetői jó gazda módjára igyekeztek a pótlásról időben gondoskodni. A tatabányai szénbányák főgeológusa, SÓLYOM F. kinevezését követően 1949–1950-ben földtani térképet készített az érintett területről. Ezt követően a Tatabányai Szénbányák 1951–1952-ben 12 fúrással a Csordakúti-medence É-i irányú kiterjedésének tisztázására törekedett. A fúrásokból 7 meddőnek bizonyult, 5 pedig vékony szénzsinórokat fúrva eredménytelennek számított.

A fúrások enyhén szólva nem voltak teljes értékűek. A telepekből a magkihozatal minimális volt és a fúrási méter-teljesítmény hajszolása az átfúrt kőzetek megismerését is korlátozta, a geofizikai fúrólyuk-szelvényezés teljes hiánya pedig a rétegsor korrigálását is lehetetlenné tette.

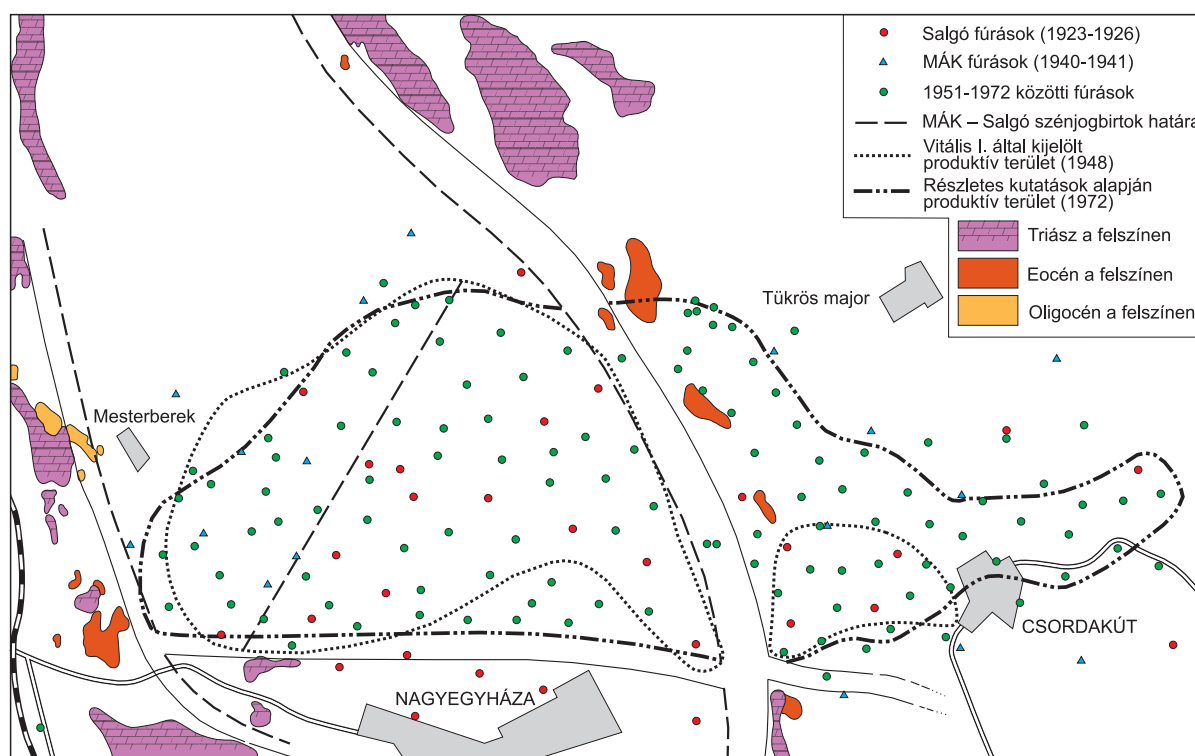
A fúrások sikertelensége mellett a bizonytalanságot fokozta, hogy a szénbányászat birtokában lévő térképeken az 1924–1925-ben

lemélyített I.–X. számú fúrások helye és megjelölése nem egyezett a VITÁLIS I. által a bányászati, kohászati lapokban közöltekkel. A bizonytalanságot VITÁLIS S. 1972. évi összefoglaló cikke, ill. a mellékelt térkép zárta. (1. ábra)

A bizonytalanság további elhárítására 1958–1960 között az Országos Földtani Főigazgatóság keretéből 7 db perspektivikus fúrás mélyült Nagyegyháza térségében. A fúrások eredményesek voltak, és a vonatkozó jelentés szerint (LANDESZ I. 1961) az alsó-telepcsoport átlagos vastagsága 9 m, a felsőé 6 m, vagyis összesen 15 m vastag jó minőségű barnaszénrel számoltak.

Az átlagvastagság (összesen 15 m) ilyen módon megjelölése, pontosabban a reménybeli terület és a vastagság szorzatából nagyvonalúan számítható, valószínűen le nem írt, de elhangzott milliárdos nagyságrendű lehetőségek későbbi elmaradása a belügi szervek ismételt érdeklődését váltotta ki.

Figyelemre méltó, hogy LANDESZ I. ebben az 1961. évi jelentésében félreérthetetlenül leírja a medencealjzat egyenetlen felszínét és annak mélyedéseiben felhalmozódott dolomit anyagú lejtő-törmelék-kúpokat és bauxit lencsákat. A jelentés az átlagos karsztvízszintet megfelelő



1. ábra. Nagyegyháza-Csordakút barnakőszén terület című térkép Vítális Sándor „Kőszénkutatásunk fejlődése” című 1974. évi tanulmányából

pontossággal +132,54 m-ben határozta meg, és a karsztvízveszéllyel kapcsolatosan rendkívül fontos, később hosszú ideig figyelmen kívül hagyott megállapítást tett, amely szerint „A dolomit réteg mállott, omló felső része a szivárgást gátolja, de vízbetörés esetén kimosódik.”

(Még ugyanebben az évben benyújtották a Csordakút, Mátyás felderítő és a Bicske, Zsámbék, Héreg–Tarján kutatási tervet.) Az OÁB szénszekciója 1962. decemberi ülésén elfogadta a jelentés azon megállapítását, hogy időszerű a tatabányai medence K felé a Nagygyeháza–Csordakúti medence irányába való részletes megkutatása, de felhívta a figyelmet arra, hogy adatokat kell szerezni a triász karsztosodásáról, ezért 7 db hidrogeológiai főcélú furás mélyítését írta elő.

A térség vízveszélyessége a dorogi bányászat kezdete óta közismert volt, a tatabányai vízbetörések is sok gondot okoztak a szénbányászatnak. Amióta pedig SZÁDECZKY-KARDOS E. (1948) az egész Dunántúli-középhegységre vonatkozóan bizonyítottan látta az egységes összefüggő karsztrendszer létét, nem lehetett kétséges, hogy a 400–500 m mélységben megfúrt széntelepek 30–40 atmoszférás karsztvíz veszélyeztetése a széntermelés és a gazdaságosság kulcskérdésévé válhat.

A részletes kutatásról szóló kutatási zárójelentés (NÉMEDI V.Z. 1966) 75,5 millió tonna földtani készletet mutatott ki. Az 1966-ig lefolytatott 86 db kutatófúrás, az OÁB ajánlása ellenére sem vizsgálta meg kellőképpen a karsztosodás mértékét, a fúrások nem hatoltak az alapegységbe, hanem csak a „porózus, porló” övet érintették.

A jelentés írója ismét jelzi: „a triász felszínét borító porló törmeléken dolomit pontosan meg nem határozható vastagságban áthalmozott”, ezt az összletet félreértések elkerülése végett az alsóeocénbe sorolták és két fúrásban „szokatlanul vastagnak” írták le.

A nagygyeházai szénkutatás 1965-ben befejeződött, a csordakúti is lezárult 1968-ban és ugyanezen évben befejeződött a mátyási előzetes kutatás. Ezt követően nyújtották be az 1971. évi nagygyeházai hidrogeológiai kutatási tervet, 1974-ben GERBER P. javaslatot tett a Nagygyeháza–Csordakút–Mátyás kutatási területek további hidrogeológiai kutatására. 1976-ban készül el a nagygyeházai szén-, bauxit- és vízföldtani kutatások három kötetes értékelése. Ebből mutatjuk be a terület földtani térképét (6. dokumentum).

Az OÁB a zárójelentés hidrogeológiai fejezetét nem tartotta elfogadhatónak, mivel

közvetlenül a medencében mélyült 82 kutatófúrás közül csak kettőben volt érdemleges karsztvízészlelés, ezért a vízföldtani adatok tisztázására további vizsgálatokat írt elő. Nagygyeházai medence kiegészítő hidrogeológiai kutatási tervét 1971. szeptemberében nyújtották be. Ugyanezen évben POHL K. a kutatási terv vitájához készített szakvéleményében a tervezett két hidrogeológiai fúrás nem tartotta elégségesnek, mert aktív-vízvédelmet tartott szükségesnek. Az iszapöblítéses-fúrás sem vélte alkalmazhatónak, és javasolta két nagyteljesítményű termelőfúrását egyenként 4–4 db megfigyelő fúrással (nem valósult meg).

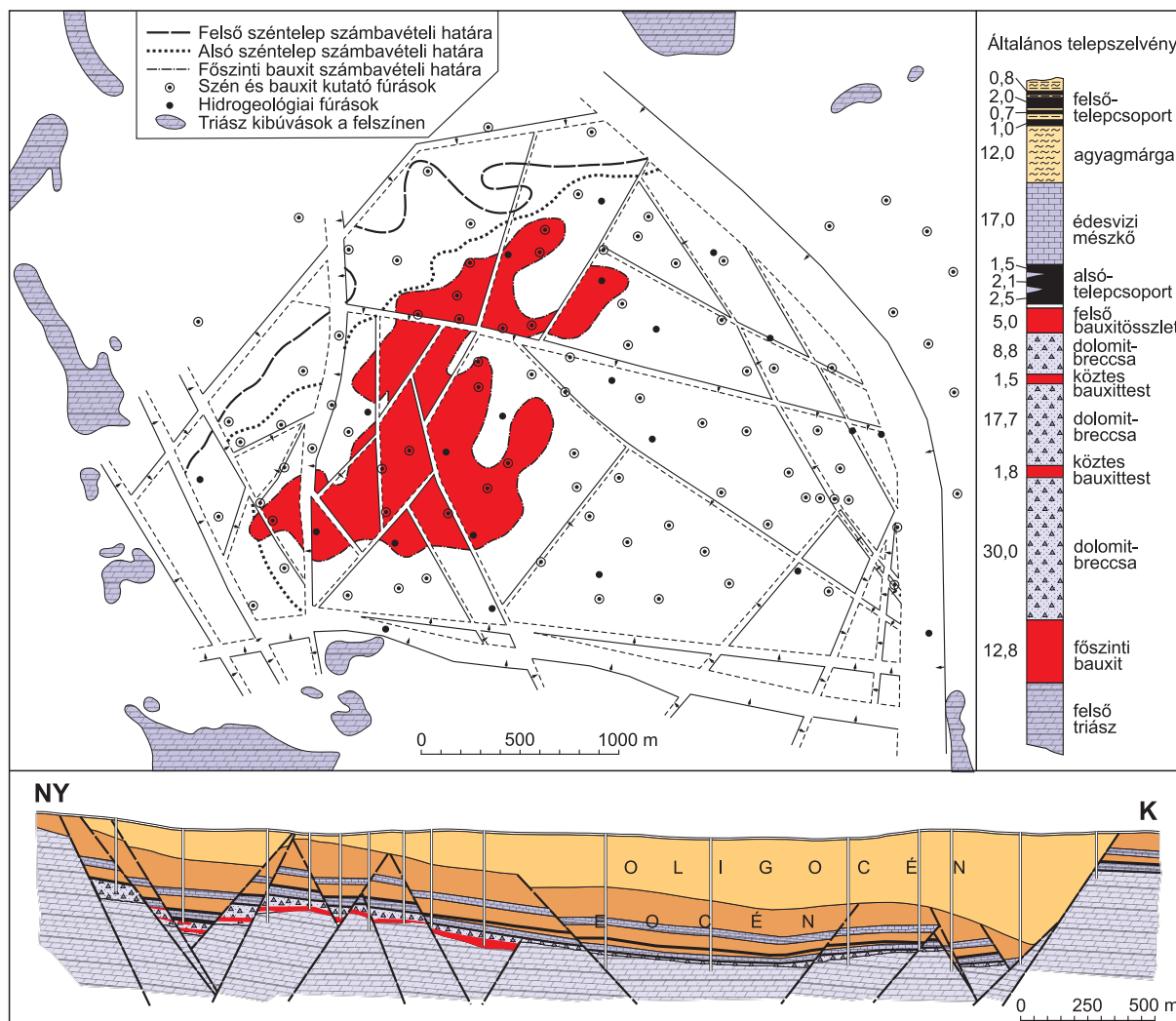
Egy rendelkezésemre álló dokumentumban ZÁMBÓ J. (valószínűleg 1970) tanulmány összefoglalójában írja: „A Nagygyeháza-mátyási terület szénvagyon a jelenlegi adatok szerint, tehát passzív preventív vízvédelmi módszerrel, teljesen biztonságosan csak a teljes vagyon 12%-ának művelésére gondolhatunk. „Az ásványvagyon felszabadításában a művelés biztonságossá tételére az aktív vízvédelmi rendszer jöhet szóba.” Később megjegyzi, hogy „a nagygyeházai alsó telep, és különösen a mátyási felsőtelepnél a várható víznyomás értéke rendkívül nagy, tehát teljes vízszintsüllyesztésre (száraz művelés) jelenleg nem is gondolhatunk.”

Végül javasolja, hogy az aktív vízvédelem műszaki és gazdasági lehetőségei feltételeinek részletes vizsgálata kell, hogy legyen a kutatás következő lépése. A két hazai előrejelzés túlságosan pesszimistának tűnt, ezért a javasolt vonatkozó vizsgálatok háttérbe szorultak és a minél részletesebb hidrogeológiai kutatások kerültek előtérbe.

A Dunántúli-középhegység karsztvízháztartása az 1940-es évek végéig a dorogi és a tatabányai ismétlődő vízbetörések ellenére egyensúlyban maradt. 1945-ben a bányászati vízemelés évi átlaga alig 35 m³/perc volt.

Az ezt követő időszakban a rohamosan növekvő széntermelés és a gyorsan fejlődő bauxittermelés együttes hatására 1950-ben 71 m³/perc, 1955-ben 146 m³/perc, 1965-ben pedig már 388,5 m³/perc bányászati vízemelés történt.

A vízveszély a kutatások, értékelések központi kérdésévé vált, mert a még nagyon optimista becslések szerint is a széntermelés csak sohasem látott mértékű vízemeléssel volt megvalósítható. A vízkérdésben fordulatot jelentett a Bányászati Tervező Intézet (BÁTI) által készített beruházási programhoz adott újabb OÁB állásfoglalás, amely hidrogeológiai kiegészítő vizsgá-



6. dokumentum. A nagygyeházi medence földtani körülményeit jellemző fúráshely térkép földtani szelvénnel az 1977. évi összefoglaló jelentésből

latokat tartott szükségesnek. Ennek megfelelően 1971–1972-ben három hidrogeológiai kutató fúrást mélyítettek le M50, M51, M52 jelzéssel.

A hidrogeológiai kutatás befejeztével olyan jelentős változás következett be a medence földtani és vízföldtani megítélésében, amely újabb nagyarányú kutatást indukált.

Főleg az M50-es fúrás hívta fel a figyelmet arra „az előző fúrásoknál már ismert jelenségre”, hogy az alsó telep a térség egy részében változékony vastagságú szárazföldi, agyagos, homokos, bauxit betelepülésekkel tarkított alsóeocén képződményeken fekszik és az áthalmozott dolomit, pontosabban az alsóeocén dolomittörmelékes összlet vastagsága a 150 m-t is elérheti. Később bebizonyosodott, hogy K felé a dolomittörmelékes összlet teljesen hiányzik, és az alsó telep a szálbanálló dolomitra települ.

Először a dolomittörmelékes összletet csökkent értékű védőrétegnek tekintették, a bányászatra nézve előnyösnek ítélték és nemigen figyeltek azokra a halk jelzésekre, amelyek a viszonylag laza összlet vízbetöréskor várható „folyósodására” utaltak (LANDESZ I. 1961). A kutatófúrásokkal feltárt tekintélyes szén- és bauxitvagyon a bányászokat és a geológusokat egyaránt arra ösztönözte, hogy ahol az optimizmusra utaló bármely jel mutatkozik, ott legyenek optimisták és ne ügyeljenek a pesszimista jelzésekre. Ezek után már úgy ítélték meg, hogy az aktív vízvédelem helyett, passzív-preventív védelem is használható.

Ettől függetlenül, a nehézségekre számítva, a kutatásokat a vízveszély nélküli területek feltárására irányították. Ennek megfelelően 1984-ben Mány–Zsámbék néven lezárult a részletes kutatás a vízveszély nélküli területeken.

A fajlagos, vagyis az egy tonnára eső költségek csökkentése érdekében úgynevezett komplex kutatás kezdődött a bauxitkészletek feltárására a már megkutatott szénelőfordulásokon.

A komplex kutatás keretében Nagyegyházán 1971–1976 között 261 bauxitkutató fúrás mélyült, 1986-ban készült el a csordakúti komplex kutatási zárójelentés, 1987–1988-ban a Mátyás-Kelet-Zsámbék komplex kutatás zárójelentése 150x150 m-es kutatási hálózatban 312 db fúrás lemélyítéséről számolt be.

A kutatások eredményeként megismert szénvagyoni kitermelésére elkezdődött bányászati műveletek során a bányászati vízemelés mértéke rohamosan nőtt, és 1985-ben a Dunántúli-középhegység területén folyó vízemelés 621 m³/percre növekedett, amelyből 47% az eocén térség szénbányászati vízemelése volt.

A három évtizedes szén- és bauxitbányászati víztermelés során a Dunántúli-középhegység karsztrendszerében, a régió teljes területén legalább 30 m-t csökkent a karsztvíz szintje. Kiapadtak a karsztlápok, az összes karsztforrás az eocén bányászati területén, a Móri-árokotól É-ra eső térségben kiapadtak a langyos források (esztergomi, sárisápi, tatai), csökkent a budai langyos források nyomásszintje.

A budai melegforrások még nem reagáltak a bányászati víztelenítésre, de a veszélyhelyzet hidrogeológiai valószínűsíthető volt. A hegység DNY-i végén elapadt a tapolcai barlangforrás és a Hévízi-tó hozama igazolhatóan csökkent.

A bauxitbányászat által kitermelt karsztvíz 26%-a, a szénbányászati vízemelések 14%-a közvetlen hasznosításra került, a többi tartós vízfolyásokat alkotva távozott a térségből. Három évtized alatt a térség vízháztartása teljesen átrendeződött.

1.4. A karsztvízszint alatti bányászati kódás bezárásához vezető út

A vízveszélyesség mértékéről SCHMIDT és HOFFMAN között egykoron kirobbanó vita tovább folytatódott. Az ország legnevesebb és legilletékesebb kutató intézetei elemezték a vízföldtani viszonyokat és tanulmányok sora kísérelte meg a szükséges vízemelés várható mértékét előre jelezni.

1.4.1. Zűrzavar az államigazgatásban

A magyar bányászat szakmailag és bizonyos értelemben technikailag is fel volt készülve arra, hogy akár 30–40 atmoszférás 50–100 m³/perces vízbetörés veszély mellett is biztonságosan bányáskodjon.

Az akkor rendelkezésre álló ismeretekre alapozó megállapítások azonban nem szolgáltatott megbízható tudományos alapot az utánpótlódó vízkészlet számításához a Dunántúli-középhegység teljes területére vonatkozóan.

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság megalakulását követően a Vízügyi Intézet jogutódjaként létrehozott Vízgazdálkodási Kutató Intézet Felsőfokú Vizek Főosztályának keretében működő Karsztvíz Osztály kutatói foglalkoztak a Dunántúli-középhegység vízháztartásának vizsgálatával. Az osztály vezető személyiségei (KESZLER H., BÖCKER T., LIEBE P.) dolgozták ki a kitermelhető karsztvíz-mennyiség meghatározásához nélkülözhetetlennek ítélt beszivárgás-számítási módszereket, és vezető szerepet vállaltak a karsztvízszint-változás ellenőrzési módszereinek kidolgozásában, valamint a karsztvízszint-megfigyelő hálózat kialakításában.

Az évente megjelentetett karsztvízszint térképek és a vízháztartási anomáliákat elemző tanulmányok, valamint a kutatási jelentések, a bányavállalatok keretében működő főgeológusi szervezetek, a Bányászati Tervező Intézet és később a Bányászati Kutatási Fejlesztő Intézet keretében szoros együttműködésben követték és elemezték a bányászati karsztvíz kérdések szakmai vonatkozásait és hívták fel a figyelmet a várható nehézségekre és következményekre.

A kutatások során egyre inkább bebizonyosodott, hogy a korábbi rendszeres mérések (karsztvízszint, karsztforrás-vízhozam, karsztlápok párolgása stb.) hiányában a két legfontosabb tényező, a beszivárgás, és a vízelvonás mértékének alakulása csak nagy bizonytalansággal volt számítható.

A bizonytalanság csökkentésére a karsztvízszint csökkenés és a vízelvonás közötti szoros okozati összefüggés alapján egységes vélemény alakult ki abban, hogy a kitermelhető vízhozam elfogadható biztonsággal meghatározható.

Az államigazgatás szervei a tervezett bányáskodást, a víztermelés korlátozását bányászati megelőző intézkedések vállalásával, víz-visszatáplálási módszerek alkalmazásával és a kitermelésre

kerülő karsztvíz vízgazdálkodási felhasználásának lehetőségével keresték a megoldást.

A vízelvonás okozta nehézségek csökkentésére az államigazgatásban megegyezés született (1977. június 20. SIMON P., GERGELY I.), amely szerint a tatabányai víznak termelését leállítva, a térség ivó- és ipari-víz szükségletét regionális vízmű kiépítésével biztosítanák, aminek egyik feltétele az ivóvíz minőségű bányavíz-termelés garantálása, a másik a regionális vízmű és a vízügyi költségek beruházási fedezetének a biztosítása (7. dokumentum).

A karsztvíz-problémák mellett bizonyos mértékig váratlan, de mindenképpen szokatlan bányászati nehézségek is léptek fel.

A mányi beruházásokkal kapcsolatosan a telepek mikrotektonizáltsága, a gyakran 1–6 m-es elvetési magasságú vetők miatt, a fejtési-frontok kialakítása nagy nehézségekbe ütközött. Rendszeres vágatállékonyági problémák jelentkeztek, a fejtések csak igen nagy ráfordítással haladtak a siklómezőben. Más bányáknál a vízbetöréseknél a porló dolomit és a dolomittörmelék alsóeocén benyomult a vágatba és iszapfrontként haladt előre (SOLYMOS A. 1996).

Az újra és újra megjelenő nehézségek kiküszöbölése egyre nagyobb gondot okozott és kétségesse vált a gazdaságos bányászkodás lehetősége. Amikor pedig az ÁTB 5001/1981. évi határozatában a bicskei hőerőmű építésére vonatkozó

előző határozatát hatályon kívül helyezte, a hőerőmű mint fogyasztó már nem jöhetett számításba.

A középhegységi regionális karsztvízszint-csökkenés egyre inkább kiváltotta a közvélemény érdeklődését. A kitermelhető vízhozam számszerű meghatározásának a bizonytalansága, a hátrányos következmények megítélése egyre inkább megosztotta nemcsak a közvéleményt, hanem a témával foglalkozó szakembereket is. Ezért az egységes álláspont létrehozása érdekében az 1978-ban megalakított Országos Vízgazdálkodási Bizottság keretében az Országos Vízügyi Hivatal és a Nehézipari Minisztérium közös Bányavíz Szakbizottságot hozott létre.

A Szakbizottság megalakulásának pontos időpontjára vonatkozó adatokat sem az irattárban, sem más dokumentumban nem sikerült feltalálni.

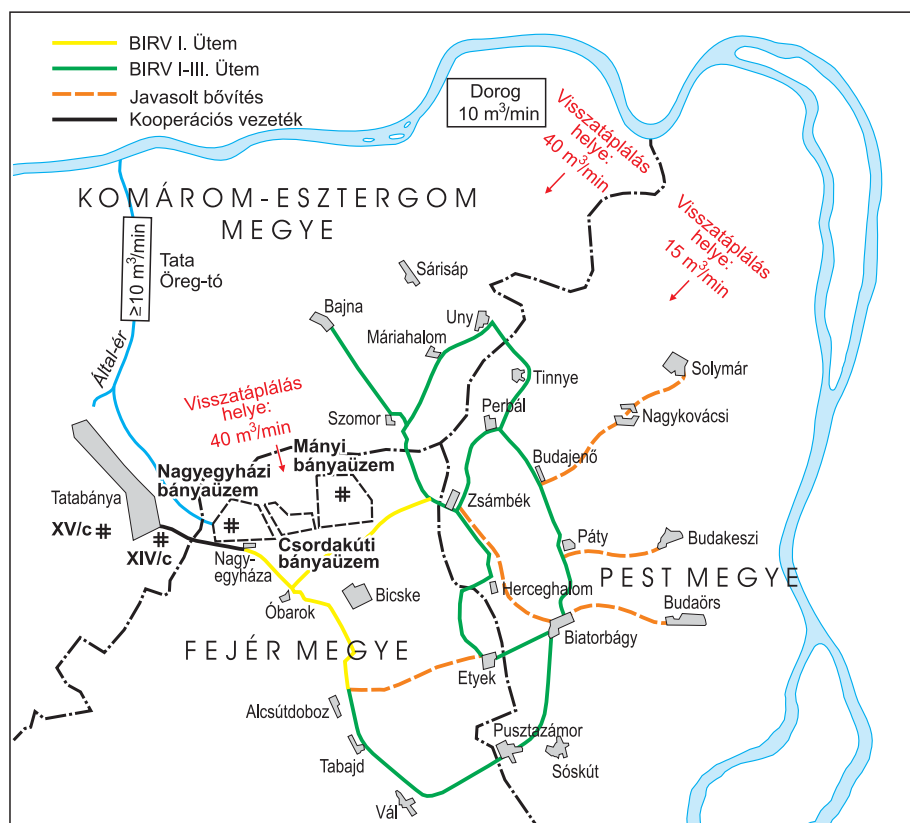
A Bányavíz Szakbizottság tagjaira, vagy működési szabályzatára vonatkozó dokumentációt nem találtam, egyedül az 1987. december 14-i ülésről készült emlékeztető dokumentálja, hogy a Szakbizottságnak két társelnöke volt, KAPOLYI L. a Minisztertanács kormánybiztosa és VARGA M. az OVH elnökhelyettese. Ehhez a dokumentumhoz csatolt jelenléti ív szerint az ülésen 34 fő vett részt, ebből 18-an fel is szólaltak.

A jelenlévők és a felszólalók között magam is szerepeltem úgy is, mint hidrogeológus, úgy is mint a VITUKI főigazgatója, mégsem tudom felidézni, hogy kik lehettek a Bizottság felkért, vagy kijelölt tagjai.

Számomra úgy tűnik, amit az akkori titkárral

ALMÁSSY E.-vel, a KBFI-től SZILÁGYI G.-ral, a VGI-től ALTNÓDER A.-sal folytatott beszélgetés is megerősített, hogy a Bányavíz Szakbizottság tulajdonképpen csak szakmai fórumként működött, amelyben a szakértők, államigazgatási szakemberek és alkalmasint az akkor már formálódó civil mozgalmak személyiségei is részt vettek.

7. dokumentum. „A Dunántúli-középhegység északkeleti térségének kiépített és tervezett vízszállítási rendszere” című térkép „Összefoglaló tájékoztató az eocén program bányáinak műszaki-gazdasági vizsgálatáról” című, 1988. májusi anyagból, melyet az Országgyűlés ad-hoc Bizottsága készített



Dokumentálható, hogy a Szakbizottság munkájában részt vettek a vízügy, a környezetvédelem, az ipar, az egészségügy, valamint az érintett tanácsok szakemberei. A Szakbizottság jegyzőkönyvezett állásfoglalásait az illetékes tárcák figyelembe vették, és összehangolt intézkedést tettek.

Egy a Hévízi Nagyközségi Tanács elnökének Grósz K.-hoz, a Minisztertanács elnökéhez írt (KAPOLYI L. a Minisztertanács kormánybiztosa) levéllel kapcsolatosan szerepel a Bányavíz Szakbizottság 1980. évi állásfoglalására való hivatkozás, amely szerint a szakbizottság állásfoglalásában javasolta a forrásbarlang és tókürtő tisztítását, a nyírádi vízemelés korlátozását, megfigyelőrendszer kiépítését és tóforrás vízpótlási lehetőségének vizsgálatát.

Az intézkedések ellenére a tóforrás hozamcsökkenése felgyorsult, a hozam 275 l/perc-re csökkent. Ezt követően SCHULTEISZ E. egészségügyi miniszterrel 1984. januárjában megállapodás történt, hogy tófürdő fedett része alatt az ipari tárca kiépítteti a min. 28 °C-tóhőmérsékletet biztosító vízellátást, amit egyrészt a forrásbarlang 39 °C-os vízhőmérsékletű forrásokból a tófürdő alá való felvezetéssel, másrészt kisebb mértékben 1980–1985 közötti időszakban a nyírádi bauxitbányászat vízemelését 300 m³/perc-ről 240 m³/perc-re való csökkentéssel kell segíteni.

A levélben foglalt tájékoztatás szerint az ATB 1985. januárjában határozatot hozott a Hévízi-tó védelmére teendő intézkedésekről, majd a bauxitbányászat továbbfejlesztéséről és a nagy vízveszélyességi bauxit vagyonnak 1993-ig történő kitermeléséhez 1593 Mft állami alapjuttatásról.

A Szakbizottság működésének nem kis szerepe volt abban, hogy az eocén bányák vízjogi engedélyének kiadására 1984-ben került sor. Az engedély többszöri háttéranyag kiegészítések (VITUKI 1979, KFBI 1983–1984) után a Móri-árokotól K-re eső térség vízháztartási vizsgálata alapján: rögzítette a bányászat művelési szintjét, a vízcsapolások helyeit és a vízkiemelések idősorát. Rendelkezett a szükséges megfigyelőhelyek kialakításáról, azok értékelési rendjéről. Intézkedett a vízelvonások pótlásáról és a karsztvíz-tároló vízháztartási egyensúlya érdekében a szükséges víz visszatáplálásról (KUMÁNOVICS Gy. 1992).

A 32 gépelt oldal terjedelmű Vízjogi Engedély lehetőséget ad arra, „hogy a KBFI, a Tatabányai-szénbányák, és a Dorogi-szénbányák által készített engedélyezési terv alapján szén-, bauxit- és ivóvíz kitermelése során, a rendelkező részben foglalt feltételek mellett vízvédelmi és vízellátási céllal karsztvíz kitermeléseket végezzen, valamint a kiemelt, hasznosításra kerülő vizeket elvezesse” (8. dokumentum).

Az engedély tételesen felsorolja az érintett működő bányákat, az épülő bányákat és részletes fázisban megkutatott bányákat, ill. aknákat.

A működő bányák között szerepel 6 db tatabányai akna, és a csordakúti bányauzem, a

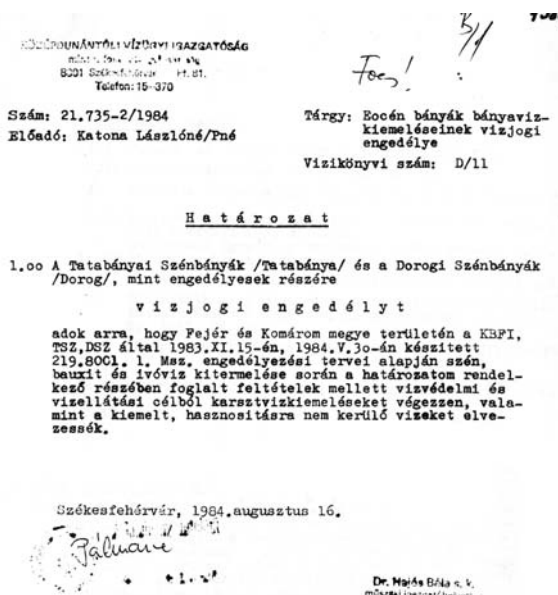
Dorogi-szénbányák három tétele között szerepel a Lencsehegy I-es akna. Az épülő bányák között a Nagyegyháza, a Mátyás I-es bányauzem, a Lencsehegy II-es bányauzem, a részletesen megkutatott területeken a Mátyás II-es bányauzem kerül felsorolásra.

Az engedély tételesen és részletesen felsorolja „Az eocén-programi” térségben működő és előkészítés alatt lévő karsztvíz-veszélyes bányák és vízvédelmi rendszerek jellemzőit. Külön kiemeli, hogy a nagyegyházai bányauzemben vízveszélyes körülmények várhatók és a szentlepek leművelését „a víztároló kőzetek tervszerű megcsapolásával bányabeli fúrások kiépítésével tervezik. A bauxit-vagyon termelése érdekében a bauxit-telepek alatti vízvágatok kihajtását, ill. csapoló fúrások telepítését tervezik.”

„Az eocén-programi térségben kiemelhető karsztvizek mennyisége és azok szabályozása” című fejezetben a térség vízforgalmát tárgyalja, ami egyben a vízemelési limit meghatározásának az indoklását is tartalmazza.

„Az eocén-programi térség vízföldtani, hidrológiai és vízgazdálkodási vizsgálatait a bányászati és vízügyi szervek számos tanulmányban vizsgálták. Az eocén-program OVH-NIM ágazati szintű, 1977. évi megállapodása a térség vízháztartási egyensúlyának biztosítására, a vízhasználati és bányászati céllal emelhető karsztvíz mennyiségét 230 m³/p értékben rögzítette.

A megállapodás óta végzett újabb karsztvízháztartási vízmerleg vizsgálatok a karsztvíztároló természetes állapotú vízforgalmának sok évi átlagban felvett 230 m³/p értékének összetevőit elemezte.



8. dokumentum. Az eocén bányák vízjogi létesítési engedélye. Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóság 1984

A VITUKI 1970–1981 évek közti időszakra végzett vizsgálatai alapján elkészített karsztvízszint differencia térképek értékelése alapján megállapítható, hogy a szomszédos hidraulikailag kapcsolatban lévő területekre is kiterjedő, összefüggő „nyomás depresszió-háló” alakult ki. Ennek figyelembevételével indokolt és szükséges az eocén térségre korábban megállapított 230 m³/p-es vízkiemelési limit hatásainak értékelésénél a Duna bal parti mezozoos rögök mellett a Kincsesbányai bauxitbánya körzetének vízkiemelési hatásait is számításba venni. A hidraulikai körülmények egyben arra hívják fel a figyelmet, hogy az előre jelzett többlet bányavízkiemelések káros hatásainak elfogadható értéken való tartása céljából – azok évenkénti értékelése ismeretében – a jelen engedélyben rögzített, bányászati célú vízkiemelések mértékének revíziójára, sőt csökkentésére is sor kerülhet, ill. a tervezett bányászati vízhozam korlátozó-egyensúlyozó intézkedések tervezettnél korábbi időszakú bevezetésének szükségességével is számolni kell.

A bányászati célú vízkiemelések című fejezet-rész szerint „A térségre megállapított karsztvízkiemelési limitérték és a vízhasználati célú vízkiemelések prognózisai alapján a két bánya vállalatnak a felsorolt bányüzemek részére bányavízvédelmi célú kiemelések évi átlagban maximális értékeként 130–140 m³/p közötti vízmennyiség kiemelése engedélyezhető.

Az engedélyezés feltételeit végül az Engedélyesek, jogosultak című fejezetben foglalja össze:

„Szén, bauxit és ivóvíz kitermelése céljából a jelen határozatban szereplő hatásterületen a felsorolt bányüzemekben karsztvízkiemelést végezni, amelynek mennyisége maximálisan, éves átlagban 131–149 m³/p között változhat a vízhasználati célú vízkiemelések várható alakulásának függvényében.”

Az engedélyezés feltételeit 18 pontban sorolja fel.

Az engedélyezés indoklása:

„A Bicske és Dorog térségi új eocén bányák tervezése, előkészítése, feltárása és művelésbe való beállítása során a térség vízkészlet-gazdálkodása lényegesen módosulni fog.

Az új bányák közvetlen és közvetett vízgazdálkodási hatásait már korábban több terv vizsgálta. A bányászati beruházások államigazgatási engedélyezési eljárásai kapcsán került előtérbe a vízügyi ágazati előírások részletes rögzítésének és azok érvényesítésének szükségessége.

Mindezekről 1982. november 17-én folytatott egyeztetést az Országos Vízügyi Hivatalban a területen illetékes vízügyi igazgatóságok, bányavállalatok, szakhatóságok, az Országos Vízügyi Hivatal, valamint az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség képviselői.

Az egyeztetésről készített emlékeztetőben foglaltak alapján 1983. február 18-án kötelező határozatot adtam ki. A 20.406/1983 számú határozatomban a Tatabányai Szénbányákat és a Dorogi Szénbányákat köteleztem – határidő megállapítása mellett – arra, hogy az eocén-program keretében végzendő bányavízkiemelések és elvezetések vízjogi engedélyezési eljárásának lefolytatásához adatokat, terveket szolgáltatson, a határozat rendelkező részében foglaltak szerint vizsgálatokat végeztesen és tanulmányokat készíttessen és

mindezeket 1983. augusztus 15-ig a vízügyi igazgatósághoz küldje meg.

Az Országos Vízügyi Hivatal és az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség között korábban létrejött megállapodásról OBF-OVH 3/1970 (V.É.7.) szám alatt közös állásfoglalást adtak ki, amely a bányászati tevékenységgel kapcsolatos vízgazdálkodási tevékenységre is kiható munkák hatósági feladatait szabályozza.

Kötelezésem ezen a rendelkezésen és az OVH-NIM megállapodás VI/2. pontján alapult.

Kötelezésemnek a Központi Bányászati Fejlesztési Intézet (KBFI) 1983. november 29-én érkezett beadványa tett eleget. A kötelezett szénbányák megbízása alapján a KBFI TSZ és DSZ által készített „Az eocénbányászat vízjogi engedélyezése” tárgyú tervdokumentáció 5 példányát mellékeltek a kérelemhez.

A tervdokumentáció egyes példányainak elküldésével az illetékes szakágazatok és a területen érintett Vízügyi Igazgatóságok szakvéleményét megkértem.

A szakvélemények beszerzése után az érdekeltek bevonásával egyeztető tárgyalást tartottam 1984. március 26-án és 1984. április 25-én a Közép-dunántúli Vízügyi Igazgatóságon.

Értesítemben a tárgyalás során tisztázandó kérdéseket 25 pontba foglalva adtam meg előre a résztvevőknek.

A tárgyalás során a kérelmező és megbízója a kért adatok és dokumentumok közül néhány pótlását a tárgyalás idejére nem tudta megoldani (folyamatban lévő vizsgálatok eredményei stb.).

Így a felvett jegyzőkönyvben két határidőt rögzítettem. A tervek kiegészítések, helyszínrajzpótlásokra 1984. május 31-ét, a hosszabb időt igénylő pótlásokra 1984. december 31-ét állapítottam meg. A december 31-re történő kiegészítő anyag hiánya azonban az engedély kiadását nem akadályozza.

Adatszolgáltatási és tervek kiegészítési kötelezettségének a kérelmező és megbízottja eleget tett, időközben beszereztem a Vízgazdálkodási Tudományos Központ (VITUKI) szakértői véleményét, a Kerületi Bányaműszaki Felügyelőség állásfoglalását, a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság (Budapest) és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (Győr) szakvéleményét.

Határozatom kialakításánál a szakhatósági állásfoglalásokat és szakvéleményeket figyelembe vettem.

A területileg illetékes Tatabányai Bányaműszaki Felügyelőség véleményét is beszereztem, az engedélyezési tervben szereplő adatok helyállóságára vonatkozóan.

A hasznosítatlanul elvezetett bányavizek hidrológiai hatásainak észlelésére kiépülő felszíni vízmennyiségmérő állomások üzemeltetését a vízügyi ágazat magára vállalta.

A benyújtott dokumentáció, az eljárás során beszerzett adatok, a szolgáltatott szakvélemények alapján a rendelkező részben foglaltak szerint határoztam.

Határozatom kiadásánál figyelembe vettem az Országos Vízügyi Hivatal és az Országos Bányaműszaki Főfelügyelőség 3/1970 számú együttes állásfoglalását a bányaműveléssel kapcsolatos vízszintsüllyesztés engedélyezéséről.

Az állásfoglalás figyelembevétele mellett a vízjogi engedélyt a vízügyről szóló 1964. évi IV. törvény 27.

és 29. §-ai alapján a Tatabányai Szénbányák és a Dorogi Szénbányák (mint engedélyesek) számára kiadtam.

Az engedélyezési eljárás illetékének befizetésére az engedélyeseket külön felszólítottam.”

1987. június 30-án az Iparügyi Minisztérium, az Országos Vízügyi Hivatal, az Egészségügyi Minisztérium és a Budapest Főváros Tanácsa nevében KAPOLYI L. ipari miniszter, KOVÁCS A. OVH államtitkár, MEDVE L. egészségügyi miniszter és IVÁNYI P. a Fővárosi Tanács elnöke megállapodást írtak alá „A Dunántúli Középhegység vízre orientált környezeti hatásvizsgálata, kormányzati döntést nem igénylő határozatainak a végrehajtására” címmel.

A megállapodás A. pontja a vízhiány csökkenése, majd megszüntetése érdekében intézkedik a bicskei, valamint a Tatabánya–Oroszlányi Regionális Vízellátó Rendszereket összekötő vezeték megépítéséről, üzembehelyezéséről 1989. július 30-i határidővel.

A B. pont szerint a mányi bányauzem térségében tervezett víz-visszatáplálást elő kell készíteni és megvizsgálandó annak hatása a hegység vízmérlegére, ill. a budapesti hévízrendszerre. A vízemeléssel járó termelés a szüneteltetendő mányi bányauzemben csak kedvező eredmények esetén állítható vissza 1990. december 31-i határidővel.

A C. pont szerint a lencsehegyi bányauzem térségében tervezett víz-visszatáplálást elő kell készíteni, a hatásokkal kapcsolatos kedvező eredmények esetén kell üzembe helyezni 1991. december 31-i határidővel.

Külön pont, a 2. sz. foglalkozik „a gyógyászati értékű hévíz hasznosítások közvetlen védelme érdekében” teendő intézkedésekről.

Az a.) és b.) pont a Hévízen megvalósított tószint-süllyesztéssel megvalósított forráshozam-növelési kísérlet megkezdését, a távolabbról történő hévízpótlás terveinek, a vízszintszabályozás előkészítését, valamint a Hévízi-tó és a környezetében lévő termálkút felhasználók felmérését, és az összehangolt ellenőrzés kidolgozását rendeli el 1988. december 31., ill. 1989. december 31. határidővel.

A c.) és d.) pont a hegység K-i részének karszt- és hévízrendszerére vonatkozó szabályozási modellek elkészítéséről intézkedik 1988. december 31.-i határidővel, az eredmény függvényében a fővárosi fürdő koncepció felülvizsgálatát irányozta elő.

Időközben létrejött a budapesti hévízrendszer viselkedését ellenőrző 18 fúrásból álló megfigyelőrendszer. Az aktuális mérési eredmények a melegvíz kutak közvetlen veszélyeztetését nem igazolták, a langyos vizekre vonatkozó hatás azonban egyértelművé vált.

A Bányavíz Szakbizottság 1987. decemberi ülésén széles körű vita után jegyzőkönyvben foglalt I. megállapítás szerint „továbbra is a Hévízi tó állapotalakulásának és a tóforrás vízgyűjtőjén folyó bányászati-vízemelések kapcsola-

ta okozza a fő problémát”, ezért a tó állapot romlásának a megakadályozását igényelték. A jegyzőkönyv II. pontja szerint a K-i térségben a budapesti termál-vízrendszer zavartalan működésének biztosítása a fő célkitűzés; ezért az intézkedési tervből származó teendők a térségi karsztvíz-termelés csökkentésére és a hatások ellenőrzöttebbé tételére irányulnak.

A jegyzőkönyvben külön felhívták a figyelmet arra, hogy 1988-ban sor kerül a mányi bányauzem megszüntetésére, a csordakúti bánya gyorsított letermelésére. Sikerrel járt a vízbetörés elzárása Nagygyházán, ezért megállapítják, hogy „ezek következményeként a bányászati vízemelések az összes térségi vízemelésen belül 1988-ban a megengedhető mérték alá kerülnek”.

Fontos megjegyzés volt, hogy a széntelep alatt „a bauxit mielőbbi művelésbe vonása csak eredményes vízvisszatáplálás mellett lehetséges”.

A tervezett vízellátó rendszerrel és az Átalér vízpótlásával kapcsolatosan néhány ellenvélemény is megfogalmazódott.

A Hévízi-tóval kapcsolatosan felhívták a figyelmet arra, bár a tó kifolyási szintjének süllyesztése növelte a hozamot, de a fenéki szap felkavarodásának és a tavirózsa kipusztulásának veszélye sokat rontotta a közhangulatot, ezért a süllyesztés megszüntetését látják szükségesnek. Az egészségügyi ágazat véleménye szerint „a tó még elfogadható gyógyászati hasznosítását biztosítja, ha annak állapota nem romlik a jelenlegihez képest.”

Határozottan felhívták a figyelmet arra, hogy markánsan csökkenteni kellhet a vízelvételt a tóforrás vízgyűjtőjén akkor is, ha annak olyan pénzügyi következményei vannak a bauxitbányászatra, amit jelezni kell a kormányzati szerveknek.

„Feszültséget okoz, hogy a hévízre települt gyógy-idegenforgalmi létesítmények egyedi vízkivételei is összefüggésben vannak a tóforrás működésével.”

Az intézkedési terv és az arról folytatott vita alapján. az állásfoglalás 2. sz. pontja előírja, hogy a jegyzőkönyvhöz mellékelni kell a vízkiemelések idősoros táblázatát. A táblázat figyelemre méltó, hiszen a Hévízi-tó vízgyűjtő területére az 1988. évi 250 m³/perc víztermelést 1993 végéig 240 m³/perc tervezi csökkenteni. A Móri-árokotól Ny-ra eső térség összes karsztvíz termelését 1993-ban 321 m³/perc-re irányozták elő. Könnyű belátni, hogy a bauxit mélybányászat érdemi csökkentését csak 1994-re tervezték.

A 4. pont rögzíti, hogy „a többéves beszivárgási hiány és a térségi hosszú idejű átlagos karsztvíz utánpótlódás többéves túllépése szükségessé teheti, hogy 1990 után az eddig megállapítottaknál kisebb legyen a vízkivétel a K-i térségben”.

1988-ban a Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium (KVM) szakértő bizottsága, majd 1989-ben a KVM és a Szociális és Egészségügyi Minisztérium közös szakértő bizottsága jelentést készített az Állami Tervbizottság részére a vízgazdálkodás és a bányavízvédelem felülvizsgálatáról. Az ÁTB többek között ezek alapján döntött egyrészt a Csordakút, Mátyás, nagygyeházi szénbányák, majd a nyirádi vízveszélyes bauxitbányák bezárásáról és a vízemelés csökkentéséről.

A jelentés legfontosabb következtetése, hogy a fő-karsztvíztároló rendszerének terhelése 180–220 m³/perc-cel nagyobb mint a megújuló vízkészlet, következésképpen az akkor már jól ismert regionális karsztvíz-süllyedés megállítására és a további károk megakadályozására a bányászati víztermelést mérsékelni kell. Erre való hivatkozással a K-i térségben az eocén szénbányászat, a Ny-i térségben a bauxitbányászat víztermelésének a csökkentését irányozták elő.

A csapadékszegény időszak beköszöntével a K-i térség karsztvíz utánpótlására egyre kevesebb víz szivárgott be és kitermelési limit felülvizsgálata során a 230 m³/perces limitbe már nemcsak a hévforrások utánpótlódását, hanem a dorogi vízakna, a tatabányai vízakna és a budapesti kutak vízhozamát is beszámolták. Így a térség bányászatának 118 m³/perc maradt, akkor, amikor egyedül a nagygyeházi bánya várható vízhozamát 130–140 m³/percre becsülték. Ilyen körülmények között aktív víztelenítés már szóba se jöhetett, de új bányászati eljárások és az instantán védelem alkalmazásával legalábbis műszakilag a feladat még megoldhatónak látszott.

A nyirádi bauxitbányák bezárásával felmerülő gazdasági, foglalkoztatási, ökológiai problémák kezelésének kérdésével az 1989. július havi Minisztertanácsi Előterjesztésben (HORVÁTH F. és MARÓTI L.) a bányabezárások hatását a bauxittermelésre, a bauxit, ill. timföld ellátás és a dolgozók foglalkoztatására való vizsgálatokkal külön pontban foglalkoztak. Számítottak a tó vízhozamának növekedéséből várható ökológiai állapot javulására, az eredeti helyzet megközelítésének irányára, foglalkoztak az érintett vízfolyásoknak (Egervíz, Tapolca, Viszlói-, Világos-, Lesence-patak) a bányavíz bevezetés elmaradása miatt bekövetkező vízgazdálkodási és ökológiai hátrányos következményeivel,

az ivóvíz-ellátásban fellépő hiányok pótlásának szükségességével, az érintett vízfolyásokon lévő vízhasználatok megszüntetésének következményeivel, a szennyvíztisztítás nehézségeivel és mindezek költség kihatásaival.

A Minisztertanács 1989. április 20-án döntött. „A Minisztertanács figyelembe véve a bányászat következtében a Dunántúli-középhegység térségében megbomlott vízháztartás káros környezeti hatásait, a Hévízi-tó állapotának kritikus helyzetét, a gyógyító jelleg megőrzésének prioritását, úgy rendelkezik, hogy – gazdasági és környezeti szempontokra figyelemmel – a nyirádi bauxitbányák bezárásának előkészítő munkálatait haladéktalanul meg kell kezdeni, s a jelenleg működő bányákban a bauxittermelést 1990. június 30-ig meg kell szüntetni.”

A nyirádi karsztvízszint alatti bányászkodás gyors megszüntetésével kb. 3–4 milliárd forint költségigény merült fel, nem számítva a több száz munkahely rövid időn belüli megszüntetésének költségeit. Az előterjesztést a Minisztertanács 1989. áprilisi ülésén elfogadta.

A Minisztertanács határozatainak végrehajtásának keretében a MAT azonnal elkezdte az érintett üzemek felszámolását. Mivel a bezárás rövid határideje gyorsított ütemű letermelés esetén is közel kétmillió tonna igen jó minőségű bauxit kitermelését nem tette lehetővé, ezért intézkedéseket dolgoztak ki a bauxit ellátás biztosítására, kisebb külfejtések és a még karsztvízszint fölötti készletek termelésbevonására.

Az 1989. áprilisi minisztertanácsi döntés, a bauxitbányászat kapkodó bezáratása, a teljes kifejlődésében kimutatható közvetlen veszteségen túl a magyar bauxitbányászat, a timföld-termelés és végső fokon a magyar alumíniumipar megszüntetéséhez vezetett.

Az MAT döntés nem gazdasági, hanem egyoldalú, a környezetvédelmi türelmetlenség által kiprovokált politikai döntés volt. A nyirádi bányászatnak már csak három évre lett volna szüksége ahhoz, hogy az ott feltárt kitűnő minőségű, a gyengébb minőségű bauxit-készletek feljavítására alkalmas készleteket gazdaságosan letermelje, és ez alatt az idő alatt felkészüljön további karsztvízszint feletti telepek feltárására és termelésbe vonására, továbbá a nagygyeházi két-, ill. háromtermékes bányászkodás előkészítésére.

A bányászat elkezdte a felkészülést a hátrányos következményeknek bányászati módszerekkel való kordában tartására, és a Hévízi-tó állapotának ideiglenes konszolidálására.

1990. április 1-én azonban a térségre vonatkozó vízemelési „limitet” informálisan 160 m³/percre csökkentették, amiből közvetlenül a bányászati vízemelésnek 26 m³/perc jutott. Ezzel a karsztvízveszélyes bányáskodás végleg ellehetetlenült volna. Függetlenül attól, hogy a térségre engedélyezett vízemelési „limitbe” milyen termelési tényezőket számoltak be és akár reális a 26 m³/perces számítás, akár nem, maga a „tér-ségi-limit” csökkentése önmagában ellehetetlenüléshez vezetett.

Az időközben bekövetkező rendszerváltás során megtörtént a magyar szénbányászat szanálása, a működésre alkalmasnak ítélt bányák többé-kevésbé konszolidált körülmények közé kerültek, a többi pedig beszüntette a termelését.

1.4.2. Közhasznú szóhasználat vagy valós program: Az eocén-program

Szénkészleteink természeti adottságai a világ-átlagnál kedvezőtlenebbek, erős tektonizáltság, nagyfokú összetöredezetheztség, viszonylag kis kalóriaérték, kedvezőtlen települési adottságok jellemzik. Az eocén-telepek művelését ráadásul a vízveszély nehezíti. A magyar szén- és érclelőhelyek természeti adottságai olyannyira kedvezőtlenek, hogy mindezekhez hasonlókat a világon alig aknáznak ki (TÓTH M. 1996).

A kedvezőtlen természeti adottságokból következő alig vitathatóan közgazdasági okok miatt elhatározott bányabezárások az egész magyar mélyszerű, földalatti bányászatot súlyosan érintették. A legnagyobb vitát mégis az eocén-bányászat eseményei váltották ki, vagy fogalmazhatunk úgy, hogy az átlagosnál érzékenyebben reagáltak a köznapi szóhasználattal egyszerűen csak eocén-programként emlegetett történésekre.

Nem követünk el hibát, ha azt állítjuk, hogy az eocén-bányászat fejlődésének megtörésében kiemelkedő szerepe volt annak, hogy a Dunántúli-középhegység összefüggő karsztrendszerében, a Bakony térségében a bauxittermelés, az eocén-medencékben a szénbányászat csak intenzív víztelenítés árnyékában működhetett. Ennek során létrehozták Európa legnagyobb, de a világon is ritkaságnak számító mértékű és kiterjedésű megtervezett regionális víztelenítését.

SOLYMOs A. „Az eocén program áttekintése a tatabányai bányászattal kapcsolatban”

című cikksorozatában (SOLYMOs A. 1996) tárgyszerű, részletes összefoglalását adja a történeteknek. Szerző az eocén-program kifejezést nem tette idézőjelbe, és ezzel akarva vagy akaratlanul hivatalos, állami, politikai tartalmat adott a kifejezésnek. Úgy tűnik, SOLYMOs-nak volt némi hiányérzete, mert rövid bevezetőjében azt írja, hogy „A program nevét a szénelőfordulások keletkezésének földtörténeti koráról kapta, s rövidesen egy energetikai programmá bővült állami vállalkozás közhasznú megnevezése lett”. A fogalmazás elgondolkoztató, a hivatalos jelző használata helyett a nehezen értelmezhető közhasznú kifejezést használja.

Az eocén szénkutatás és bányáskodás dicsőséges történetét tanulmányozva, hónapokon át kerestem az eocén programot, vagy legalább egy olyan leírást, ami egyértelművé teszi annak lényegét és tartalmát. Feltételezve, hogy az „eocén program” a Nagygyeháza, Máty, Csordakút, Bicske térségének kutatásához és bányászatához kapcsolódik, netán azt rejt magában, áttekintve a több mint 100 kutatási jelentést, kutatási tervet, bányászati tervet, kiderült, hogy *nincs egyetlen egy hivatalosan benyújtott kutatási terv, kutatási jelentés, Országos Ásványvagyon Bizottsági határozat, amely az eocén program nevét címében viselné, még azok sem, amelyeket a Tatabányai Szénbányák készítettek*. Egyedül a célkutatási tervek között találtam kettőt, amely viseli az eocén program nevet. Ezen kívül néhány jelentésben itt-ott szöveg közt jelent meg az eocén program kifejezés. Az 1984. évi vízjogi engedélyekben szerepel az *eocén programi bányák* kifejezés is.

Áttekintettem az *Állami Tervbizottság (ÁTB), a Gazdasági Bizottság (GB) és a Minisztertanácsi (MT) határozatokat, amelyek között sem címében, sem szövegek közötti megjelenéssel nem találtam a kifejezést*.

Meglepő módon *egyetlen iratot találtam; „Tájékoztató az eocén-program keretében létesített széntermelő kapacitások helyzetéről. Az országgyűlés ad-hoc bizottságának állásfoglalása. 1988. november 16.” 11 fő aláíró, országgyűlési képviselők (9. dokumentum)*.

A határozat IV. pontja szerint „Egyetért a Bizottság azzal, hogy az eocén-program folytatását a jövőben döntő mértékben a környezetvédelmi és gazdasági tényezők (peremfeltételek) határozzák meg a móri ároktól K-re eső térségben a korábbi (1987. december) 230 m³/perc értékben meghatározott térségi vízkiemelési limitet, a karsztvízrendszer dinamikus helyreállításának érdekében 1988. I. felében hozott döntés alapján 190

TÁJÉKOZTATÓ

AZ EOCÉN PROGRAM KERETÉBEN

LÉTESÍTETT SZÉNTERMELŐ

KAPACITÁSOK HELYZETÉRŐL

AZ ORSZÁGGYŰLÉS IPARI

BIZOTTSÁGA

AD-HOC BIZOTTSÁGÁNAK

ÁLLÁSFOGLALÁSA

1988. november

9. dokumentum. Az Országgyűlés Ipari Bizottsága ad-hoc Bizottságának állásfoglalása 1988. november. Kicsinyített címlapmásolat

m³/perc értékre, ill. 1991. után 160 m³/perc értékre kell csökkenteni.” „E korlátozó feltétel azt jelenti, hogy a térségben a korábbi tervekől eltérően három karsztvízveszélyes bánya egyidejű üzemeltetése nem lehetséges.”

Az országgyűlés ad-hoc bizottságának hivatkozott állásfoglalását egy az 1988. május 30-ára keltezett, a szerző megjelölése nélkül kiadott reprezentatív anyag. (Összefoglaló tájékoztató az eocén-program bányáinak műszaki-gazdasági vizsgálatáról) támasztotta alá (10. dokumentum).

Ez az összeállítás sem definiálja az eocén programot, de fogalmazásából arra lehet következtetni, hogy szerintük a Program elsősorban szénbányászati tevékenységet takar, a hőerőmű építésével szoros összhangban. A megfogalmazások itt sem egyértelműek és nem is világosak.

„Az új eocén szénterületen az eocén energetikai programot megelőző időszakban jelentős ásványvagyron volt ismeretes, különböző megkutatottsági kategóriákban” (4. oldal).

Az új eocén bányák létesítésének szükségességét az 1970-es évek elején az akkori energiapolitikai elképzelések alapján tervezett összes energiaigények, ezen belül a villamosenergia igények alapozzák meg (5. oldal).

„Az eocén-program új és rekonstruált bányáinak beruházásai a V., VI., VII. tervidőszakban 22,2 Mrd Ft fejlesztési költséggel valósultak meg.”

„Az eocén program bányáinak értékesített termelése jelenleg több mint 50%-ban lakossági ellátási célokat szolgál” (22. oldal).

Az összefoglaló tájékoztató minden vonatkozásban az ún. eocén bányák fenntartása mellett érvel, mottója: az ipari szénvagyon bőven elégséges az új és rekonstruált bányák termeléséhez (237,6 millió tonna), az önköltség csökkenthető, a vízprobléma a vízhasznosítással megoldható. A következtetéseket nem vonja le, de azok inkluzíve a jelentésből kitűnnek.

Az összesen 46 km²-t kitevő új eocén kutatási területeken 772 db fúrás mélyült, azaz 1 km²-re átlagosan ke-
reken 17 fúrás esett. A legnagyobb fúrási sűrűség a bauxitot is kutató nagygyházi területen 26 db/km², a legkisebb a márkushegyi területen 7 db/km².

Mindezek figyelembevételével nyugodtan állíthatjuk, hogy az „eocén-program” sem mint jól meghatározott kutatási program, sem mint bányászati fejlesztési program nem létezett, hanem csak a kutatók leegyszerűsítő szóhasználatából került be a köztudatba.

A kifejezés ráadásul szakmailag is indokolatlan, mert akkoriban Dorog-Tokod bányászata már végórát élt és a Bakony ÉNy-i oldalán (vagyis a Móri-árokától DNy-ra) lévő Oroszlány-Pusztavám szénmedencék, valamint a Vértes Ny-i oldalán fekvő Dudar-Balinka térségében műveltek eocén korú széntelepeket, de eocén-korú széntelep műveltek korábban a Buda-Pilisi-hegységben Nagykovácsi, Pilisvörösvár térségében, sőt legalább is rövid ideig eocén-széntelep műveltek a Duna bal parti rögökhöz tartozó Kósdon is.

Mi lehet a magyarázata annak, hogy az ilyen rendkívül szisztematikusan és alaposan megkutatott, jó minőségű, kellő vastagságú barnaszenet tartalmazó területen a bányanyitást és termelés beindítást szokatlan egyenetlenség, beruházás gyorsítás, lassítás, kapkodás, átalakítás, mezőátkapcsolás kísérte.

A nagygyházi bányaiüzem beruházási programját kétszer módosították, először egy évvel előrehozták a belépés és megvalósulás ütemét, majd az energetikai célt darabosszén termelésre módosították.

A mányi bányaiüzem fejlesztési célját az ÁTB 1976-ban hagyta jóvá, és az elkészült beruházási javaslatot az energiapolitikai koncepció változása miatt nem hagyta jóvá, de az ÁTB 5029/79 sz. határozatával engedélyezte a helyszíni előkészítési munkákat és a lejtakna kihajtásának megkezdését.

1980-ban a beruházás felülvizsgálatára alakult bizottság javaslatára az ÁTB a mányi beruházás szüneteltetését rendelte el.

1981-ben döntés született a mányi bányaiüzem I. ütemének megvalósítására.

1985-ben az ÁTB jóváhagyta a fejlesztési előirányzat megemelését, az aprószén mosó céljaira.

1985. IV. negyedévében a beruházás készülsége 85%, a termelés indul.

Lencsehegy II. bányaiüzem:

1976. az ÁTB jóváhagyja a fejlesztési célt, 1979. évi kezdéssel, 1980. évi befejezéssel.

sorban a mélybányászatot érintette. Az észak-magyarországi, pontosabban gyöngyösvisontai lignittermelés ebben az időszakban közel háromszorosára növekedett.

1972-ben KLÉZL R. az MSZMP KB Gazdaságpolitikai Osztályának munkatársa, „Tájékoztató a szénbányászatban kialakult helyzetről” című kézíratos jelentésében a csökkenés megállítására javaslatokat tett.

„A szénbányászat termelése az energiaszerkezet strukturális átalakításával összhangban folyamatosan csökken”. „A csökkenés üteme 1972-ben folytatódik”. A tervben 7-8%-os termelés-csökkenés szerepel, ezért megszüntethető a szabadnapos termelés, a bányászati feltáró munkálatok fokozhatók. A feladat az, hogy 1972-ben a széntermelés a tervezettnél lényegesen nagyobb mértékben ne csökkenjen. Feladatként jelöli meg többek között a földgáz erőművi felhasználásának korlátozását és a kitermelt szén készletezését.

A termelés-csökkenés az eocén szénbányászatot is érintette. A számítások azt mutatták, hogy a termelés-csökkenés ellenére a kitermelhető szénkészlet olymértékben fogy, hogy 1990-re a széntermelést Tatabányán és Dorogon is le kell állítani.

Ez a felismerés szülte HAVASI F., MSZMP Komárom megyei Pártbizottsága első titkárának az MSZMP gazdaságpolitikai osztály vezetőjéhez írt levelét, amelyben „támogatja a megye szénbányászatában foglalkoztatott dolgozók perspektivikus munkalehetőségének biztosítására irányuló törekvéseket, támogatja a komplex iparmű koncepció tervezetét”.

Az OMFb-NIM jelentése, a „komplex iparmű” létesítésére vonatkozó javaslata olyan „komplex iparmű” tervezésének a megvitatásáról számol be, amelynek keretében szilikátermelés, műkő, burkolóelemek, szigetelőanyag, timföld, tömbalumínium, cement, pernye és salakfeldolgozómű építését javasolják.

„Az elképzelés szerint a teljes komplexumhoz 2 200 000 tonna évi teljesítményű szénbánya és egy 450 MW teljesítményű erőmű tartozna mész-kőbányával és technológiai üzemekkel” (11. dokumentum).

A HAVASI-level fő mondanivalója, hogy telepítsenek energiaigényes (timföldgyártás, alumíniumkohó, cementgyár stb.) ipari üzemeket Tatabányára, amelynek működtetéséhez természetesen erőmű szükséges, amit a frissen felkutatott és kutatás alatt lévő széntelepekre lé-

ORSZÁGOS MŰSZAKI FEJLESZTÉSI BIZOTTSÁG
NEHÉZIPARI MINISZTERIUM

J E L E N T É S

**„A Komárom megyei komplex iparmű koncepció tervezete”
c. tanulmány tárgyában**

Fenti tárgyban az MSZMP Központi Bizottságának Gazdaságpolitikai Osztályától az év április 1-én azt a felkérést kaptuk, hogy a Politikai Bizottság határozata alapján az OMFb és a Nehézipari Minisztérium közösen vizsgálja meg a barnaszén komplex hasznosítására vonatkozó tatabányai javaslatot.

A Tatabányai Szénbányák javaslatát f. év április hó 20-án kaptuk kézhez. A javaslat lényege a következőkben foglalható össze:

Komárom megyében - földrajzilag koncentráltan - jelentős mennyiségű barnaszén-, mész- és gyengeműanyag bauxit-vagyron ismeretes. Ez a jelenleg hányón fekvő erőművi pernye- és salakmennyiséggel komplex módon hasznosíthatónak látszik.

A hasznosítás során a tervezet az alábbi termékek előállítását irányozza elő:

- 250 ezer t/év szilikáterméket: műkő, burkolóelemek, szigetelőanyag stb. /a rendelkezésre álló és folyamatosan keletkező pernye és salak felhasználásával/,

- 2 -

- 1 500 ezer t/év cement és 200 ezer t/év timföldet, illetve ennek további felhasználásával 100 ezer t/év tömbalumíniumot /gyenge minőségű bauxit, pernye, salak, mész- felhasználásával/.

Az elképzelés szerint a teljes komplexumhoz 2 200 ezer t/év teljesítményű szénbánya és 450 MW teljesítményű erőmű tartozna, továbbá 2,0 millió t/év teljesítményű mész-kőbánya, valamint a mész- pernye és salak közben technológiai feldolgozásához szükséges üzemek.

A komplex iparmű telepítéséhez a tervezet szerint 16 milliárd Ft beruházási költség lenne szükséges. Valószínűnek látszik azonban, hogy a végleges beruházási igény ezt az előkalkulált összeget jelentősen is meghaladhatja.

A fenti komplexumra vonatkozó tanulmányt különböző OMFb szakértőknek adtuk ki bírálatra. A bírálatokat az alábbi fő kérdésekre kértük koncentrálni:

- A javaslatban szereplő ásványi nyersanyagok a szükséges mennyiségben és minőségben rendelkezésre állnak-e, gazdaságosan kitermelhető formában.
- A javaslatban szereplő erőmű feltüntetett jellemzői és egyéb műszaki- gazdasági adatai reálisak-e.
- Mennyi, illetve melyek e műkő gyártási és szállítási költségei, piaci, felhasználási lehetőségei.
- A javasolt timföld minőségi jellemzői megfelelőek-e és a timföld-alumíniumgyártó komplexum műszaki- gazdasági mutatói elfogadhatók-e.

ORSZÁGOS LEVÉLTÁR

ORSZÁGOS LEVÉLTÁR

11. dokumentum. Jelentés „A Komárom megyei komplex iparmű koncepció tervezete” című tanulmány tárgyában, részlet

tesített szénbányák szolgálnának ki. A javaslat a már akkor közismert bányatelepítési problémákról nem tesz említést.

Figyelemre méltó, hogy az MTA Bányászati Bizottsága foglalkozott a „komplex iparmű” javaslattal és a pernye bázisú timföld- és cementgyár megvalósítását reálisnak tartotta, az alumíniumkohó és az erőmű építési problémáival azonban érdemben nem foglalkozott.

Az OMFB 1971. szeptemberében véleményezte a tatabányai szénbányák javaslatát, és többek között úgy foglalt állást, hogy „a hazai erőmű-építési elgondolás jelenleg új szénbázisú erőművekkel nem számol és az alumínium kohászat hazai fejlesztése, annak nagyfokú energiaigényessége miatt nincs tervbe véve”.

1973. szeptember 11.-ei dátummal SZEKÉR Gy. nehézipari miniszter előterjesztést nyújtott be az MSZMP Gazdaságpolitikai Bizottsága részére „A népgazdaság energiahelyzete, különös tekintettel a szénbányászat gazdasági és szerkezeti stabilitásának kérdéseire” címmel, amelyben a helyzetelemzés mellett a szénhidrogén fogyasztás csökkentéséről, az erőmű építési lépésekről számol be és javasolja a megalakítandó szénbányászati tröszt Budapesten való megszervezését.

Az egyébként szokatlanul szigorúan titkos GB előterjesztés csak két példányban készült, vagyis olyan előzetes anyagnak volt tekinthető, amelyből külön példányt még a GB tagjai sem kaptak (12. dokumentum).

1973. szeptember 11.-ei GB előterjesztés rövid kivonata:

Az energiafogyasztás időszora

	1965	1970	1977	1980
Fogyasztás 10 ¹² KCal	183	214	260	315–320
Növekedés %	100	117	159	175

1972-ben a szénhidrogének az ország energiafogyasztásának mintegy 50%-át fedezik, 1980-ra pedig kétharmadát.

A gazdaságosabb szénhidrogénekre történő átállás eredményeképpen a szénfelhasználás gyors ütemben csökken.

A szénbányászat helyzetét befolyásoló piaci hatások mérséklésére a nehézipari minisztérium intézkedéseket tett, amelynek keretében 240 ipari nagyfogyasztónál vizsgálatot kezdtek a szénhidrogénre történő indokolatlan átállás megakadályozására.

Az oroszországi hőerőmű bővítésére és Oroszlány–Pusztavám térségében új szénbánya létesítésére előzetes beruházási javaslatok alapján vizsgálat van folyamatban.

Folyamatban van a bükkábrányi erőmű és külfejtés beruházási javaslatának előkészítése, a felme-

rülő környezetvédelmi és egyéb problémák tisztázása, úgy, hogy szükség esetén az erőmű első gépegysége az 1980-as évek elején üzembe léphessen.

A szénhidrogénre való átállás már olyan előrehaladott állapotban van, hogy annak leállítását, ill. a növekmény igények szénrel történő kielégítése népgazdasági kár nélkül nem valósítható meg.

A fogyasztói szénigények folyamatosan csökkennek.

1966 óta a mélyművelésben a termelés csökkenés általános, csökkent a bányaállomány is. 1965-ben 126 akna volt üzemben. A szénvagyon kimerülése, az elemi károk (dorogi vízbetörések) és gazdaságtalan bányák bezárása következtében a jelenleg termelő akna száma 59. A szénbányászati létszám folyamatosan csökken, az átlagos üzemi munkáslétszám kb. 36% 1965-höz képest.

A szénbányászat a fiatalok körében elvesztette vonzó hatását.

1973-ban az iparág gazdasági helyzete tovább romlik. A szénbányászat nem képes a költségeket bevételből fedezni. Az 1974–1975-re végzett előzetes számítások a gazdasági helyzet további romlását jelzik és a szénbányászat további pénzügyi támogatását teszik szükségessé.

A VI. ötéves terv időszakában sem teremthető meg a szénbányászat gazdasági stabilitása.

A mező-kapcsolásokhoz 1974–1975-ben 2,8 milliárd forintba lesz szükség.

Sem a szénbányászat és a villamos ipar egésze, sem egyes vállalatának az összevonása nem célszerű.

A laza irányítás javítása céljából a tíz szénbánya vállalatot felölelő szénbányászati trösztöt indokolt létrehozni.

Az energiastruktúra korszerűsítésének viszonylag hosszú időszakára a szénbányászatban iparági szintű állami beavatkozások szükségesek.

A szénbányászati trösztöt célszerű Budapesten megszervezni.

A rendkívüli titkosság ellenére a Komárom megyei pártbizottság gyorsan értesült az előterjesztésről és az abban foglaltak minden bizonnyal sokkhatást válthattak ki, mert a tervezett erőműépítések között szerepel az oroszországi hőerőmű, a bükkábrányi erőmű és külfejtés, de nem szerepel „tatabányai komplex iparmű” és azon belül a hőerőmű építés gondolata sem, ráadásul az újonnan szervezett szénbányászati trösztöt budapesti székhellyel javasolják létrehozni.

1973. szeptember 20-án a gazdaságpolitikai osztály vezetője, NÉMETH J. észrevételeket tett a GB előterjesztéshez megismételve annak fő indokait, megállapítva, hogy a szénbányászat irányítási problémáinak a rendezésére a megoldás jelenlegi célszerű módja szénbányászati tröszt létrehozása vidéki telephellyel, de ő se említi a bicskei hőerőművet (13. dokumentum).

GF. 1973. sz. 24.

NEHÉZIPARI MINISZTERIUM

001/42/1973.

Szigorúan titkos

Szigorúan titkos!

Készült 2 példányban

...l... sz. példány

ELŐTERJESZTÉS

a Gazdaságpolitikai Bizottság részére

Tárgy: A népgazdaság energetikai helyzete, különös tekintettel a szénbányászat gazdasági és szervezeti stabilitásának kérdéseire, valamint javaslat az energiagazdálkodás irányítási rendszerének korszerűsítésére

Energiafogyasztásunk - a népgazdaság fejlődésével párhuzamosan - viszonylag gyors ütemben növekszik. A magyar energiafogyasztás alakulása a következő időszakkal jellemezhető:

	Me:	1965.	1970.	1975.	1980.
Fogyasztás	10 ¹² kcal	183	214	260	315-325
Növekedési ütem	%/év	3,2	4,0	4-4,5	

A 60-as évek végétől meggyorsult a kőolaj- és földgáz térhódítása. 1972-ben a szénhidrogének az ország energiafogyasztásának mintegy 50%-át fedezték, amely arány 1980-ra eléri a 2/3-részt.

A gazdaságosabb szénhidrogénekre történő áttérés eredményeként egyes fogyasztói ágazatokban (különösen a vasúti vontatásban és az igényesebb ipari technológiáknál) a szénfelhasználás gyors ütemben csökkent. Ez számottevő energiahordozó- és költség megtakarítást eredményezett.

1973. szeptember 11.

V.

A Gazdaságpolitikai Bizottság megtárgyalta a nehézipari miniszter "A népgazdaság energetikai helyzete, különös tekintettel a szénbányászat gazdasági és szervezeti stabilitásának kérdéseire, valamint javaslat az energiagazdálkodás irányítási rendszerének korszerűsítésére" c. előterjesztését és a következő határozatokat hozta:

1. A Gazdaságpolitikai Bizottság szükségesnek tartja az igényekkel összehangolt széntermelés zavartalanul történő lebonyolítását a szénbányászati vállalatok pénzügyi helyzetének rendezéséért - ennek keretében a szükséges fejlesztések feltételeinek biztosítását - a IV. ötéves terv időszakára.

A Gazdaságpolitikai Bizottság javasolja, hogy kormányzati szervek a helyzet elemzését és értékelését tűzzék napirendre, és a szükséges döntéseket hozzák meg.

2. A Gazdaságpolitikai Bizottság egyetért azzal, hogy a szénbányászat részére a kialakult helyzetben a gazdasági szabályozó rendszer V. ötéves terv során alkalmazandó általános elveitől eltérő szabályozást alkalmazzanak.

A Gazdaságpolitikai Bizottság javasolja, hogy az eltérő gazdasági szabályozás elveire a nehézipari miniszter a javaslatokat terjessze az illetékes kormányzati szervekhez a szükséges döntések meghozatala céljából.

3. A Gazdaságpolitikai Bizottság abból kiindulva, hogy a széntermelés visszafelállításának viszonylag hosszán elhúzódó időszakban iparági szintű állami beavatkozások szükségesek, indokoltak tartja a szénbányászat irányításának korszerűsítése céljából - 1974. első félévében - szénbányászati tröszt szervezését.

Budapest, 1973. szeptember 11.

Dr. Székér Gyula

nehézipari miniszter

12. dokumentum. SZÉKÉR Gy. 1973. évi 2 példányban készült előterjesztésének, eredeti címlapjának és határozati javaslatának (válogatott) másolata

HAVASI F. október 4.-i levele már hivatkozott a két példányban készült előterjesztés 16. oldalára, ellenvéleményt nyilvánít és a szénbányászati tröszt Tatabányára való telepítését javasolja, mondván, hogy ott minden megvan.

1973. október 19-én KLÉZL R. az MSZMP KB gazdaságpolitikai osztály munkatársa emlékeztetőt készített a szénbányászati tröszt vidéki telepítésével kapcsolatos megbeszélésről, amelyet HAVASI F. első titkár vezetésével tartottak Tatabányán, NÉMETH J., KLÉZL R. jelenlétében, ahol a NIM-et MENYHÁRT L. miniszterhelyettes képviselte.

Az emlékeztető mottója: a szénbányászati tröszt tatabányai elhelyezése biztosítható.

A Tatabányára került Magyar Szénbányászati Tröszt 1974. szeptember havi keltezéssel összefoglaló tanulmányt készített „A hazai szénvagyon igénybevételeinek gazdaságossága a hosszú távú energiaellátásban” címmel. Többek között megállapítják, hogy „a hazai széntermelésnek a megjelölt időszak alatt lehetséges legnagyobb fejlesztése

adja a legkedvezőbb eredményt.” A tárgyalt fejlesztési változat szerint Bükkábrány még szóba kerül, de az eocén bányáskodásnál hátrányosabb megítélésben. Gazdasági számításuk szerint a szénhidrogénekkel szemben „mintegy 60 milliárd forintba tehető az a költségmegtakarítás, ami a hazai széntermelés lehetséges fokozása esetén a vizsgált 16 év alatt elérhető.”

Az MSZMP Komárom megyei első titkára 1974. október 4.-i keltezésű, PÁRDI I. elvtárhoz, az MSZMP KB Gazdaságpolitikai Osztályához írt levelében hőerőmű építésére ismételt javaslatot tesz, mondván: Csordakút, Mány, Nagyegyháza, Oroszlány, Lencsehegy szénvagyon megalapozottnak minősíti egy 2000 MW-os hőerőmű építését.

Ebben a levelében HAVASI kísérletet tesz arra, hogy Komárom megye hatáskörzetét kiterjessze a megyehatárokon túlra is „nyilván, hogy 4 nagy aknaüzem (Lencsehegy, Csordakút, Mány, Márkushegy) és egy cél-, ill. gyűjtőerőmű,

É SZ R E V É T E L E K

a népgazdaság energetikai helyzetével és a szénbányászat problémáival foglalkozó GB előterjesztéshez

Az előterjesztés alapvető megállapításai a következők:

- az V. ötéves tervben rendelkezésre álló energiaforrások - megfelelő intézkedések megtétele esetén - 1980-ig a népgazdaság szükségleteit kielégítik;
- a szénbányászat gazdasági helyzete romlik, ami 1974-1975-re további pénzügyi támogatást, az V. ötéves terv során pedig az általánostól eltérő gazdasági szabályozást indokol;
- a széntermelés visszafejlesztésének viszonylag hosszú elhúzódó időszakában iparági szintű beavatkozások szükségesek, amelyek a szénbányászat irányításának centralizálását, szénbányászati tröszt létrehozását időszerűvé teszik;
- az energetikai koordináció hatékonyabbá tétele érdekében a nehézipari miniszter javaslatot dolgozott ki Energia-gazdálkodási Kormánybizottság létrehozására, azonban a megoldási módot az érdekelt tárcák nem tartják megfelelőnek.

Az előterjesztéssel kapcsolatos észrevételeink a következők:

- 1./ Az előterjesztés a népgazdaság energetikai helyzetét tulságosan műszaki beállításban, az V. ötéves terv előkészítésével kapcsolatban felmerült közgazdasági problémák bemutatása nélkül ismerteti. Nem tér ki arra, hogy az V. ötéves terv energetikai fejlesztésének legproblematisabb kérdéseit a nagy-

a Pénzügyminisztérium jogkörét és szükségessé tenné az OAÁH, valamint a TATB hatáskörének módosítását is.

Indokolt, hogy a Gazdaságpolitikai Bizottság úgy foglaljon állást, hogy a szükséges változtatásokat ne bizottsági, hanem hatósági forma keretében hajtsák végre. Ehhez a jelenlegi energiagazdálkodási tevékenység - ezen belül az Országos Energiagazdálkodási Hatóság munkájának - kritikus elemzése, az ORGH jogkörének kiegészítése, szervezetének korszerűsítése, az Állami Energiafelügyelet jogviszonyának rendezése, a személyi feltételek megteremtése szükséges.

Budapest, 1973. szeptember 20.

Némethi János

ORSZÁGOS LEVÉLTÁR

13. dokumentum. NÉMETH J. „Észrevételek a népgazdaság energetikai helyzetével és a szénbányászat problémáival foglalkozó GB előterjesztéshez.” Részletek

mint fogyasztó nem tartozhat a távoli jövőben három szénbánya vállalathoz, hanem egyhez”, szerinte a tatabányaihoz. Javasolja, hogy „A Bicske környéki létesítendő bányák és létesítmények közigazgatásilag is kerüljenek Komárom megyéhez” (14. dokumentum).

PÁRDI 1974. november 25.-i levelében az erőműépítést és bányatelepítést reális változatnak nyilvánítja, de megjegyzi, hogy az állami szervek részéről „további műszaki-gazdasági vizsgálatok” szükségesek. Az OT 1974. március havi keltezéssel 0094/I/1974 számú előterjesztést készített a GB részére „Az V. ötéves népgazdasági terv iparpolitikájának főbb vonatkozásai” címmel.

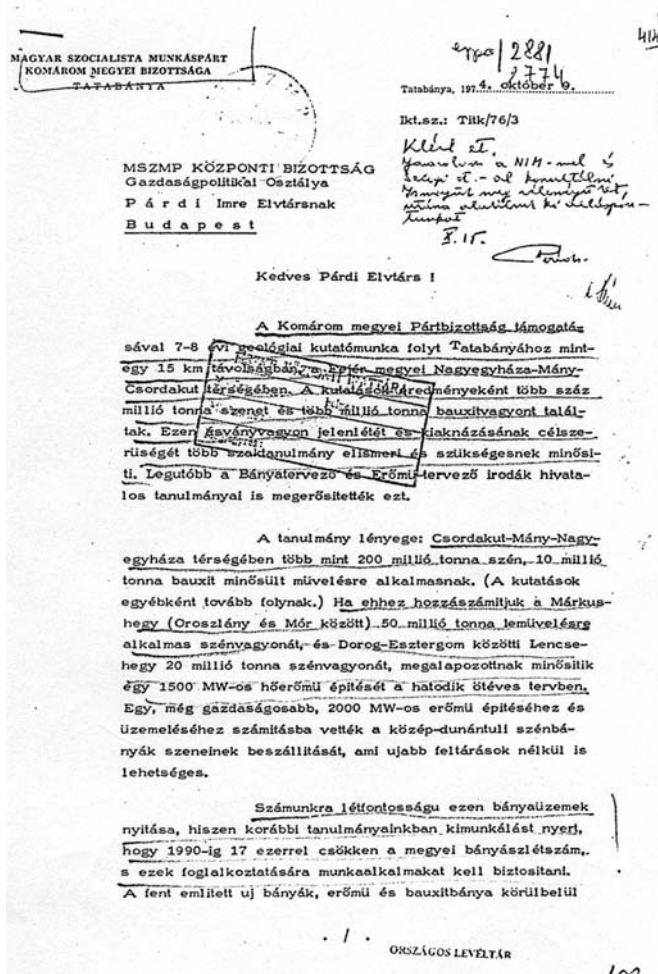
Az előterjesztés 27. oldalán a beruházások növekvő arányát többek között a bonyolultabb bányászati viszonyokkal magyarázzák. Tekintettel arra, hogy a szovjet olajimport évi 3 millió tonnával csökkent, és nem működik még sem az Adria-vezeték, sem az Orenburgi-vezeték, így a 4,5%-ra becsült energetikai többlet igény kielégítéséhez a Bükk Energiakombinát megépítését tartják szükségesnek. A 28. oldalon az energiamérleg globális egyensúlyának kialakításához a széntermelés és a szénfelhasználás növelésének vizsgálatát kéri.

Kombinát megépítését tartják szükségesnek. A 28. oldalon az energiamérleg globális egyensúlyának kialakításához a széntermelés és a szénfelhasználás növelésének vizsgálatát kéri.

Az OT. 00162/I/1974 számú 1974. májusi keltezésű „Tájékoztató az V. ötéves népgazdasági terv kidolgozásának irányelveivel kapcsolatos elgondolásokról a tervezőmunka jelenlegi állása alapján” című anyag 14. oldalán olvasható: „A lehetséges gazdaságossági határokon belül műszaki és gazdasági intézkedésekkel növeljük a szénbányászati kapacitásokat, ill. a hazai szénvagyon jobb kihasználását elsősorban erőművi célokra. Ennek érdekében megkezdjük a bükkábrányi külszíni lignitbánya létesítését”.

Az ATB 1974. december 30-i ülésére SZEKÉR Gy. tájékoztató előterjesztést nyújtott be a geológiai kutatások helyzetéről.

1975. május hó keltezéssel SZEKÉR Gy. nehézipari miniszter előterjesztést készített a GB részére, amelynek 34. oldalán a dunántúli gyűjtőerőmű a reális fejlesztési célok között van megnevezve.



14. dokumentum. HAVASI F. levele PÁRDI I.-hez az MSZMP Központi Bizottság Gazdaságpolitikai Osztályára Komárom-megye érdekeinek védelmében. Az eredeti kézirat kicsinyített másolata

1975. május 13-án a GB „SZÉKÉR GY., HAVASI F., KLÉZL R. és NÉMETH J. elvtársak bevonásával megtárgyalta az energetikai programot” és többek között a következő megállapításokat tette (a neveket a jegyzőkönyv a hivatkozásnak megfelelően külön bekezdésben rögzítette):

- a hosszútávú erőmű építési program alapja a hazai szénvagyon és atomenergia;
- a széntermelés és a szénfogyasztás összehangja új erőművek építése mellett megkívánja – a szénbázisú erőművek rekonstrukcióját;
- a komáromi gyújtóerőmű és a bükkábrányi erőmű létesítése sorrendjében egyelőre nem lehet dönteni. Meg kell vizsgálni, hogy a Bicske környéki bányák megkutatottsági helyzete lehetővé teszi-e a gyújtóerőmű időben történő üzembehelyezését.

A kapcsolatos vitában többek között elhangzott:

– figyelembe kell venni a KGST ajánlást, amely szerint tovább kell növelni a saját fűtőanyag-energiabázis fejlesztését, beleértve a gyenge minőségű szén felhasználását;

– az utóbbi időben elbizonytalanodott a hazai lignitbázis igénybevitelén alapuló erőmű fejlesztési koncepció. Megoldásként előtérbe került a dunántúli gyújtóerőmű létesítése.

A vita alapján a GB többek között állást foglalt:

– a villamosenergia termelésnél előtérbe kell helyezni a szénvagyonunk hasznosítását, a szénbányászatot és a kutatást fejleszteni kell;

– az V. ötéves terv jóváhagyását megelőzően dönteni kell a dunántúli gyújtóerőmű, ill. a bükkábrányi ligniterőmű építési sorrendjében. Meg kell vizsgálni, hogy a Bicske környéki bányák megkutatottsági helyzete lehetővé teszi-e a gyújtóerőmű kellő időben történő üzembe helyezését;

– felkéri a Nehézipari Minisztériumot, készítsen javaslatot.

1975. szeptemberi keltezéssel a NIM és az OT előterjesztést nyújtott be az MSZMP Gazdaságpolitikai Bizottságához. „A népgazdaság távlati energetikai fejlesztésének irányelvei” címmel az előterjesztést SIMON P. és HUSZÁR I. jegyezte.

Az előterjesztés lényegében előnyben részesíti a bükkábrányi erőművet, mert szerinte „Bükkábrányban 1000–1200 MW erőmű kapacitás létesítését célszerű előirányozni 1983–1986. évekre. A dunántúli szénvagyonra további erőmű kapacitást a VI. ötéves terv folyamán kell (kb. 1986–1988 években) telepíteni mintegy 1000–1500 MW kapacitású gyújtóerőmű megépítésével.

Ettől függetlenül a dunántúli fejlesztést mégis kiemelten kezelték, mert a megállapítások között szerepel, hogy „az V. ötéves terv elején meg kell kezdeni a Márkus-hegy és Nagygyeháza új bányák építését, a nagygyeházai bánya már a Dunántúli Gyújtóerőmű ellátását is szolgálja”.

Javasolták, hogy

– a GB foglaljon állást és vegye tudomásul:

– fokozni célszerű a hazai geológiai kutató és feltáró tevékenységet annak érdekében, hogy növeljük a kitermelhető szén és szénhidrogén vagyont;

– a hazai szénvagyon hasznosítását nagykapacitású szénbázisú erőművek építésével is meg kell alapozni.

1975. szeptember 15-én a NIM Energiagazdálkodási Hatóság V. ülésének emlékeztetőjében a következők szerepelnek:

MOKRI P. javasolja, hogy a mélyműveléses szénbányászatra vonatkozóan mondják ki a mányi bánya 1979. évi indítását, Nagygyeháza és Lencsehegy mellett. *Az eddig elvesztett idő miatt bizonyos feszültségek vannak, amelyek azonban feloldhatók a kutatások szovjet segítséggel való fokozásával, amelyhez a megye minden politikai és egyéb segítséget megad.*

1.4.3.1. Egy váratlan miniszterelnöki beavatkozás

A gazdaságpolitikai kérdésekben kiéleződő el-lenvélemények feloldására a politikailag gyenge háttérrel rendelkező LÁZÁR Gy. miniszterelnök is szovjet segítségkérésben látta a megoldást. A LÁZÁR-KOSZIGIN találkozóra szinte előzmény

nélkül került sor, legalábbis sem az MSZMP vonatkozó levelezésében, sem az Országos Levéltárban (leszámítva MOKRI P. javaslatát) semmi előzményt nem találtam.

Az Országos Levéltár külügyi anyagában fellelhető a LÁZÁR és KOSZIGIN miniszterelnökök 1975. október 21-i megbeszéléséről készült orosz nyelvű jegyzőkönyv, amely szerint a gazdasági és tudományos technikai együttműködés programjába többek között felvették négy 7,8 millió tonna összteljesítményű szénbánya és egy 1500 MW teljesítményű hőerőmű építésével kapcsolatos együttműködést.

Az MNK moszkvai nagykövetségének jelentése szerint *SIMON P. nehézipari miniszter és BRATCSENKO SZOVJET szénbányászati miniszter 1975. október 28-án tárgyalt a magyar szénbányászat fejlesztéséhez kért segítségnyújtásról* (jelen voltak TAPOLCAI J. főosztályvezető, a Magyar Szénbányászati Tröszt szakértői és a moszkvai Magyar Nagykövetség képviselője).

„SIMON elvtárs röviden ismertette a hazai szénvagyon fokozott hasznosítására irányuló fejlesztési elképzeléseket, majd HUSZÁR elvtársnak BAJBAKOV elvtárshoz írott levelére hivatkozva kérte, hogy nyújtsanak segítséget a Bicske környéki gyújtóerőmű fűtéséhez tervezett 4 új bánya megépítéséhez”.

Figyelemre méltó, hogy BRATCSENKO „*saját tapasztalataira hivatkozva hozzátette, hogy 4 új bánya megnyitása egy tervperióduson belül nem kis feladat, annál is inkább, mert a magyar féltől kapott információ szerint a tervezett munkák állása csak két bányánál teszi lehetővé a kivitelezési munkák megkezdését.*”

Ez a diplomáciai nyelven megfogalmazott megjegyzés tulajdonképpen azt jelentette, hogy a tárgyalópartner kétségbe vonta a tervek megvalósíthatóságát és erről finoman figyelmeztette miniszter társát.

SIMON P. 1976. január 14.-re dátumozott feliratában tájékoztatta. SZEKÉR Gy. miniszterelnök-helyettest a tárgyalások alapján tett intézkedésekről, miszerint az eocén szénbányászat fejlesztésével kapcsolatos LÁZÁR-KOSZIGIN megállapodásra hivatkozva (a hivatkozott megállapodásban az eocén szénbányászat kifejezés nem szerepel) 1975. december 8–25. között a SZU Bányászati Minisztériumának 6 fős szakértő csoportja a magyar szakemberekkel közösen megvitatta és áttanulmányozta az eocénszénbányászat fejlesztésével kapcsolatos kérdéseket.

A megbeszélés szerint a SZU Bányászati Minisztériuma megfelelő szakképzettségű ter-

vezőcsoportot küld a mányi és nagygyeházi bányák terveinek kidolgozásához: tervezőket, építésvezetőket és geológus szakembereket.

A Márkus-hegyi és nagygyeházi bányák építésének, tervezésének megvitatására magyar szakértő csoport utazik a Szovjetunióba. A szovjet fél műszaki irányítókat és szakértőket küld az aknamélyítéshez, magyar szakemberek utaznak betanulásra.

A tájékoztató záró mondata felveti, hogy „az eocén program megvalósításával kapcsolatos tárgyalások szükségszerűen felvetik a bükkábrányi külfejtés és hőerőmű létesítésével összefüggő eddigi döntések felülvizsgálatát”.

Ezek szerint LÁZÁR-KOSZIGIN 1975. október 21.-i megállapodása jelentette azt a fordulópontot, amelyet követően a bükkábrányi külfejtés és hőerőmű kérdése gyorsan lekerült a napirendről.

A Lázár-féle szovjet segítségkérés nemcsak indokolatlan, hanem a magyar szakember állománya nézve sértő és lealázó volt. A segítségkérés akkor következett be, amikor a kutatások vagy befejeződtek, vagy befejezéshez közeledtek, a bányászati tervezés folyamatosan követte a kutatási eredményeket és a karsztvízszint alatti bányászatkodás technológiájának számos változatát dolgozta ki. Egyidejűleg fel volt készülve a felmerülő várható nehézségek leküzdésére. A rendelkezésre álló kutató-fúró apparátust a kutatás befejezése miatt a leépítés veszélye fenyegette.

Ilyen körülmények között a teljesen feleslegesen igénybevett külföldi közreműködés semmit sem változtatott a helyzetértékelés keltette nehézségeken.

Az Állami Tervbizottság 5071/1976. számú határozata a mélyművelésű szénbányák és azok termékeit felhasználó Bicskei Hőerőmű fejlesztési céljairól

1. Az Állami Tervbizottság a mélyművelésű eocén szénbányák és azok termelését felhasználó Bicskei Hőerőmű fejlesztési célját az 1. és 2.sz. melléklet szerinti alapadatokkal az előkészítés és a beruházási javaslat alapjául elfogadja.

2. A nehézipari miniszter a Bicskei Hőerőmű I. ütemének, valamint a Mátyás és a Lencsehegy Bányászati vállalatok a beruházási javaslatát terjeszti az Állami Tervbizottság elé.

Felelős: a nehézipari miniszter

Határidő: erőműre 1977. III. negyedév
bányákra 1978. I. negyedév

15. dokumentum. Az Állami Tervbizottság a Bicskei Hőerőmű és bányák fejlesztési célját jóváhagyta. A címlap kicsinyített másolata

A Bicskei Hőerőmű építését előrehozó határozat alig 1 évet élt, és a hőerőmű építése fokozatosan lekerült a napirendről.

A Komárom megyei pártbizottság erőfeszítése végül is részleges sikerrel járt és a Minisztertanács 1976. június 14-én úgy határozott, hogy a bicskei hőerőmű és a tüzelőanyag bázisát képező bányászati létesítés előzze meg a Bükkábrányi Hőerőmű és külfejtés megvalósítását. A határozat előírta, hogy négy új bányát kell létesíteni és egyes meglévőket rekonstruálni, a szükséges erőművet pedig két ütemben kell megvalósítani.

Az Állami Tervbizottság a Bicskei Hőerőmű és bányák fejlesztési célját 5071/76. sz. határozatával jóváhagyta (15. dokumentum).

1977. márciusában a Bicskei Hőerőmű egyes üteme (2x210 MW), beruházási javaslatának tárcaközi egyeztetése nem járt sikerrel, minthogy a népgazdaság távlati fejlesztésére vonatkozó vizsgálatok a korábban prognosztizált villamos igényeknél kisebb igényt valószínűsítettek.

1979-ben az ÁTB újratárgyalta a kérdést, és módosította a Bicskei Erőmű és mélyművelésű eocén bányák fejlesztési célját (16. dokumentum).

Az I. ütem belépési idejét 1984-re határozta meg. A hőerőmű tüzelőanyag ellátásának bázisa továbbra is négy új eocén-szénbánya a már épülő Márkushegy,

ÁLLAMI TERVBIZOTTSÁG
001/19/ÁTB/1979.

CSOP. SZ.: 219/2.

SZIGORUAN TITKOS!
Készült: 55 példányban
1 sz. példány

Meghívó

az Állami Tervbizottság 1979. június 6-i ülésére

Az ülés helye: Országház I. kapu fszr. 6-9.
Az ülés időpontja: 1979. június 6., de. 9 óra

Napirend

1. A VI. ötéves terv erőműépítési programja. x/

Előadó: Juhász Ádám elvtárs

Meghívott: Ábrahám Kálmán elvtárs
Pallai Árpád elvtárs
Soltész István elvtárs
Sebestyén János elvtárs

Gergely István elvtárs
Juhász Ottó elvtárs
Kamara János elvtárs

2. A Bicskei Hőerőmű és mélyművelésű eocén szénbányák fejlesztési célja egyes adatainak módosítása. x/

Előadó: Juhász Ádám elvtárs

Meghívott: mint az 1. pontnál

16. dokumentum. Az ÁTB 1979-ben módosította a Bicskei Erőmű és a mélyművelésű eocén bányák fejlesztési tervét. Meghívó másolat az ÁTB vonatkozó ülésére. Kicsinyített másolat

Nagygyeháza, a tervezett Mátyás és Lencsehegy II., valamint a balinkai és dudari bányaművekhez rekonstrukcióval csatolható további szénvagyon. Egyidejűleg tudomásul veszi, hogy a tervezési munkát az eredeti kiépítési változatnak megfelelően (2x210 + 3x500 MW) kell fejleszteni azzal, hogy a III. 500 MW-os lépcső kiépítéséről az V. ötéves tervi felülvizsgálatok után döntenek. Az I. ütem beruházási javaslatának elkészítését 1979. augusztus 31-én szabták meg. Az ÁTB tudomásul vette, hogy az ország biztonságos energiaellátása érdekében mind a mátyási, mind a Lencsehegy II. üzemének beruházását 1980-ban szükséges elindítani.

Az előterjesztéssel kapcsolatosan az MSZMP Gazdaságpolitikai Osztályának feljegyzésében PATYI K. megjegyzi: „A szénbányászatra vonatkozó határozatokkal kapcsolatban az Országos Tervhivatal és a Pénzügyminisztérium nem ért egyet azzal, hogy a Lencsehegy II. beruházás 1980-ban induljon. A Pénzügyminisztérium a Mátyási Bányai üzem 1980-as beruházási indításával sem ért egyet, mivel az egész szénmérleget opponálja. A kapcsolódó beruházásokra vonatkozó határozat megfogalmazásánál vita volt a konkrétság kérdésében, mert az OT nem tartja szükségesnek egyes beruházások konkrét megnevezését.”

PATYI K. 1979. június 4.-i feljegyzésében szükségesnek tartja a beruházási igények csökkentését és javasolja, hogy az ÁTB a kért terven felüli beruházási-vásárlóerő kiáramlását ne engedélyezze.

A PM ellenvéleményének egyeztetésére SIMON P. miniszter 1979. május 14-re egyeztető megbeszélést hívott össze, ahol a kapcsolódó beruházások: hírközlés, közlekedés, vízgazdálkodás, településfejlesztés stb. tételes felsorolása az előirányzatból kimaradt, vagyis éppen az maradt ki, ami különösen a bányavíz, vízgazdálkodás, vízellátási hasznosítás lehetőségeinek alapjait ingatta meg.

Az Állami Tervbizottság 1979.-i ülésén a VI. ötéves terv erőmű-építési programjára vonatkozó előterjesztést is napirendre kívánta tűzni. Az ÁTB 5010/77. sz. határozatában a kérdéssel kapcsolatos jelentés készítményét eredetileg 1978. évi határidőre előírta, az érintettek közötti vita miatt azonban az előterjesztést nem sikerült benyújtani.

Kiemelés az ÁTB előterjesztéséből (NIM): a VI. ötéves terv erőmű-építési programja (1979).

Előzmények: az ÁTB 5010/1977. sz. határozata kötelezte az OT elnökét, hogy a VI. ötéves terv erőmű-építési programját 1978-ban terjesszék az ÁTB elé.

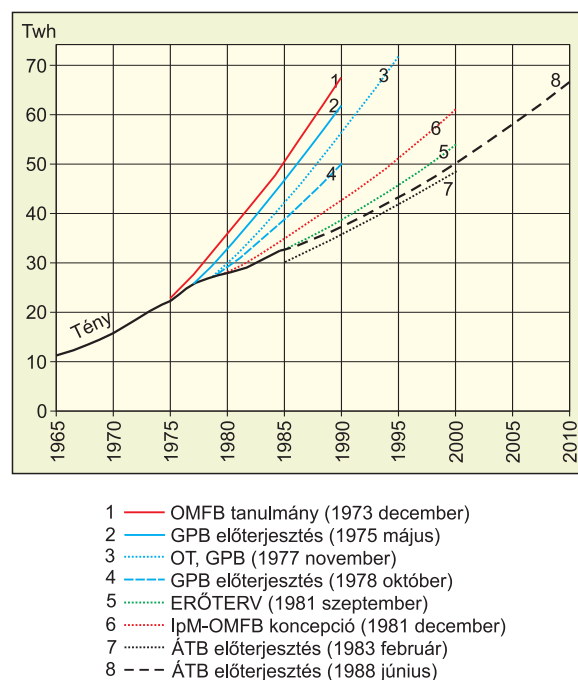
Az időpont nem volt tartható „Minthogy igen komoly vita alakult ki a népgazdaság reálisan elérhető fejlődési üteme, az ehhez szükséges villamos energia igény, ill. erőmű-építési program tekintetében (17. dokumentum). E vita alapvetően a bicskei hőerőmű létesítésének ütemére, felépítésére, az 1990-ig megvalósítandó teljesítményére, valamint részben ezzel összefüggésben az 1990-ig üzembe lépő atomerő kapacitására hatott ki.”.

„A koncepcionális kérdéseket érintő vita következtében az erőmű-építési program véglegesítésére, a bicskei hőerőmű létesítésére vonatkozó korábbi állami döntések (fejlesztési cél előirányzatai) végrehajtása nem volt lehetséges”.

A döntés késlekedése alapjaiban érinti az energiaellátást, ami politikai következményekkel járhat. Ezeket mérlegelve a NIM jelentős kockázatot vállalva az erőműépítéssel kapcsolatos korábbi előirányzatait módosította.

A Komárom megyei pártvezetés és a bányászat képviselői a Komárom megyei nehézipari térség megvalósítása érdekében a különböző „programokat” újra és újra a bányászok foglalkoztatása érdekében hirdették meg, miközben a szénbányászati létszám folyamatosan csökkent, olyannyira, hogy lengyel bányász munkaerőket kellett igénybe venni.

A szénbányászat már az 1973. évi, előzőekben hivatkozott GB előterjesztés szerint is súlyos, nehezen megoldható létszámhiányokkal küszködött. 1965–1970. években a gyors ütemben csökkenő széntermelés és a termelékenység emelkedés együttes hatására a létszám országosan 28 500 fővel csökkent, ami már akkor is súlyos gondokat okozott. A termelésnél nagyobb ütemben csökkenő szénüzemi létszám oly mértékben csökkent, hogy a termelési feladatokat



17. dokumentum. Villamos energia igény prognózisok, az Országgyűlés ad-hoc Bizottságának előkészítő anyagából. (6. sz. mellékletből) Kicsinyített másolat

csak túlmunkával lehetett teljesíteni. Főleg fiatal munkaerő távozott, 1973-ban a vágárok életkora meghaladta a 40 évet, az összes földalatti létszám átlaga a 39 évet, s az akkori elemzők további csökkenésre számítottak.

Érdekes gondolatokat ébreszt az előterjesztés villamos energia teljesítmény mérlege.

Nem kell különösebb találékonyság ahhoz, hogy megerősödjön bennünk az a gyanú, mi- szerint a bányászat és energiaszektor egyes képviselői a Dunai Vízerőmű építését ta-

Villamos energiarendszer teljesítmény mérlege (részlet)

Paks I.	440 MW	1980.12
	440 MW	1981.12
	440 MW	1983.12
	440 MW	1984.12
Bicske	210 MW	1984.06
	210 MW	1984.09
	500 MW	1986.09
	500 MW	1987.09
Dunai Vízerőmű	30 MW	1987.
	150 MW	1988.
	170 MW	1989.
	75 MW	1990.

lán azért ellenezték, és talán azért igyekeztek a megvalósítást egyre jobban hátráltatni, mert a vízerőmű teljes belépő teljesítménye a Bicskei Hőerőmű első két blokkjának az építését tette volna feleslegessé, ami további bonyodalmakat okozott volna a szénbányászat fejlesztése terén és egyáltalán indokolatlanná tette volna a bicskei elképzeléseket.

A Komárom megyei szocialista nehézipari centrum létrehozása többszöri kísérlet ellenére sem sikerült. A bányanyitások kellő előkészítés nélkül és nagy koncentrációban való egyidejű erőltetése több kárt okozott a bányászatnak mintsem hasznot, egy fokozatos, jól előkészített, a mélység felé lépésről-lépésre haladó bányatelepítés vélhetően sikeresebb lett volna.

JENEI Sz., a Bányászati Egyesülés igazgatója az Országgyűlési Képviselők Bányászati és Energetikai Szakága részére készített 1989. októberi jelentésében azt fogalmazta meg, hogy „A szén az egyetlen olyan elsődleges hazai energiahordozó, amely hosszabb távon tartósan és jelentős mértékben igénybe vehető a hazai energiatermeléshez.” „Célszerű lenne állást foglalni új lignitbázisú alaperőmű és annak megfelelő nagykapacitású bánya fokozatos létesítése mellett.”

A jelentés ugyanakkor kritikusan leszögezi, hogy „El kell számolni a múltbeli, jelenleg már egyértelműen hibásnak ítélt fejlesztésekkel. Ma már nyilvánvaló soha meg nem térülő beruházások (Nagyegyháza, Mány új bányák, liász program, kányási rekonstrukció, nagybátonyi szénmosó) adósság terheit nem lehet a korábbi hibás döntésekben vétlen vállalati kollektívák terhére megtartani”.

Az eocén-programról ebben a jelentésben sem esik szó, nem kétséges, ez a kifejezés csak lobbista szlogen volt, de állami program szintjére sohasem emelkedett.

Az események során néhány új bánya létesült, néhány alig lépett termelésbe, be kellett zárni. A tatabányai álom nem valósult meg.

1.5. Értékelés, tapasztalatok, tanulságok

1.5.1 Meditáció

A múlt történéseinek vizsgálatánál, értékelésénél, megítélésénél és magyarázatánál nehéz szabadulni attól, hogy a döntéseket a jelen ismeretei alapján ítéljük meg. *Ami a régebbi döntés idején ismeretlen, felbecsülendő jövő volt, ma már részleteiben és következményeiben jól ismert múlt.* Az egykori jelen lehetőségei, gazdasági és politikai korlátai, vélt vagy valós kényszerei bármennyire is nehezen ítéltethők meg, számításba vételük elengedhetetlen. Óvatosan kell bánnunk azon vezető egyéniségek tevékenységének megítélésével is, akik nem egyszer csak kivitelezői, vagy vezetői voltak a kényszerpályán mozgó folyamat megvalósításának, esetleg csak az események végső szakaszában.

A Dunántúli-középhegység ÉK-i szárnyának eocén medencéiben a huszadik században kifejlődött, majd visszaesett szénbányászat viharos történetének megítélésénél különösen kíváncsok a megfelelő objektív szemlélet, mert a több mint százezer ember életét és környezetét érintő események résztvevői a bányanyitásokat, a fejlesztéseket, a bányabezárásokat és a leépítéseket egyáltalán nem egyformán ítélik meg.

A dunántúli bányászat, azon belül az úgynevezett eocén-program megítélése máig tartóan megosztja a bányász, a közgazdász és a politikai közvéleményt.

SZABÓ N. (1992) történeti összefoglalójában úgy fogalmaz, hogy „Az úgynevezett eocén-

program összefoglaló név, amely komplex kutatást jelöl, később született, mint ahogy maga a teljes kutatás megindult és folyamatosan haladt.”

SOLYMOS A. (1996) cikksorozatában bányászati szempontok szerint dolgozta fel az eseményeket, és bár címében az eocén-program áttekintését ígéri, az „eocén-program” definíciójával ő is adós marad.

Most is, mint minden történelmi esemény áttekintésénél érdemes vizsgálni az események egymásutánját (1. függelék).

A nagygyeházi gróf Bethlen-akna tervtanulmánya 1926. februárjában már elkészült. A 226 oldalas, bőséges ábraanyaggal ellátott tervtanulmány szerzője szerint „A Chorin Ferencről kapott megbízás évi 4 millió mázsa termelésű bányaiüzem tervezésére szól” és a feladat az volt, hogy „a szomszéd tatabányáinál tökéletesebbnek kell lennie, hogy ezen bányákkal a késhegyig menő versenyt kiállhassuk”.

A késhegyig menő konkurencia harcra nem került sor, mert kivásárlás során a nagygyeházi szénvagyont Tatabánya tartalék vagyonává vált, ebből következően az államosítást követően a Tatabányai Szénbányákhoz tartozónak volt tekinthető.

Az akna tervtanulmánya szerint 27 db fúrás 6768,6 folyóméter terjedelemben mélyült. Ebből két fúrás a peremet kutatta és a 25-ből 11 volt produktív, aminek alapján 6 táblára osztották a szénmezőt. A számításba vett szénvagyont 332 679 411 q, vagyis 33 000 000 tonna volt. VITÁLIS I. később 1948-ban néhány további fúrára is támaszkodva középáramú módszerrel egyes fajsúllyal számolva 41 000 000 tonna szén mennyiségűt ki. Később 1948–1967 között 27 633 folyóméter fúrás segítségével tényleges fajsúllyal 54,8 millió tonna műre való szénkészletet számítottak ki.

A gróf Bethlen-akna tervezői tisztában voltak a vízveszéllyel és az ismerethiányból eredő kockázatokkal. Ismeretesek az egymásnak ellentmondó vélemények és a vízveszélyesség megítélésével kapcsolatos éles viták. Az akna-talpat a mező mély pontjára, 396 m mélyre tervezték, ahol 2400 m³ zsompot alakítottak ki, felkészültek 17 m³/perc folyamatos vízemelésre és bányászati módszerekkel további 15 m³/perc vízbetörés elhárítására.

Mindent összevetve 11 db produktív fúrára egy ma is korszerűnek számító aknát terveztek, rendkívül vízveszélyesnek ítélt területre. *Mi volt ez? Példamutató kockázatozállás, rendkívüli felelőtlenség vagy ragyogó üzleti fogás, sikeres üzleti blöff? A történetek ez utóbbit látszanak alátá-*

masztani, mert a Salgó Rt. rövid huzavona után eladta a bányászati jogot a tatabányai területen működő konkurensnek, a MÁK-nak és ezzel az új bányanyitást lekerült a napirendről.

Két évvel az első igazán produktív fúrások után az aknatelepítés részletes terve már készen állt. Miért nem kezdték el az aknamélyítést? Miért vártak, majd ímmel-ámmal tárgyalgattak, hogy végül is a lehető legnagyobb haszonnal adják át a területet annak, akivel szemben CHORIN F. „a késhegyig menő versenyt” meghirdette. *Nehéz szabadulni attól a gondolattól, hogy az egész aknatervezés, látványos névadás nem volt más, mint egy zseniális üzleti fogás. Óvakodni kell attól, hogy ezt a telepítési módszert okos kockázatozállásnak tekintsük.*

Valószínű ez az egyik magyarázata annak, hogy a gróf Bethlen-akna tervéről az 1960-as évektől felgyorsuló újrakutatás és a kapcsolatos tervezés során alig esik szó. SOMLYOS A. hivatkozott összefoglalójában egyetlen tényközlő mondatral intézi el az aknatervezést, mintha vagy nem ismerték volna magát a tanulmányt, vagy nem vették volna komolyan.

Nem kizárt, hogy az akna megtervezése valóban üzleti blöff volt, a bánya tervezői azonban mit sem tudva, komolyan vették feladatukat, és színvonalas mérnöki munkát végeztek.

40 évvel később, a bányászat bázisul szolgáló szénvagyont egykori megkutatása elégtelennek tűnt, és mivel a tatabányai szénvagyont erőltetett fogyasztása előrevetette a medence kimerülésének az árnyékát, ezért a Tatabányai Szénbányák főmérnöke BECKER F., főgeológusa SÓLYOM F. és LANDESZ I. geológus javaslatot nyújtott be a nagygyeházi térség szénkutatására 1961-ben.

Az Országos Földtani Főigazgatóság a perspektivikus keretének terhére a régi fúrások megbízhatóságának ellenőrzésére 1959–1960-ban 7 db kutató fúrást mélyítettett összesen 2747,7 folyóméter terjedelemben és lényegében igazolta a régi fúrásokat. A tatabányai szénbányászat hivatalosan benyújtott kutatási javaslatával jelezte igényét a perspektivikus szénkészletekre és jelezte, hogy a szénbányászat távlati tervében kiemelt helyen szerepel a Nagygyeháza szénvagyonára telepítendő bánya megnyitása, ezért szükségesnek tartja a részletes megkutatás megindítását.

A nagygyeházi szén-, bauxit- és vízföldtani kutatás összefoglaló földtani jelentésének készítése során (1975) vita támadt arról, hogy ki javasolta a kutatást, mert lehetőség lett volna a

javaslattevők állami keretből való jutalmazására. A Magyar Szénbányászati Tröszt részéről TóTH I. főosztályvezető és SZÉLES L. főgeológus aláírásával jutalmazási javaslat érkezett az akkor már KFH elnökéhez, a hivatkozott személyek, mint javaslattevők jutalmazására. FÜLÖP J. a KFH akkori elnöke a megelőző perspektivikus kutatásokra való hivatkozással a jutalmazási javaslatot nem támogatta, de más nevet sem jelölt meg.

Hogy ki javasolta a kutatások újrakezdését Nagygyeháza térségében, mind a mai napig eldöntetlen maradt. (Bár az eredményes kutatásokért FÜLÖP J. és társai később állami díjat kaptak.) Egy azonban bizonyos, az egykori kutatásokkal kapcsolatos dokumentumok a kivásárlás során valószínűleg a MÁK tatabányai részlegéhez kerültek. Rajtuk kívül a Bánya- kapitányságon kellett még adatoknak, jegyzőkönyveknek lennie, és nem utolsósorban maradtak perdöntő adatok a Vitális család birtokában. Az Országos Földtani Főigazgatóság létrehozását előkészítő minisztérium akkor illetékes kutatási főosztályvezetője VITÁLIS S. volt, és nincs kizárva, hogy a vonatkozó kutatás gondolata tőle származott és később, amikor az 1955-ben alapított perspektivikus kutatási keret lehetővé tette, a javaslat nem merült feledésbe.

VITÁLIS I. 1948-ban közreadta a nagygyeházai medencével kapcsolatos ismereteinek a lényegét „A Nagygyeháza–Mesterberek, Csordakút-pusztai területe alatt felkutatott fényes barnaszén” címmel. Ez időben azonban a központi kutatási szervek még nem működtek és a hivatkozott tanulmányban közölt adatok a hivatalos irattárakban itt-ott fellelt anyagokkal nem mindenben egyeztek.

A nagygyeházai egységben a fúrásos kutatások érdemi készletnövekedést nem eredményeztek, egyedül az ismeretesség javult. A fúrásos kutatás gyenge hatékonyságát mutatja, hogy bár a kiegészítő bauxitkutatás során további 93 390 folyóméter fúrás mélyült az összes fúrás alapján számított műre való szénvagyon 54,88 millió tonna volt. A különbség nem nagy, de nem is elhanyagolható. A készletszámítási adatok összehasonlításánál azonban figyelembe kell venni a különböző számítási módszerek használatát, a tényleges térfogatsúly és az egyes térfogatsúly használatából származó különbségeket, ami azt jelenti, hogy érdemi szénvagyon növekedés alig volt.

Mindezeket figyelembe véve 1926-ban a meddő és peremi fúrásokat leszámítva kb. 4000 folyóméter produktív fúrás alapján megterveztek egy 396 m mély aknát, ill. egy 400 000 t

termelésű szénbánya üzemét. Nagyjából ugyan ezen bányamezőn 1988-ig összesen 312 db fúrást 146 816 folyóméter összterjedelemben mélyítettek és a műre való szénvagyon az előzőkhöz képest, a számítási módszerbeli különbségeket is figyelembe véve alig növekedett.

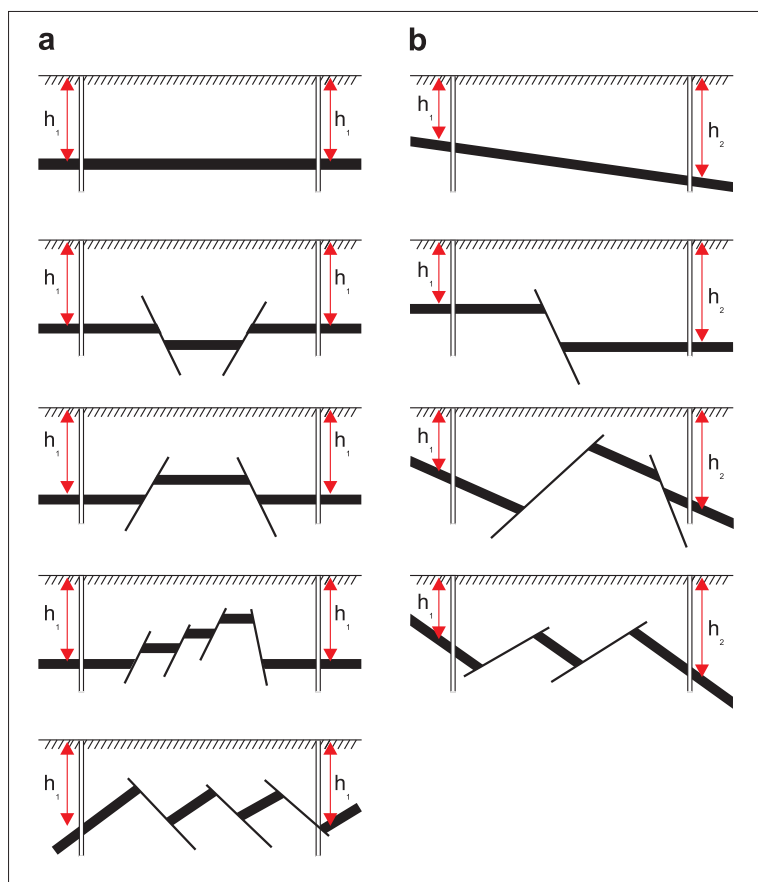
A térség legsikeresebbnek tűnő kutatása az un. Mányi-medencében 1977-ben fejeződött be. A részletes megelőző kutatások során 72 db összesen 30 257 folyóméter, a részletes fázisban további 21 085 folyóméter fúrás felhasználásával 127 millió tonna ipari minőségű szénvagyont tártak fel. Ide kell számítanunk a részletes kutatás során lefúrt 35 422 folyóméter hidrogeológiai célú fúrást, amelyeknek nem kis hányada szintén átfúrta a széntelepét, vagyis végeredményben 81 755 folyóméter összes fúrással számolhatunk.

Függetlenül attól, hogy a gróf Bethlenakna terve milyen üzleti célt szolgált, a konkurencia és általában a hozzáértők a megvalósíthatóságát nem tartották irreálisnak, legfeljebb a várható vízproblémák miatt merésznek. A későbbi, rendkívül intenzív sűrű hálózatos mélyfúrásos kutatás eredménye messze nem volt arányban sem a fúrások mennyiségével, sem azok költségével és aránytalanul megnövelte a kivitelezés idejét.

A szénképződés keletkezési körülményei meglehetősen szabályszerű rétegzettséghez vezetnek, ezért három pont között a várható jellegek a földtani környezet felhasználásával együtt jól jellemezhetők, praktikusán a vastagság, minőség és az eredeti települési körülmények, a gyakorlat számára megfelelő pontossággal megbecsülhetők.

Későbbi mozgások, tektonikai igénybevétel hatására a szénrétegek táblákra töredeznak, amelyek mérete a bányászat számára rendkívül fontos információ lehet. A mélyfúrásos hálózatos-kutatás nem utolsósorban a tektonikai és hidrogeológiai körülményeket szándékolta pontosítani a mennyiségi és minőségi ismeretek bővítése mellett. Az 2. ábrán bemutatunk néhány változatot annak szemléltetésére, hogy a fúrásokból szerkeszthető szerkezeti kép eleve rendkívül sok bizonytalanságot, szubjektív elemeket rejt.

A jelentősebb vetődések mentén a széntelepek folyamatossága megszűnik. A vetők gyakoriságát a vető-meddőt harántoló fúrások gyakorisága jellemzi. A Salgó fúrásainak több mint 50%-a meddőbe jutott és ez az arány a későbbi intenzív mélyfúrásos kutatás során sem változott lényegesen. Természetszerűleg a megismert vetők száma arányosan növekedett.



2. ábra. Fúrási adatok alapján szerkeszthető tektonikai kép bizonytalanságának néhány vázlata. – a = két fúrásban azonos mélységben lévő szénréteg; b = két fúrásban különböző mélységben lévő szénréteg

A vízveszélyességet a vízkutató fúrások alapján hidrológiai paraméterek segítségével számították. Első lépésben, tekintettel az ipari bauxit vagyona, aktív víztelenítést terveztek. A vízemelési szivattyú kapacitást 80 m³/perc emelésre javasolták kiépíteni, de további 30 m³/perces vízbetörésekre is fel kívántak készülni. A depresszió terjedését vízviszatáplálással javasolták korlátozni (ALUTERV 1978). Kérdés csak az, hogy a rendkívüli fúrássűrűség mellett sikerült-e elegendő ismeretet szerezni a megnyugtató bányatelepítéshez.

Már az előzetes bauxitkutatási fázis során megállapították: „a vetősűrűsége jellemző, hogy a fúrások kb. 50%-a 15 m-nél nagyobb ugrómagasságú vetőt harántoltak”. Ennek alapján km²-enként 15–16 tektonikai tömböt jelöltek ki. A nagymérvű tektonizáltságot a bányaműveletek nemcsak hogy igazolták, hanem szokatlan mértékű „mikrotektonizáltságot” is találtak. Már az első frontfejtés előkészítése során (a siklómezőben) nagy nehézséget okozott az, hogy a

15 m-nél nagyobb vetők közötti tömböket 1–6 m-es le- és felvetők sűrűn szabdalják. Bebizonyosodott, hogy a mégoly sűrű fúrási hálózat – bár lényegesen javítja az ismertséget – sem képes biztosítani az összes szükséges tektonikai és hidrogeológiai ismereteket (SOLYMOS A. 1996).

A felszínről indított fúrásos kutatás a kiegészítő kutatásokkal együtt közel 20 évig tartott és Nagygyeháza-csordakúti első beruházási javaslat is csak 10 évi kutatás után került benyújtásra. Az Országos Ásványvagyon Bizottság maximalizmusa, fúráscentrikus szemlélete, szigorú bürokratikus eljárási rendje a rendkívüli állami szerepvállalás ellenére a kutatásokat lelassította.

El kell ismernünk, hogy nem igen akadt geológus vagy bányász, aki ezt a rendkívüli biztonságra való törekvést helytelenítette volna. Ez a kutatási módszer nagy földtani és mélyfúrési apparátus eltartását biztosította és érdemben gyarapította földtani ismereteinket, különben is az akkori politikai és gazdasági szemlélet a kockázatvállalást nem fogadta el, alkalmasint pedig bűnnek, büntetendőnek tekintette. A

szénbányász társadalom sem ellenezte a felszínről hatoló fúrások sokaságát, de hiányolta a bányabeli kutatások, pontosabban a kutató-feltárások lehetőségét, abból az alapelvből, vagy még inkább tapasztalatból kiindulva, hogy a leendő bányatérsegekre vonatkozó információk jelentős hányada csak bányabeli műveletek során szerezhető be.

Függetlenül attól, hogy a mélyfúrásos hidrogeológiai kutatás során nyert, ill. számított hidrogeológiai paraméterek a bányanyitás után egy nagyságrenddel nagyobbak (rosszabbnak) bizonyultak, a számítható vízveszélyek elhárítására előre jelezhető optimista becslések is olyan nagyságú folyamatos vízemelést és vízbetöréseket prognosztizáltak, amelyek a várható termelési költségeket az elviselhetőség határán túl növelték.

1968-ban a BKI által készített hidrogeológiai jelentés a nagygyeházai felső telepet a kedvező védőréteg viszonyok miatt kombinált, passzív-preventív védekezési eljárással (60 m³/perc), az alsó telepet a minimális védő-

réteg vastagság miatt aktív víztelenítéssel tartja letermelhetőnek 120–130 m³/perc vízemelés mellett. Később a Tatabányai Szénbányák 106–158 m³/perces vízemelési szükségletet prognosztizált.

1975-ben a bányavíz-termelés hasznosítására az OMFB koncepciót fogadott el. Ezzel kapcsolatosan a BKI 1977. évi jelentése szerint:

- a bányászat nem tudja garantálni a főkarsztvíztároló egyensúlyának megtartását, vagyis a budai hőforrások működésének zavartalanságát;

- a kitermelt bányavíz nem fedezi a térség vízigényét, így két nagy fogyasztó, a Tatabányai Regionális Vízműrendszer és a Bicskei Hőerőmű vízellátásában zavarok támadhatnak. Ezek kiküszöbölésére a Dunából kellene vizet vezetni.

A jelentés szerint a bányászati vízemelés igényének csökkentésével a budapesti hévizek károsodása megakadályozható. Ennek biztosítására 1977. október 25-én BREINICH M. az Országos Vízügyi Főigazgatóság elnökhelyettese és KAPOLYI L. nehézipari miniszterhelyettes egyezményt írt alá megfigyelő hálózat létesítéséről és a térségi tapasztalatok összeállításának szükségességéről.

Az 1977. évben az események felgyorsultak, akkorra elegendő ismeret gyűlt össze a helyzet kvázi objektív megítéléséhez.

Az Állami Tervbizottság 1976. decemberi 5071/7 sz. határozata jóváhagyta a mélyművelésű eocén szénbányák és azok termékeit felhasználó Bicskei Hőerőmű fejlesztési célját, és ebben az erőmű tüzelőanyag bázisául Márkus-hegy, Nagyegyháza, Mány, Lencsehegy II bányauzemek létesítését és a balinkai, valamint a dudari üzemek rekonstrukcióját írta elő.

Erre való hivatkozással SIMON P. nehézipari miniszter és GERGELY I., az OVH elnöke megállapodást írt alá a *„mélyművelésű eocén szén- és bauxitbányák, valamint a Bicskei Hőerőmű térségében létesítendő vízgazdálkodási beruházások megvalósításának műszaki-gazdasági alapjairól”, amely szerint a kitermelt bányavíz a térség vízgazdálkodását kell, hogy szolgálja.*

A megállapodást az a józan megfontolás szülte, „hogy a 200 m³/perces vízemelés napi 288 000 m³ víztermelést jelent. A vízgazdálkodásnak ebben a térségben ennél több vízre van szüksége, vagyis a vizet teljes mértékben fel tudja használni, ezért a bányászat költsége a kitermelt víz értékesítésével érdemben csökkenthető lenne”.

Évi 100 millió m³ víz mai piaci értéke 6–7 milliárd forint. A víz ára a tervgazdaság akkori körülményei között csak néhány forint volt, ami

nem fedezte a víztermelés költségeit, de még így is évi néhány százmillió forinttal csökkenthette volna a széntermelés költségeit.

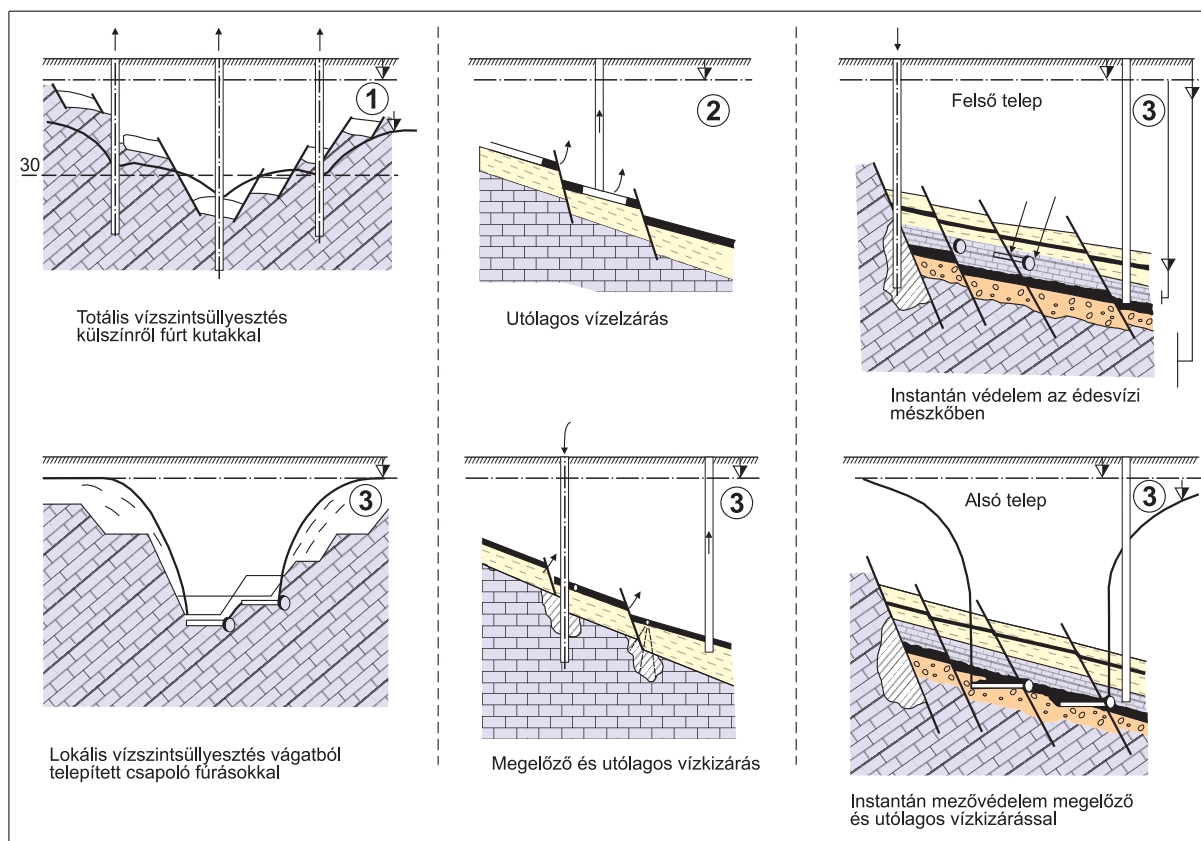
A bányavíz hasznosítás feltétele az, hogy a víz minőségét és napi mennyiségét garantálni kell, e nélkül sem ipari, sem lakossági hasznosítás nem gazdaságos. Ez a feltétel a bányaművelés számára azt jelenti, hogy passzív preventív vízvédő nem alkalmazható, mert a várható vízbetörések értéke nem becsülhető, a betört víznek a rendszerbe való bekapcsolása alig megoldható, és az esetek többségében a vízbetörés elzárása bányászati szükségszerűség, bányabiztonsági kérdés.

A bauxitbányászatnál alkalmazott preventív-vízvédő során a karsztvíz szintjét többségében fúrt aknák segítségével a bauxit-test szintje alá süllyesztik, következként vízbetöréssel nem kell számolni. A termelő bányatérség száraz, a víztelenítéshez szükséges vízhozam jól tervezhető, meghatározott vízhozam és vízminőség garantálható, a nyersanyag termelő és víztermelő térségek kellő biztonsággal elkülöníthetők.

A passzív preventív módszernél, amikor a széntelep nem az alaphegységre települ és vastagabb-vékonyabb rossz vízvezető vagy vízrekesztő összlet, az ún. védőréteg választja el az alaphegységtől, a szénbányászat gyakorlata szerint a prevenció során a karsztvízszintet csak annyira csökkentik, hogy a művelési mezőre nehezedő talpnyomást a védőréteg fel tudja fogni. Ez az eljárás másik szempontból passzív, olyan értelemben, hogy nem mentesít az időszaki vízbetörés ellen, ami védőréteg elvékonyodás és/vagy törések, vetődések mentén be is következnek. A termelés megtervezésénél a vízbetörés lehetőségét, várható mértékét és gyakoriságát számításba lehet és kell venni. A betörés helyét és időpontját és az aktuális mértékét ez ideig nem sikerült előre jelezni. Ennél az eljárásnál a víztermelő és a nyersanyagtermelő bányatérségek elkülönítése korlátozott.

Mindezekből az is következik, hogy a bányászati víztelenítésnek a vízellátásba való illesztése esetén, a megfelelő víztelenítési mód a megfelelő bányaművelési mód megválasztását kívánja (3. ábra).

Természetesen a hasznosítás másik feltétele, hogy a vízellátási rendszer kiépüljön, a csatlakozás biztosítható legyen. Vagyis a beruházások térségi és időbeli összehangolása nélkülözhetetlen.



3. ábra. A karsztvízszint alatti bányászokodáshoz alkalmazott és tervezett módszerek technológiai vázlata. Husz N. SCHMIEDER A. BKI kéziratós tanulmány, 1987. – 1 = aktív karsztvízszint-süllesztés; 2 = passzív-preventív védekezés; 3 = kombinált védekezés. Magyarázat az instantán védekezés használatához: „Jellemzője, hogy a védendő bányatérsg fejtési kontúrjához szorosan illeszkedően, a védendő üreg létesítését megelőzően, olyan üreghrendszert hoznak létre, amely megközelítőleg olyan víz és kőzetmozgási folyamatokat idéz elő, amit a védendő üreg spontánul előidézett volna.”

Az 1976. évi ÁTB határozat már rendelkezett a „mélyművelésű eocén szénbányák és azok termékét felhasználó bicskei hőerőmű” fejlesztési céljáról s ezzel a széntermelés fogyasztói oldalon hosszútávon biztosítotttnak látszott.

Ekkorra a térség vízföldtani helyzete a felszínről való kutatási lehetőségeknek megfelelően tisztázott volt. Addigra a térség hidrogeológiájával több mint negyven tanulmány foglalkozott. A vonatkozó döntéseknél 3 összefoglaló tanulmányra támaszkodtak:

– Magyarhoni Földtani Társulat „Értékelő tanulmány a Dunántúli eocén szénmedencék vízföldtani helyzetéről” (1975. VI. 30.) mintegy 40 szerző 6 kötetes tanulmánya;

– BKI (1975.X.31.) „A Dunántúli barnaszénre telepítendő bányák hidrogeológiai viszonyainak értékelése és a víz elleni védekezés optimális módszereinek és berendezéseinek a meghatározása;

– OVH Vízkészletgazdálkodási Központ (1976.V.15.) „ÉK Dunántúli térség komplex vízgazdálkodási vizsgálata”; OVH állásfoglalásnak tekintett anyag.

Az ATB hivatkozott határozatának végrehajtására 1977. június 20-i dátummal „Megállapodás a mélyművelésű eocén szén- és bauxitbányák, valamint a Bicskei Hőerőmű térségében létesítendő energiagazdálkodási beruházások megvalósításának műszaki-gazdasági alapelveiről” címmel SIMON P. nehézipari miniszter és GERGELY I. az OVH elnöke megállapodást írt alá.

Ebben a megállapodásban rögzítették a térség vízháztartási egyensúlyát még biztosító vízemelés megengedhető mértékét (230 m³/perc), megállapodtak a megfigyelőrendszer működéséről, valamint arról, hogy a vízkárt szenvedő települések ipari és mezőgazdasági üzemeinek vízellátását az igényelt vízminőségnek megfelelően

kiemelt bányavízből kell biztosítani. Sarkalatos pontja volt a megállapodásnak, hogy meg kell építeni a tatabányai, nagyegyházi kooperációs vízvezetékét, a bicskei regionális vízművet, a Százhalombatta–Bicske távvezetékét és intézkedtek a képződő szennyvíz elvezetési módjáról. Megállapították a vízpótló rendszer szükségességét, részletesen megjelölték a tennivalókat és a felelősöket. A megállapodáshoz részletes vízügyi létesítmény jegyzéket mellékeltek.

Ezzel a megállapodással a széntermelés és a vízgazdálkodás térségi összhangja a teljes érintett térségben biztosítottak látszott. 1977. közepéig tehát a hatáselemzések felhasználásával jól összehangolt tervezésre és kutatásokra alapozott döntések szándékoztak a térség mélybányászatának optimális kereteket biztosítani, beleértve a környezeti hatások hátrányainak a kiküszöbölését, egészen a térség szennyvíztisztításának fejlesztéséig. Ez utóbbi esetben abból a később soha be nem tartott alapelvből kiindulva, hogy a vezetékes vízellátás biztosítása csatornázás és szennyvíztisztítás nélkül egyértelműen környezeti károk okozója.

Lehet vitatkozni azon, hogy a döntéssorozat gazdaságilag szükségszerű volt-e. Az azonban kétségtelen, hogy eddig az időpontig messzemenő tudományos alapossággal és felkészültséggel, jól összehangolt tervezéssel, mintaszerűen, világszínvonalon készítették elő a bányászatra alapozott területfejlesztést. Az egymáshoz szorosan illeszkedő fejlesztések csak összességükben biztosították volna az akkori körülmények között kitűzhető, ill. kitűzött gazdasági célt.

A gazdasági, környezeti komplexitást biztosítani szándékolt beruházásokat fokozatosan és viszonylag gyorsan visszavonták. Nem valósult meg a vízgazdálkodási fejlesztés, nem épültek meg a víztávvezetékek, a vízművek és általában a vízellátó rendszerek. Nem épült meg a Bicskei Hőerőmű, nem épültek meg a tervezett ipari, szolgáltató stb. kiegészítő létesítmények és ezzel az eocén szénbányászat fokozatosan kilátástalan helyzetbe került.

Nem könnyű megítélni, hogy vajon ha a térség bányászatát az eredeti első tervjavaslatoknak megfelelően aktív víztelenítésre alapozzák és megvalósítják a megállapodásban rögzített vízfelhasználást, akkor a szénbányászat önköltsége évi 6–7 milliárd forint vízárbevétel mellett, vízbetörések nélkül, hogyan alakult volna?

Ennél a fordulópontonál érdemes egy kicsit elidőzni. Erre az időszakra a környezet-

védelmi mozgalmak is felerősödtek, vagy pontosabban a környezetvédelmi szemlélet nálunk is kezdett teret nyerni. A környezetvédelmi gondolkodás első megébredésében az ipari beruházások ellen fordult és mivel abban az időben a politikai kritikának minimális volt a lehetősége, ezért a hazai környezetvédelmi mozgalmak ellenzéki politikai töltéssel telítődtek.

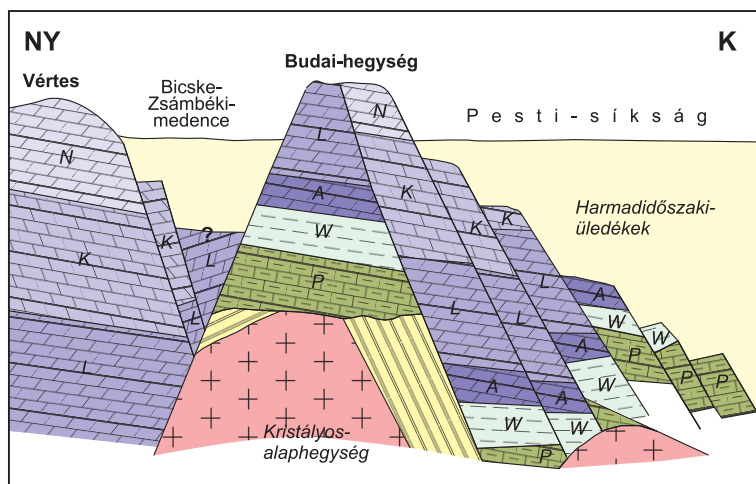
A bányászati víztelenítés első következménye az volt, hogy a karsztforrások hozama csökkent, majd a források fokozatosan elapadtak. A bányászati víztelenítés a kitermelt vizet nem fogyasztotta el, vagyis az elapadt források pótlása nem okozott nehézséget, ahol arra igény volt, a bányászati vízemeléssel a vízgazdálkodás végeredményben többletvízhez jutott volna. Mélyfúrásokból pótolták a tatabányai fényes források és az esztergomi források vizét. Központi kérdéssé azonban a budai hévforrások elapadásától való félelem került.

A tisztánlátást nehezítette, hogy a bányakár, vagyis a bányászat által okozott károk megtérítését jogszabályok biztosították, ezért minden víztermelőnek elsőrendű érdeke volt a víztermelési lehetőségek csökkenését, ahol csak lehetett, bányakárnak minősíteni. Hegységszerkezeti összefüggések alapján a Nagyegyháza térségében folyó vízemelés budai hévizekre gyakorolt hatását nem lehetett kizárni.

Igaz, ALFÖLDI L. már 1973-ban felhívta a figyelmet arra, hogy a Budai-hegység Ny-i letörésénél olyan szelvénytűkület valószínűsíthető (4. ábra), amely akadályozni fogja a nagyegyházi depresszió K felé való terjedését, és valószínűsítette, hogy a depresszió Dorog felé terjedve É felől legfeljebb a budai langyos forrásokra fejtheti ki hatását.

Ez az előrejelzés később minden tekintetben bebizonyosodott. ALFÖLDI 1978. évi kandidátusi értekezésében azt is határozottan állította, ill. bizonyítottan tekintette, hogy a Margit-sziget környéki melegvizes övezetben a negatív tendenciájú változásokat a fúrásokból való tartós helyi túltermelés depressziója okozta.

A környezetvédelmi szubjektív megítélésre rávilágít az is, hogy a budai langyos- és melegvizek döntő hányadát már akkor is fúrásokból termelték ki, vagyis a túltermelés a budapesti termál karszt teljes területén valószínűsíthető volt. Ezzel szemben a véleményalkotók többsége az É-i langyos források nyomás- és hozamcsökkenésében bizonyítottan látta a bányászati víztelenítés hatásának bekövetkezését,



4. ábra. Tektonikai áramlási szűkület, esetleg áramlási gát lehetősége a Budai-hegység Ny-i határterületén. – P = perm; W = werfeni; A = anizusi; L = ladini; K = karni; N = nóri; ? = tűzköves és/vagy kovás dolomit

a depresszió előretörését a hévforrás övezetbe, és a hivatkozott állításokat egyszerűen figyelmen kívül hagyta (nem cáfolta).

SÁRVÁRY I. (1992) a jelenséggel kapcsolatos cikkében igazságot kíván szolgáltatni, amikor úgy fogalmaz: „Az elmúlt évtizedekben közhellyé vált, hogy a Dunántúli-középhegységben a karsztvízszint süllyedését a bányászat és kisebb mértékben a csapadékhiány hatásának kell tulajdonítani. Itt az ideje, hogy kellő súllyal vegyük számításba a helyi túltermelések hatását is.”

SÁRVÁRY a Római-fürdő, az óbudai Árpád-forrás és a Margit-sziget É-i térségét vizsgálva kimutatta, hogy a jelenlegi víztermelés mindhárom helyen két-háromszorosan túllépi a természetes forráshozamokat. Az 1886-ban megindult fúrásos hévíz-feltárás kezdete óta „statikus” készletfogyasztás folyik, amely a vízszintek folyamatos süllyedésében és a hozamok csökkenésében nyilvánul meg. Hidrogeológiai ismereteink birtokában nem zárhatjuk ki azt, hogy a bányászati vízemelés is hatással lehetett a Buda É-i langyos forrásainak hozamára, azt azonban egyértelműen állíthatjuk, hogy ezek az esetleges hatások lényegesen kisebbek vagy akár elhanyagolhatóak a helyi túltermelés következményeihez képest.

Azóta egymás után dőltek meg azok az állítások, amelyek a budapesti hévizek katasztrofális mértékű veszélyeztetését hirdették. A depresszió megkerülte a Budai-hegységet Dorog felől és évtizedek alatt sem bizonyult veszélyesnek, nemhogy a melegforrásokra, de a langyos forrásokra sem.

Voltak jelzések, amelyek azt jövendölték, hogy ha a hévíztároló nyomásszintje a Duna mentén a folyó vízszintje alá csökken, akkor még a fúrásokból való melegvíz-termelés is veszélybe kerül. Ezek a szélsőséges esetekre vonatkozó figyelmeztetések a bányászat számára rendkívüli hátrányokat jelentettek, félelmet gerjesztettek olyan esetre vonatkozóan is, amelynek bekövetkezési lehetőségét semmilyen számítás nem támasztotta alá.

Lassan több évtizede annak, hogy az esztergomi langyos források elapadtak és a karsztvíz szintje a Duna szintje alá süllyedt. Azóta a Duna több helyen folyamatosan táplálja a karsztot, Duna-

víz áramlik a rendszerbe és ennek ellenére az esztergomi strandot tápláló fúrás vizének sem minősége, sem hőmérséklete nem változott. A hatás tehát éppen fordított, mert a Duna-víz betörése a rendszerbe a bányászati víztermelés depressziójának előretörését akadályozta, egyben a meg nem valósított vízvisszatáplálás hatékonyságára, ill. hasznosságára utal.

Az 1970-es évek végén, az 1980-as évek elején sorozatban elkövetett politikai és gazdasági hibák mellett, a budai hévizekkel kapcsolatos hatások szubjektív túlértékelése vezetett a bányatelepítési hibákhoz, a gazdaságtalan termelés egyre növekvő mértékéhez, végül többek között ez szolgáltatott indokot az 1980-as évek végétől kezdődő bányabezárásokhoz, azzal, hogy a térségi vízkivételi határ indokolatlan és gyors csökkentésével magát a bányászkodást is lehetetlenné tette. Véleményem szerint önmagában a budai hévizek védelme a térségi limit drasztikus csökkentését nem indokolta.

1.5.2. Kutatási tapasztalatok

A bányatelepítés egyik típusára jó példa a Bethlen-akna tervezete, amikor kevés információ alapján úgy tervezik meg a bányalétesítményt, hogy az információk zömét a mezők feltárása során biztosítják és a feltárást ennek megfelelően kutatással kombinálva tervezik. A másik lehetőség, amikor a tervezéshez maximális fúrási információt rendelnek abban bízva, hogy azok

elégésesek lesznek a várható nehézségek leküzdéséhez, ill. azok előzetes megtervezéséhez.

Nehéz megítélni, hogy egy nagy kockázatra tervezett, meg nem valósult akna telepítése hogyan alakult volna. Azt azonban tudjuk, hogy bebizonyosodott, a nagygyeházi térségi fúrások kutatások nem szolgáltatnak elegendő információt a tektonikai körülményekről, a vízveszélyességről, és szinte semmilyen információt nem adtak a kőzetfizikai jellemzőkről, a várható kőzetnyomásról, a kőzet-állékonyságról és a nyomáscsökkentés várható következményeiről.

SOLYMOS A. hivatkozott publikációiban írja, hogy a nagygyeházi bánya megnyitásakor már a kezdeti időben számos kedvezőtlen jelenség lépett fel. Probléma volt a nagyszelvényű vágatok biztosításával, a frontfejtési vízszivárgásokkal, a talpduzzadással és olyan bányatérsg rongálódásokkal, amiknek nagy hirtelen okát sem találták. SOLYMOS szerint „a helyzet súlyosságát érzékelteti, hogy nagy létszámú munkaerőt, időnként a legjobban termelő frontfejtés teljes létszámát is elhárítási munkákra kellett átcsoportosítani, új megoldást kellett keresnünk”. A vágathajtási költségek növekedése, a tönkrement vágatok helyreállítása és pótlása tekintélyes, mintegy 800 millió forint többletköltséget okozott. Ezen kívül már a bányafeltárás során szembekerültek egyes vágatokban fellépő teljes szelvényt kitöltő kőzetvándorlással, márga- mészko folyamatos előrenyomulásával.

A vízbetörésekre kezdettől fogva számítottak, a kísérőkőzetek megfolyása azonban váratlan jelenségnek számított. Az édesvízi mészko, márga általában a két telep között lévő kőzetek porusvize, tárolt vize az adott nyomásvizonyok között kőzetrepesztés-szerű kőzetfolyásokat produkált.

A felmerülő nehézségeket minden esetben elhárították és menetközben dolgozták ki a védekezési és megelőző eljárásokat, természetesen rendkívüli többletköltségek árán.

Minden bizonnyal olcsóbb és biztonságosabb lett volna, ha kapnak lehetőséget arra, hogy a feltárások során a bányabeli kutatásokkal szerezzék meg a szükséges ismereteket. Különösen akkor, ha a gyors feltárás és a termelés erőltetése helyett alapos bányabeli kutatásokra került volna sor.

A kutatás irányítás, a KFH és az OÁB a bányabeli előzetes feltáró kutatásokat nem támogatta, nem igényelte és a megkutatottsági nyilatkozat elnyeréséhez a mélyfúrások kutatást elégésesnek ítélte. A bányászatnak elsőrendű érdeke lett volna, hogy a szükséges kutatásokat legalább a bányanyitás során elvégezze. A termelés állami sürgetése, a gyorsan változó állami

döntések azonban az időigényes bányabeli vizsgálatok elvégzését lehetetlenné tették.

Az állami szintű kapkodás következményeire többek között jellemző, hogy a nagygyeházai üzem szénszállító lejtős aknáját a kedvezőtlen földtani körülmények ellenére, a tervezett Bicskei Hőerőműhöz való szénszállítás figyelembevételével telepítették és a költségeket nem kímélve igyekeztek megvalósítani. Az erőmű-konceptió elmaradása után, a kedvezőtlen körülmények között nehezen haladó lejtős akna hajtását abbahagyták és más helyen való gyors bányanyitást helyeztek előtérbe (a beruházási javaslatot 1977-ben hagyták jóvá, de 1980-ban módosították).

A kérdés elemzése során újra és újra felmerül a kérdés, miért volt ez a nagy sietség, a bányanyitást minden áron siettető erőlködés.

A magyar szénbányászat az 1960-as évek végén elérte az évi 35 millió tonnás termelési szintet, amelyen belül a tatabányai szénbányából évi 3 millió tonna szenet termeltek. Ennek során a terület szénkészlete 30 millió tonna alá csökkent, amely magában foglalta a működő bányák készleteit és a különböző pilléreket is. Egymás után merültek ki és szűntek meg a bányüzemek.

SOLYMOS szerint „a hagyományos tatabányai medence kimerülésének ezen időszakában” a szénbányászatra korábban települt, hagyatékkul kapott helyi ipar (beleértve a cementgyárat, erőművet, alumínium-kohót) és a kiterjedt, elsősorban lakossági fogyasztói kör már az ún. olajválságot megelőző időszakban sem engedte meg, hogy a vállalat termelését csökkentse”. Ehhez azonban új szénkészletek, új bányák voltak szükségesek, mégpedig úgy, hogy a termelésnek az új készleteken már 1972-ben be kellett volna indulnia és néhány év alatt legalább az évi 1 millió tonna termelésre felfejlődnie. Ebben a helyzetben vagy a teljes megszűnés vagy új területen Nagygyeháza–Mány–Csordakút térségének a feltárása volt az egyetlen lehetőség.

A térségben tulajdonképpen 1958. óta folyt a szénkutatás, már 1966-ban elkészült a nagygyeházai kutatások zárójelentése és folyamatban volt a csordakút-mányi terület felderítő előzetes kutatása. 1971-ben a BÁTI a kevésbé vízveszélyes felső telep leművelésére Nagygyeháza–Csordakút térségében beruházási javaslatot készített passzív preventív vízvédelemre. 1972-ben az ALUTERV aktív vízvédelemre alapozott javaslatot készített.

A sürgető helyzet miatt a Vállalat már 1972-ben megkezdte a csordakúti bánya legmagasabb települését letermelő bánya külszíni előkészítését. A beruházások megkezdéséhez szükséges megkutatottsági nyilatkozatot azonban az OÁB nem adta ki, mert a hidrogeológiai ismereteket nem tartotta kielégítőnek. Ezért a vállalat „a magyar bányászat történetében példátlan méretű kutatási programba kezdett” (SOLYMOS A. 1990), sőt a mányi terület gyorsított felkutatására, a vállalat sürgetésére 1975-től kezdődően szovjet expedíciót vettek igénybe.

Figyelemre méltó, nem elhanyagolható tény, hogy a két új nagy szénfogyasztó, a „Bicskei Hőerőmű, a bükki energetikai kombinát építésének igénye az 1975-ben készített, később tévesnek bizonyult energiaigény prognózis következtében merült fel. (A programban atomerőmű és szénhidrogén erőműfejlesztések is szerepelnek.) A Dunántúli gyűjtőerőmű és annak energetikai bázisát képező bányák fejlesztésével kapcsolatos ÁTB határozat 1976. XI. 30-án született meg. SOLYMOS szerint ettől az időponttól beszélhetünk eocén-programról, pedig ott azt írja, hogy a tisztázatlan kérdések és kutatási hiányok ellenére „az viszont bizonyosnak látszott, hogy a tatabányai mai bányászat fennmaradását egyedül a vázolt energetikai programhoz kapcsolódás jelenthette”.

Az eocén szénkutatás és bányatelepítések története nem igazolja az eocén-program létét. Nem igazolja, hogy az energiaprognózis váltotta volna ki a gyors bányatelepítés igényét. Az igazság az, ahogy SOLYMOS már megfogalmazta, hogy a tatabányai bányászat és a hozzá csatlakozó kisegítő, kiszolgáló, kiegészítő gazdaságok léte, néhány százezer ember munkalehetősége volt, aminek biztosítása érdekében az érdekeltek minden lehetőt megtettek.

Nehéz megítélni, hogy vajon, ha Tatabánya kényszerhelyzetében nem csatlakozik az energetikai programhoz, akkor fennmaradhatott volna-e a Nagyegyháza–Mány–Csordakút környéki szénbányászat. *A világgazdasági történetek, az olajár-robbanás hatására bekövetkező változások, a földgáz kínálat váratlan mértékű növekedése mellett valószínűsíthető, hogy ezek a vízveszélyes, világvíviszonylatban is kiemelkedően nehéz földtani körülmények között művelhető szénbányák nyugodt egyenletes fejlődésmenet esetén sem lennének gazdaságosan üzemeltethetők.*

„Az eocén-program” kitűnő szlogen volt, alkalmas arra, hogy a közvéleményben szimpátiát keltsen. Előzetesen már bemutattuk, hogy az eo-

cén-program, hivatalos állami döntések szintjén, ebben a megfogalmazásban, nem létezett. Műszakilag sem létezett, mert az energetikai programmal kapcsolatos hivatkozott ÁTB határozat már több változatban elkészült bányanyitási tervekre alapozott, akkorra már elkészültek a művelési módra és azzal összehangolt bányavíz emelési eljárásokra vonatkozó tervezetek. Kész beruházási javaslat állt rendelkezésre az aktív üzemelési eljárással való szén- és bauxittal kombinált termelésre, rendelkezésre állt a felső széntelep passzív-preventív, az alsó és a felső széntelep együttes aktív víztelenítési módszerrel való letermelésére, elkészült a tamponozási eljárással kombinált instantán védelem tervezete, és az OMFB már tárgyalta a bányászati vízemelés által termelt víz hasznosításának koncepcióját.

Mi hiányzott? Változatlanul elégtelennek ítélték a vízveszélyességgel kapcsolatos hidrogeológiai ismereteket. A passzív-preventív védelem, de az aktív vízvédelem már akkor is megfelelő biztonsággal tervezhető volt. Lényegében minden meg volt, de vészesen csökkent a fogyasztói igény és egy új veszedelem tűnt fel a láthatáron, mégpedig az igény teljes hiánya és a teljes piacvesztés.

Az 1960-as évektől kezdve a szénhidrogén kutatás új területeket keresett és az Alföldön az algyői kőolaj- és földgázmező, majd a hajdúszoboszlói gázmezők feltárása több kisebb gázmezővel együtt a hazai földgáz termelés növelésének perspektíváját nyújtotta. Ezzel egyidejűleg a nemzetközi piacon rohamosan növekedett a gázkínálat. A szénhidrogén készletek gyors kimerülésének a réme az árrobbanás következtében semmibe ment, mert újra érdemes volt költségesebb kutatásokba kezdeni és az eredmény minden várakozást felülmúlt, új gazdag földgázmezők sokaságát tárták föl a föld különböző tájain és a Szovjetunióban.

Magyarország abban az időszakban lényegében el volt zárva a világpiactól, és egy ideig uralkodott az a vezetői szemlélet, hogy a világpiaci hatások begyűrzését meg lehet akadályozni. Már hivatkoztunk olyan határozatokra, amelyek a hazai gázfogyasztás növekedését a szénfogyasztás érdekében központi utasítással akarták korlátozni, sőt visszaszorítani.

Ugyanakkor további konkurensek – az atomerőmű és a vízerőmű – is jelentkeztek a szénfogyasztás veszélyeztetőjeként.

A vízerőmű ellen való környezetvédelmi akciók az egyik konkurenst kikapcsolták, az

atomerőmű azonban viszonylag gyors ütemben épült és minden központi beavatkozás ellenére a földgázfogyasztás töretlenül növekedett. A lakossági szénfogyasztás folyamatosan csökkent és visszaesett az ipari, valamint az erőművi szénfogyasztás is.

Az új bányák nyitásához új stabil szénfogyasztókra lett volna szükség. A lakossági fogyasztás megbízhatatlanul gyorsan változik, az ipari fogyasztók is elkezdtek a földgáz-használatra való áttérést, ezért megbízható tartós fogyasztóról kellett gondoskodni. Volt egy jó példa; a magyar energiaipar azon hagyománya, hogy a szénbányászat közvetlenül vagy közvetve megszervezte a maga fogyasztói körét. *A nagyobb szénbánya üzemek környékén, Pécsen, Ajkán, Inotán, Tatabányán, Mátraalján stb. széntüzelésű erőművek épültek, nem utolsósorban azért, mert a hazai széntermelés alig több mint 50%-ban volt képes lakossági darabos szén produkálására.*

A Komárom megyei pártbizottság által támogatott és erőltetett komplex ipari központ koncepció sem volt új, mert Tatabányán lényegében már minden olyan létesítmény üzemelt (erőmű, alumínium-kohó, cementgyár stb.), amelyeket az eocén bányák bázis fogyasztóiként terveztek megvalósítani.

Az energia prognózisok az igénynövekedés csökkenését valószínűsítették, a bauxittermelést is utolérte a készletfogyás réme és az 1980-as évek elején a bauxittermelés középtávú csökkenése egyre inkább elkerülhetetlennek tűnt.

Az aktív-vízemelés mellett folyó bauxitbányászat költségei évről-évre romlottak. A magyar bauxitipar versenyképességét a magyar-szovjet alumínium termékcsere egyezmény egyidejűleg elhárította, de továbbra is fennállt a közép- és hosszútávú visszaesés lehetősége.

Az előző gondolatmenetre való tekintettel különös, vagy ha úgy tetszik érdekes, hogy azt az időszakot tekintették eocén-programhoz tartozónak, amikor – egy rövid, egy-két éves időszakot leszámítva – a piaci perspektívák végképp összeomlottak, ami előrevetette a szénbányászat fokozódó nehézségének és a termelés csökkenésének vagy megszűnésének valószínűségét.

Már az 1960-as évek végén a kimerülő bányák mellett megkezdődött a gazdaságtalanak ítélt bezárása. Az 1970-es években a teljes foglalkoztatást hirdető politikai rendszer gazdasági vezetése előtt egyre világosabbá vált, hogy a

Nagyegyháza térségi fejlesztés aligha produkál gazdaságosan művelhető szénbányákat.

A politikai vezetés soha nem tudott megbarátkozni azzal a gondolattal, hogy Komárom megye centrumában a térség gazdasági alapjait biztosító tatabányai szénbányászat megszűnjön és a megszűnés következményeként a bányászatban, valamint a hozzá kapcsolódó ipari és szolgáltató üzemekben több tízezres munkanélküliség lépjen fel.

Az csak a történelem furcsa fintora, hogy az új eocén bányák nem voltak Komárom megye területén. Miközben a Komárom megyei pártbizottság első titkára mindent megtett a bányanyitások érdekében, a térség Fejér megyei közigazgatása és megyei pártbizottsága annyira háttérben maradt, hogy a Komárom megyei MSZMP első titkára a közigazgatási határok módosítására is tett egy sikertelen kísérletet.

Úgy tűnik, hogy az akkor már egyre inkább piaci szemléletű Országos Tervhivatal és az Állami Tervbizottság nem mert nyíltan állást foglalni a bányák bezárása mellett, már csak azért sem, mert a szénbányászattal kapcsolatos gazdaságpolitikai kérdések messze túlmutattak a szénbányászat helyzetén és a rendszer gazdaság-ideológiai alapjait érintették.

A történések elemzéséből kiviláglik, hogy az OT, ill. az új mechanizmus hívei nem voltak képesek megakadályozni a Bicskei Hőerőművel és a szénbányászattal kapcsolatos határozatot, de szisztematikusan akadályozták annak végrehajtását. Szinte a határozathozatal másnapján már sorozatosan akadályokat gördítettek a megvalósítás útjába. A központi beruházások visszatartásával ismételtelen arra kényszerítették a Tatabányai Szénbányákat, hogy nem csak a bányatelepítést, de még a szükséges kutatásokat is vállalati forrásokból finanszírozzák. Amikor pedig a csatlakozó határozathozatalnál elérték, hogy a kapcsolódó vízügyi, ill. vízgazdálkodási beruházások megnevezése, felsorolása és forintosítása ne kerüljön be a határozat mellékletébe, akkor ezzel az egyszerű adminisztratív trükkel leállították a bányavíz emelésre tervezett összes vízgazdálkodási beruházásokat.

Az eredetileg jól összehangolt terv szerint a vízgazdálkodási beruházások időben és térben szorosan kapcsolódtak a bányászatiakhoz. A költségeket nem a bányászat, hanem állami keretből a vízügy fedezte volna, lévén azok egyébként is elengedhetetlenül szükséges jóléti szükségletek.

Amikor a vízügyi beruházások felsorolása a mellékletből kimaradt, az OT már nem biztosította a vízügyi keret szükséges megemelését, és nemhogy a beruházás kivitelezése, hanem azok részletes tervezése is napokon belül ellehetetlenült.

Nem született leállító határozat és mégis, a szénbányászat gazdaságos termelésének a lehetősége súlyosan sérült, a bányanyitások egyre nehezebb gazdasági körülmények közé kerültek. A vízgazdálkodási beruházások kapcsolásának, a termelt és a termelendő bányavíz értékesítésének az ellehetetlenítése utat nyitott a budapesti hévizekkel kapcsolatos katasztrófa hangulat felerősödésének, ráadásul a bányászati vízemelés ezután kizárólag a bányászat érdekeit szolgálta és a kitermelt víz jelentős része hasznosítás nélkül folyt le a vízfolyásokon.

A budapesti hévizek veszélyeztetése címen került sor a térségből kiemelhető karsztvíz-limit drasztikus csökkentésére és a limit tartalmi értelmezésének oly mértékű módosítására, ami nemhogy a bányafejlesztést, hanem a meglévőket üzemeltetését is lehetetlenné tette. A gazdasági ellehetetlenítést bányaműszaki ellehetetlenítés követte és a megnyitott bányákat tekintélyes szén- és bauxitvagyonot elveszítve be kellett zárni.

Mindez anélkül történt, hogy valaha is a termelés gazdaságtalanságát, a széntermelés csökkentését, a bányászat beszüntetését kerekperek kimondó egyértelmű határozat született volna.

Ismételten hangsúlyozom, hogy a termális karsztrendszer, a meleg karsztforrások veszélyeztetettsége a térségi-limit csökkentését önmagában nem indokolta. A karsztvízszint-süllyesztés depressziója Dorog felől juthatott el a fővároshoz, a langyos vizekhez, amit a dorogi vízemelés csökkentésével, ill. egyébként is bekövetkező csökkenésével eleve meg lehetett volna akadályozni.

Az eocén-szénbányászatot nem ütötték agyon, csak határozottan és fokozatosan megfojtották. Nehéz megítélni a közel másfél évtizedig tartó csendes agónia, csendes fojtogatás gazdasági és politikai következményeit. Az minden esetre világos, hogy egy szocialista tervgazdaság politikai vezetése semmiképpen sem vállalhatta azt, hogy a szénigények csökkenésére, a gazdaságtalan termelésre, a komplex beruházások költségeire való hivatkozással, egyértelmű határozattal leállítva a térség bányászatát, rendkívüli mértékű munkanélküliséget teremtsen egy politikailag frekvenciált térségben. Ha viszont a bányabezá-

rások hatásainak ellensúlyozására a térség más irányú ipari fejlesztése mellett döntött volna, akkor annak máig tartó következményei sem feltétlenül lettek volna előnyösek.

A világpiactól való ismert mértékű elkülönülés, az 1980-as évek végéig életben lévő embargó körülményei között nem igen lehetett volna központilag telepített, a munkanélküliséget megakadályozó nagyipart, vagy ipari centrumot létrehozni, ami a gazdasági és politikai rendszerváltást követően nem jelentett volna rendkívüli nehézségeket.

Végeredményben a szocialista tervgazdaság körülményei között a csendes fojtogatás szükséges rossz volt, mert végső fokon a térség gazdasága fokozatos kényszer alatt közeledett a rendszerváltáshoz és nem érte váratlanul az átállás szükségessége. Ugyanakkor közel másfél évtizedig a munkalehetőség csak fokozatosan csökkent és a lakosság életszínvonalának drasztikus csökkenése ez idő alatt nem következett be.

Az előző fejezetekben részletesen bemutattuk az 1976. évi ÁTB határozatot követő állami bizonytalankodást, a határozat végrehajtásában követhető bakugrásokat, amelyek a piaci helyzet felismeréséből és a politikai döntéshozatal ellentmondásaiból eredhetnek. Az 1. függelékben az 1976. után való bizonytalankodás jól felismerhető. A bányafejlesztések ellehetetlenítését okozó határozatok után a bányavállalatok még évekig kísérleteztek saját erőből, ill. egyre nagyobb veszteségek árán a termelés fenntartásával. A gazdasági rendszer bomlásának tipikus jelensége volt, hogy amikor a Lencsehegy II. üzem leállítására határozat született, ettől függetlenül az állami bányavállalat változatlanul folytatta a munkát, állami veszteséget termelve. Politikai nyomásra az Állami Fejlesztési Bank vette át a bányatelepítés finanszírozását, amit egyszer már az állami nagy beruházások sorából az OT törölt. Végül pont az a bányauzem maradt meg, annak a víztelenítéssel együtt járó termelése maradt meg, amelyik leginkább hatással volt a budapesti langyos vizek nyomásviszonyaira.

1.5.3. Kit terhel a felelősség?

Kit terhel a felelősség az eocén-szénbányászat helyzetének ilyen alakulásáért? Ki a felelős a borsodi, nógrádi gyenge minőségű szén termelő, vagy a mecseki nagy kalóriaértékű széntermelés összeomlásáért? Kit terhel a felelősség

az angol, a lengyel, a német stb. szénbányászat visszaeséséért? A fejlesztés, majd az agónia hosszabb-rövidebb időszakáért?

Maga a kérdés ilyen feltevése is hibás, sőt abszurd. Ezek a történetek szorosan illeszkedtek a nemzetközi gazdasági, technikai fejlődés menetébe. A világ szénfogyasztását, a világ szénigényét nem állami határozatok döntötték el, hanem a technika fejlődésének a menete. Az egyes országok gazdasági helyzetüknek megfelelően hamarabb vagy később illeszkedtek be a nemzetközi fejlődés menetébe, a világ gazdasági tendenciával azonban szembefordulni csak nagy veszteségek, sőt visszaesések árán volt lehetséges. Ahol a gázvezetéket lefektették, senki sem akar a nehézkesen szállítható, a kényelmetlenül felhasználható környezetszennyező széntüzelésre berendezkedni, hanem éppen fordítva, széntüzelésű rendszerét gáztüzelésűre állítja át.

Nem tekintetem feladatommak a szénigény látványos és radikális csökkenésének az elemzését. Azt azonban könnyű belátni, hogy a szénigények rohamos csökkenése mellett rendkívül nehéz a bonyolult földtani helyzetben lévő eocén-széntelepek gazdaságos kitermelése. Nem látszik semmi jel arra, hogy a gazdaság szénigényének a csökkenése közép- vagy hosszútávon megálljon, vagy visszaforduljon, sokkal inkább a szénigények további csökkenésére számíthatunk, itthon és külföldön egyaránt. *Nem látszik értelmű a gazdaságtalan bányászkodás átmentésére pénzt és energiát fordítani, ezért úgy látszik, a hazai mélybányászati széntermelés története valószínűleg a végéhez közeledik.*

A Nagygyeháza–Mány–Csordakút térségi eocén-szénkutatás és szénbányászat története 1924-től kezdődően napjainkig folytatódik. Több mint 70 év eseményeiben a résztvevők százainak és ezreinek tetteiben erényt vagy hibát keresni értelmetlen.

Történelmietlen az a kérdés, hogy mi lett volna, ha VITÁLIS I. nem tesz javaslatot a Salgó Rt. vezérének, ha CHORIN báró másképp dönt, nem tervezte meg az aknaüzemet, vagy nem adja el a bányajogot. Mi lett volna, ha 1950-ben nem kezdődik egy óvatos újranyitás? Kik javasolták, kik döntöttek, kik befolyásolták az eseményeket? Mi lett volna, ha a vízveszélyesség ellenére az első bányatelepítést aktív víztelenítéssel gyorsan elkezdik? A kérdések, a fordulópontok sokasága a szakmai történetek oldalán és sokasága az állami, valamint politikai oldalon. És mi van, ha nincs embargó, nincs hidegháború, nincs Szovjetunió, ha 56-ban kivonulnak a szovjetek?

A kérdésfeltevés ma már értelmetlen, a történetek részletes megismerése nem a bűnbak- vagy hőskeresés miatt, hanem a tapasztalatok felhasználása miatt tanulságos. Nem tagadva az egyének szerepét mégis érdemes legalább áttekinteni a Tatabányai Szénbányák, majd a Szénbányászati Tröszt vezetőinek, a kutatás-irányítás és a minisztérium vezetőinek névsorát, azokat, akiknek a szakmai döntések előkészítésében vagy magukban a döntésekben jelentős szerepük lehetett (1. függelék) és akkor még nem beszéltünk a politikai, az állami döntéshozók sokaságáról.

Kinek, milyen szerepe volt a történetekben? Mindenki tette a dolgát. Eredményesen, vagy kevésbé eredményesen képviselte intézményeit, annak akkori érdekeit, vállalatát, ágazatát és az eredmény mégis rendkívül sok hazai és nemzetközi tényező együttes hatása alatt született. Ám legtöbbször éppen az egyén szándékaitól vagy beavatkozásaitól függetlenül vagy éppen azzal ellentétesen.

2. A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG FÖLDTANI KÖRÜLMÉNYEI

ALFÖLDI LÁSZLÓ

2.1. Dunántúli-középhegység őstörténete (Aktuális szakirodalmi összefoglalás)

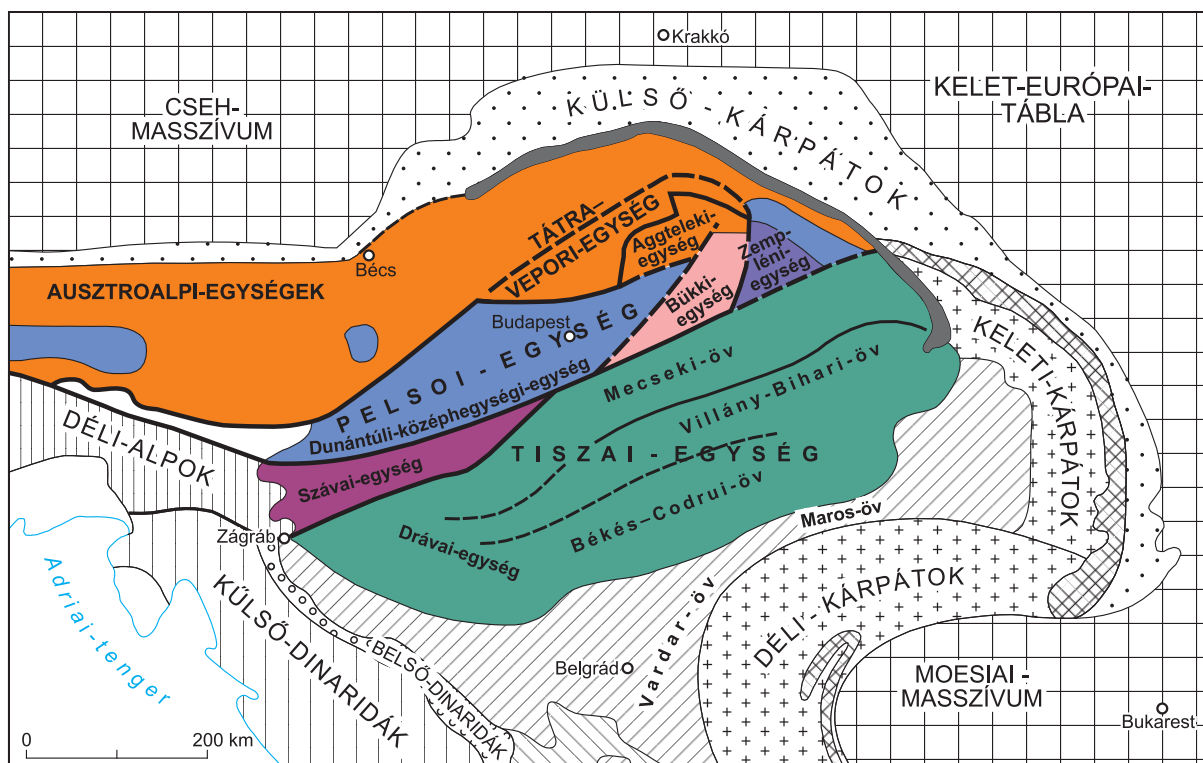
A Kárpát-medence szerkezetére vonatkozó elképzelések a lemeztektonika elterjedésével érdemben módosultak, így az új szemléletnek megfelelően az elmúlt néhány évtized alatt új nagytektonikai elemzések és elképzelések láttak napvilágot. Az őslénytani, üledékföldtani, ősföldrajzi, paleomágneses összehasonlító elemzések a közismert térségi ellentmondásokat, a lemeztektonikai mozgásokat terrénium (térseg) szemlélet alapján igyekeznek megoldani.

A Dunántúli-középhegység minden földtani vonatkozásában, az üledékképződés menetében, szerkezeti igénybevételében, tekto-

nikai elmozdulásaiban szervesen illeszkedik az európai földtani történések menetébe. A hegység fő tömegét alkotó mezozóos-képződmények és a bázisán előforduló felső-permsorozat tagjai eredeti képződési helyük és fáciesük fejlődésmenté szerint szorosan illeszkednek a Déli-Alpok É-i környezetéhez (5. ábra).

A Dunántúlon két transzverzális lineamentum közötti térség a Dunántúli-középhegység felszíni és felszín alatti része. Ezt tekintjük a földtani értelemben vett Dunántúli-középhegységnek. Az új szemléletű feldolgozások ezt a térséget a Balaton latin nevéből Pelso-terréniumnak nevezik. A terrénium a paleozoikumban a Pangea őskontinenshez tartozott.

A földtani térképek tanulsága szerint egyes azonos földtani fejlődésű terréniumok mellett őslénytanilag és üledékföldtanilag idegen terrénu-



5. ábra. A „Dunántúli-középhegységi-egység” környezetéhez viszonyított helyzete. (Magyar Tudománrtár 1. Geológiai viszonyok és talajok, szerk.: HAAS J. 2002)

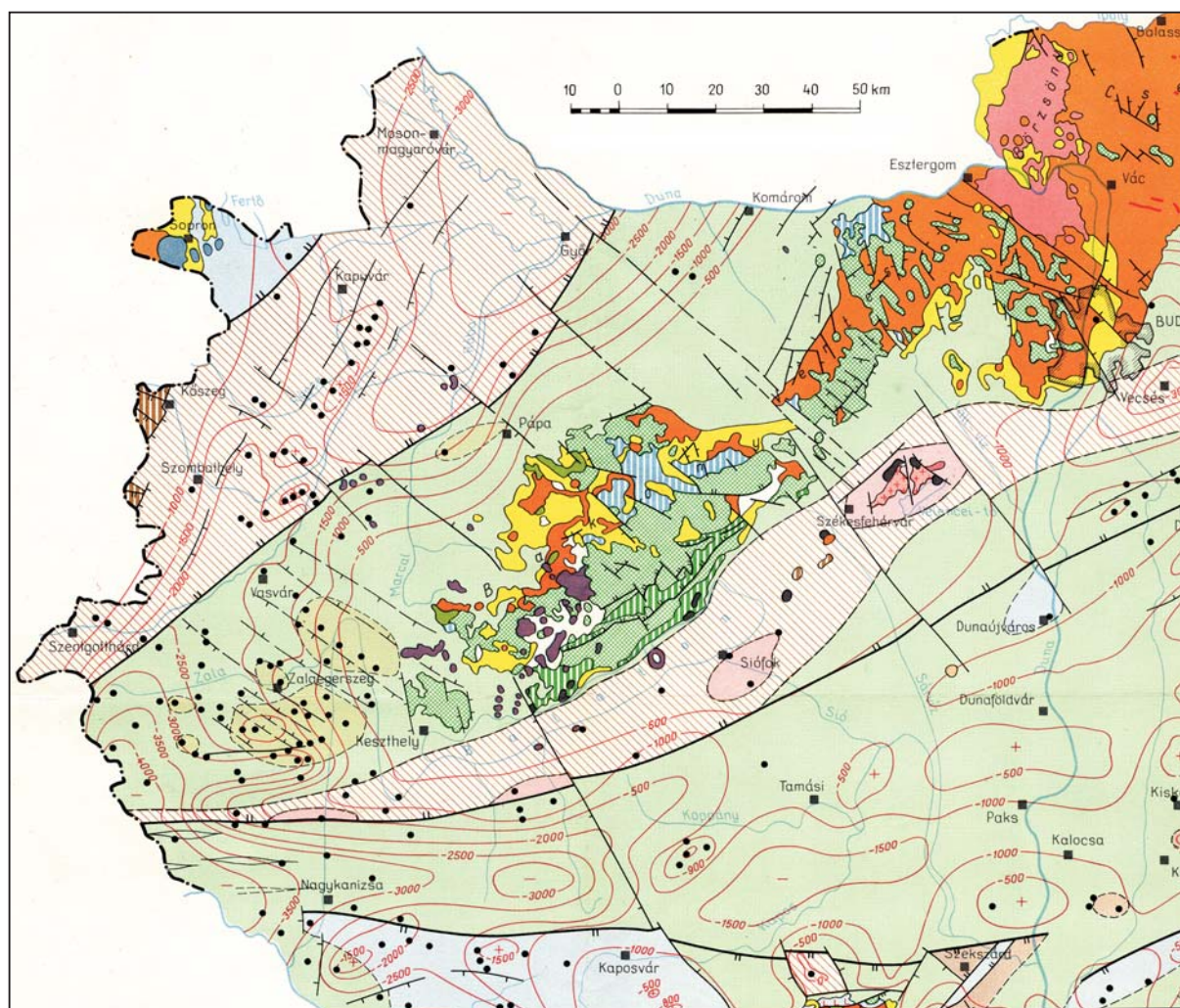
mok fekszenek. Ezt a jelenséget a helyben képződés logikája szerint már aligha lehetett megmagyarázni. A lemeztektonikai mozgások, nagytérségen való elmozdulások segítségével az ellentmondások legalábbis jelentős részben feloldhatóak.

Már a klasszikus szerkezetelemzések során felismerték azokat a fő szerkezeti öveket, – a Kárpát medence egészét átszelő lineamentumokat –, amelyek mentén a különböző fejlődésmentű térségek találkoztak, amelyeket kezdettől fogva vízszintes tektonikai elmozdulással jellemeztek (6. ábra).

Valószínűleg még a triász üledékképződés is ott történt. Az is valószínűsíthető, hogy a lineamentumok már a paleozoikum során preformálódtak. Általános az egyetértés abban is, hogy a perm-mezozoós tömeg a helyváltoztatást okozó nagy diszlokációk mentén együtt mozgott, szorosan összetartozó tektonikai egységet képezett.

Az elszakadás természetesen csak a triász után, pontosabban a mezozoikum után következhetett be. A budai térség összehasonlító elemzéseiből arra következtetnek (Fodor L. et al. 1994), hogy az elszakadás már az eocénben előrehaladt, a kréta kori, nagyjából ÉK–DNY irányú kompressziót követően, amikor is enyhe redők, esetleg feltolódások már kialakultak és a térség eredeti helyzetéből való kimozdulása elkezdődött.

Ekkor alakult ki az ősi középhegység hegyláncsorozata és kezdődött el az első nagy lepusztulási és üledékfelhalmozódási időszak, ami egyben az alapvető szerkezeti elemek kialakulásához vezetett (Fodor L. et al. 2003). A téma művelői szerint a Dunántúli-középhegység takarós nagyszerkezetét bizonyítottan tekintjük, függetlenül attól, hogy a hegység „mai” normálvetős helyzete a kréta és miocén lecsúszások miatt alakult.



6. ábra. Magyarország nagyszerkezeti térképe (részlet). BALOGH K., KÖRÖSSY L. 1966. eredeti méretarány 1: 1 000 000

A középhegységi mezozoikum alpi kapcsolatára a 19. sz.-i első utalásoktól (PETERS K.F. 1859, HOFFMAN R. 1871) napjainkig kialakult az az általános felfogás, hogy a Dunántúli-középhegység elszakadva az eredeti helyéről, a legjelentősebb diszlokációk mentén került mai helyzetébe.

Ahhoz, hogy a Dunántúli-középhegység őstörténetét követni tudjuk, és hogy az egymást követő történések időrendjét, azok elnevezését, korát egységesen alkalmazhassuk, fel kell eleveníteni, és egyidejűleg korszerűsíteni a földtörténeti ismereteinknek legalább a földtani időszámítás általánosan elfogadott és alkalmazott rendjére vonatkozó részeket.

Ennek érdekében a 7. ábrán közöljük a Magyar Tudománytár „Föld, Víz, Levegő” című első kötetében (HAAS J. et al. 2002) megjelent időszámítási táblázatot és idézünk kiemelt magyarázatából.

Mai ismereteink szerint a Föld kora 4,6 milliárd év, de az élet a Földön csak mintegy 2,5 milliárd évvel ezelőtt jelent meg. Ettől kezdve alkalmazzák az élővilág fejlődésén alapuló időtagolást. Korábbi időszakra vonatkozóan a kőzetekben lévő radioaktív elemek bomlása

alapján számított radiometrikus, abszolút számokkal kifejezett időszámítást alkalmazzuk, amelyet a könnyebb összehasonlítás céljából kiterjesztettek a földtörténet teljes idősorára is, úgy, hogy egyidejűleg az élővilág fejlődésén alapuló időtagolást is alkalmazzák.

„Így a földtörténetet ókorra (paleozoikum), középkorra (mezozoikum) és újkorra (kainozoikum) osztják. E szakaszokat olyan, a Föld élővilágát rendkívüli módon elszegényítő katasztrófák határolják, amelyek után a fejlődés gyakran új irányokba fordult.” A szaknyelven földtani időnek nevezett nagy szakaszokat a mellékelt táblázatban jelölt módon tovább tagolják.

A földtani térképeken és metszeteken a kőzetek korát általában színekkel jelölik és a táblázatban is használt II. Geológus Világkongresszus által elfogadott színelvű táblázatot ma is világszerte használják.

Az alpi-kárpáti-dinári szerkezeti mozgások elemzésével hazai és külföldi kutatók sokasága foglalkozik, számunkra azonban az a döntő jelentőségű, hogy a felsőpermtől a mezozoikum végéig, vagy ha úgy tetszik napjainkig ez a hegységtömeg egységes maradt, alkalmasint együtt mozgott és a hegység egységét megbontó nagytektonikai és szerkezeti igénybevétel nem érte.

A Dunántúli-középhegység lineamentumokkal határolt fő tömegét gyengén metamorfizálódott paleozoikumon fekvő mezozoos képződmények képviselik és a morfológiai-egység felszínét nagy területeken a felsőtriász képződmények (dolomitok és mészkövek) borítják.

A felsőtriász képződmények leírása több mint egy évszázados múltra tekint vissza. PETERS K. F. 1859-ben Tatánál ír le dachsteini mészkövet. A „földolomit” kifejezés is nagyjából ebben az időben jelenik meg először. A triász karbonátos képződmények keletkezési körülményeivel is régóta foglalkoznak. (HANTKEN M., BÖCK J., TAAGER H., VIGH Gy., VÉGHNE NEUBRAND E., ORAVECZ J., FÜLÖP J., HAAS J.). VÉGHNE NEUBRAND E. szerint a felsőtriász-karbonátos-sorozat alsó szintjeit főként kémiai üledékképződés, felfelé pedig növekvő mennyiségű biogén befolyás jellemzi.

VÉGHNE NEUBRAND E. és ORAVECZ J. (1961) a Gerecse és a Vértes rétegsorairól nyújtott leírásokban kiemelik az üledékképződés ciklikus jellegét és abban a tömegesen fellépő algák, gyakori autogén brecsák szerepét.

A ciklikusos üledékképződés és az ebből eredő kőzet-változékonyság lényegében az egész triász-sorozatra jellemző. A ciklusok váltakozása kiterjed a mészkő és dolomit váltakozására, de a kalcit- és dolomittartalom váltakozására is.

Mindezekből természetszerűleg következik, hogy a karbonátos rétegsorok hidrológiai paraméterei vertikális megoszlásban ritmikusan változnak, az egyes réteglapok és váltakozó rétegek a vertikális-folyadékáteresztő képességet érdemben befolyásolják, miközben a réteglapok kvázi-horizontális vagy laterális szivárgási pályákat is képezhetnek.

Eonotéma (Eon)		Eraterna (Idő)	Rendszer és alrendszer (időszak, alidőszak)		Sorozat kor	Radio-metrikus kor Milliő év
Fanerozoikum		Újkor (Kainozoikum)	Negyedidőszak		Holocén	1,6
			Harmad-időszak	Neogén	Pliocén	
					Miocén	23
				Oligocén		
				Eocén		
		Paleogén	Paleogén	65		
		Középkor (Mezozoikum)	Kréta		Felső Középső	146
			Jura		Felső Középső Alsó	208
			Triász		Felső Középső Alsó	245
			Ópkor (Paleozoikum)	Perm		Felső Alsó
		Karbon		Felső Alsó	362	
		Devon		Felső Középső Alsó	408	
		Szilur			439	
		Ordovicium		Felső Középső Alsó	510	
		Kambrium			570	
Prekambrium	Protero-zoikum				2500	
	Archaikum					

7. ábra. Földtani időszámítási táblázat. (Magyar Tudománytár 1. Geológiai viszonyok és talajok, szerk.: HAAS J. 2002)

Jelenlegi ismereteinket a 8. ábra foglalja össze.

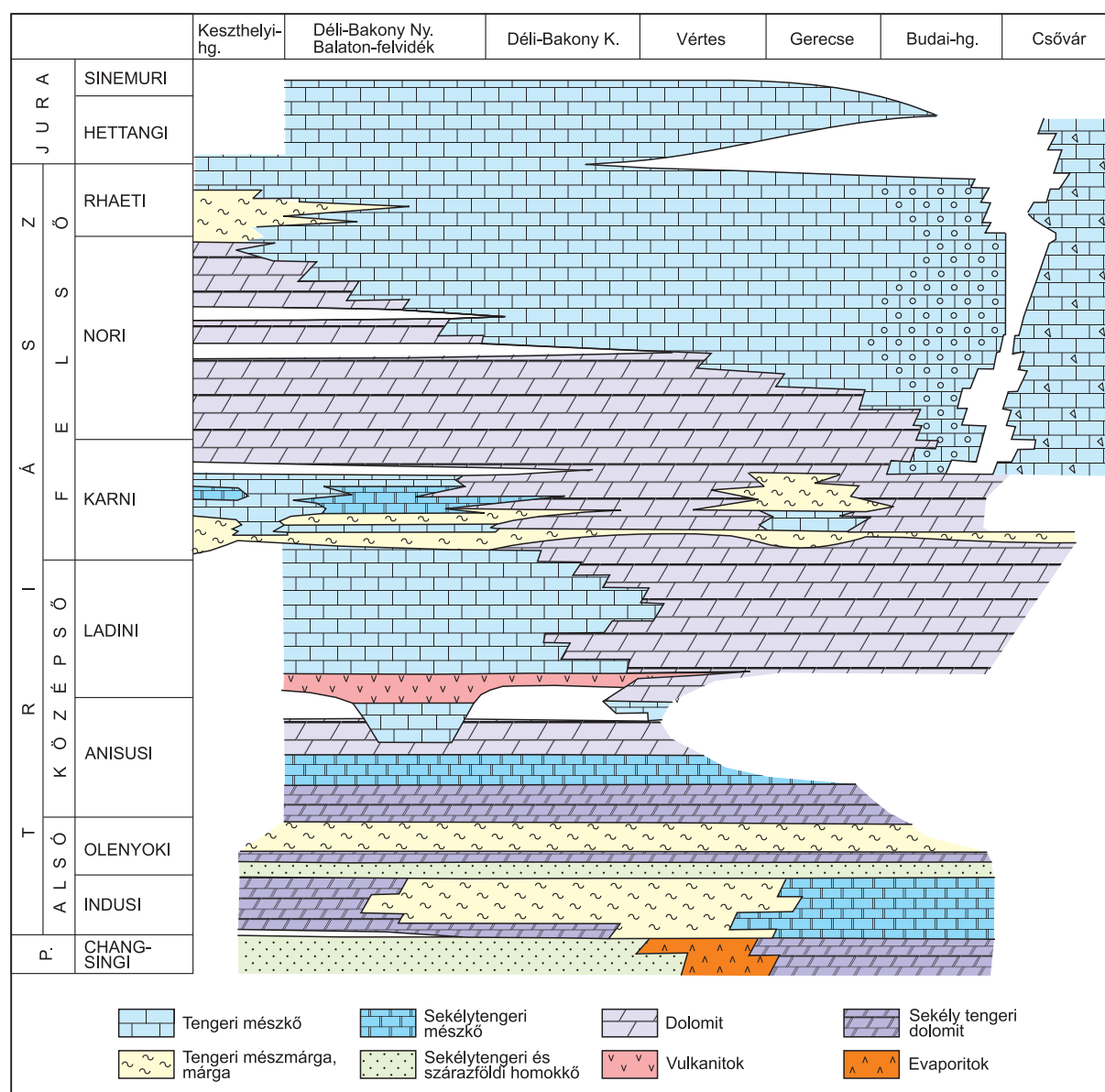
Az ábra világosan mutatja, hogy a Középhegység teljes egészében a karbonátos sorozatok összefüggése kis térségekre vonatkozóan változékony, anélkül azonban, hogy a térségi összefüggések megszakadnának. Azok térségi elhelyezkedése, a hegység egészére kiterjedő összefüggő, dinamikus kapcsolatban lévő víztároló rendszer kialakulásának feltételeit biztosítja.

A víztároló rendszer a Velencei-hegységtől É felé az idősebb paleozoikum vízzáró képződményeire települő lagunáris szuperhalin perm képződményeire is kiterjeszthető. A 200–300 m-es vertikális elmozdulások mentén a

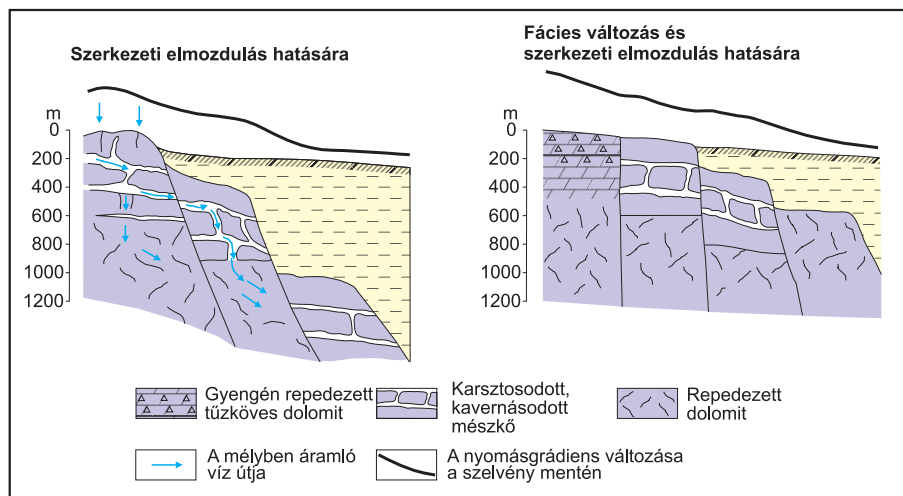
lagunáris-perm kapcsolatba kerülhet (és Budai-hegység D-i peremén kapcsolatba is kerül) a triász tagokkal.

A DNy-i szárnyon szögdiszkordanciával, üledékhézaggal települ az alsótriász a permre, nehezen megvonható határral. A triász felé való átmenetet lemezes, homokos, meszes-márga, csillámos-homokkő, zöldesszürke, homokos, meszes aleurit, bitumenes dolomitos mészkő és márga váltakozó rétegei képviselik 50–80 m vastagságban. Az alsótriászt kitöltő, uralkodóan lemezes, márgás sorozat repedezett állapotában is vízrekesztőnek tekinthető.

A hegység lepusztulási felszínét és egyben a bányászat szempontjából legfontosabb



8. ábra. A karbonátos sorozatok elterjedése a Dunántúli-középhegység alaphegységében (HAAS J. et al. 2002.)



9. ábra. Többszakaszos lepusztulásig jutott kőzettömeg elmozdulása során létrejövő kapcsolatrendszerek kialakulásának lehetősége

vízvezető rendszer vázszerkezetét túlsúlyban a felső triász karbonátos sorozat képviseli. A felső triázon belül különösen jelentős a nóri fődolomit, amely a Zalai-medencétől a Budai-hegységig közel azonos, 1000 m vastagságot is elérő, többé-kevésbé összefüggő rendszert alkot. A Keszthelyi-hegységtől a Budai-hegységig széles elterjedésben található fődolomit, a középhegységi triász legnagyobb felszíni elterjedésű és legvastagabb képződménye.

A fődolomitra települő dachsteini típusú nóri, raeti mészkő jól karsztosodott, tipikus karsztrendszeret tartalmaz. Az Iszka-hegyen, az Északi-Bakonyban és a Vértesben a dachstein mészkő képződése már a nóri végén megindul, ill. átmeneti rétegekkel települ a fődolomittal. Az átmeneti meszes dolomitos, dolomitos mészkő rétegcsoport ÉK felé haladva egyre mélyebb rétegtani helyzetbe kerül. A Pilisben és a Budai-hegységben ORAVECZ szerint már az egész nóri emeletet kitölti és a raetiben már teljes kiemelkedés is lehetséges.

Hidrogeológiai szempontból meghatározó jelentőségű, hogy a két kb. 1000–1000 m vastag dolomit sorozatot, vagyis a ladini diploporás dolomitot és a nóri fődolomitot kb. 500–600 m vastag karni sorozat választja el egymástól, amelynek meghatározó képződménye a karni márgacsoport. Ennek vastagsága a hegység különböző részeiben eltérő, de a néhány száz méter vastagságot mindent elérő középsűrű márgasorozat, amelyet viszonylag vékonyabb mészkő és dolomit rétegek, lencsék tagolnak.

Ez a márgasorozat a Vértesben, a Gerecsében, a Budai- és a Pilis-hegységben kevésbé karakteres kifejlődésű, általában a bakonyinál kisebb vastagságban és meszesebb kifejlődésben fordul elő. Ebben a térségben a karni sekély tengeri kőzetfélések rendkívül változatosak és a tűzköves, kovás dolomitok alkalmasint a márga sorozatnál is jobb vízrekesztők lehetnek.

Eredeti kifejlődésében a triász sorozat hidrogeológiailag kétszintes vázszerkezetet al-

kotott és a litofációk változékonysága a szinteken belül különböző orientáltságú kényszerpályákat alakított ki.

A szerkezeti igénybevétel hatására létrejövő vertikális elmozdulások a kényszerpályákat megtörték, és a nagyobb (néhány száz méteres) elmozdulások mentén az egyes szintek is kapcsolatba kerülhettek egymással. A hegység sok tízmillió éves ismételt

lepusztulása a rendszert tovább bonyolította, mert az erősebb lepusztulást szenvedett térségekben csak a ladini mélyebb szint vázszerkezete és a perm maradt meg. Ezzel szemben a kevésbé lepusztult térségekben mindkét szint, sőt tipikus karsztos vázszerkezet is jelen van. A többszakaszos szerkezeti igénybevétel és a velejáró elmozdulások tovább bonyolították a képet, mert azonos lepusztulásig jutott kőzettömeg elmozdulása során egyetlen szerkezeti lépcsősorozat mentén különböző kapcsolatok alakulhattak ki (9. ábra).

2.1.1. Ösföldrajzi áttekintés

Az alaphegységi konszolidált kőzetek víz-, ill. folyadéktároló képességét döntően tektonikai igénybevétel során létrejött kőzetszerkezeti változások alakították ki. A tektonikai igénybevétel hatására létrejövő töredezettség elsődleges preformációt képez a vízmozgás, szivárgás, törésses övekben való vízáramlás útján való kőzetoldódás számára.

A Dunántúli-középhegység fő tömegét alkotó karbonátos-mezozóos kőzettömeg hegyszerszerkezeti igénybevétele, annak jellege, mértéke egyes kőzettípusoknál igen nagy eltéréseket mutat, azon kívül az egyes kőzetfáciesek különböző mértékben reagálnak az igénybevételre és az azt követő oldó hatásokra is.

A kőzetek képződése óta eltelt százmillió évek során felszíni változások és tektonikai igénybevétel sokasága követte egymást.

Miközben a kőzettömeg hol felszínre került és erodálódott, hol pedig a tenger transzgressziója borította be üledékekkel, miközben egyre mélyebbre nagyobb hőmérséklet és nyomás alá is került, majd tíz millió évek elteltével esetleg újra felszínre emelkedett.

Az eredetileg teljes kifejlődésében átlag 3000–3500 m vastagságúra becsülhető karbonátos kőzettömeg vízvezető és víztározó képességének a kialakulásában elsőrendű fontosságúak a kompressziós igénybevételt követő vertikális elmozdulások, a kőzet fáciesek folytonosságának mechanikai megszakítása, a szárazra kerüléssel együtt járó erózió, kartszkorrozió.

A terrénium kiterjedt üledékmezőjének blokkosodása a Budai-hegységben feltehetően már a triászban megkezdődött. WEIN Gy. (1974) szerint az alsókarni bitumenes dolomit, dolomitos-mészkö, tűzköves mészkő és a mintegy 150 m vastag „raibli” rétegek után különböző kifejlődésű fáciesövek következnek, amelyek egymás mellett, egyidejűleg a medencefenék különböző sebességű süllyedése nyomán képződhetnek. Az egymás mellett kifejlődő, eltérő tengelymélységre utaló különböző fáciesek a felsőtriász tenger egykori csapásirányával párhuzamosan kialakult szinszedimenter-törésvonalakra utalnak (10. ábra).

Az Északi-Bakony területén a felsőtriász végi rendszeres szintváltozások során egyes területek szárazra kerülhettek, majd sekély tengerrel borítottak be (HAAS J. 1995). *A korábbi feltételezésekkel szemben a triász-jura határ nem folyamatos rétegsoron belül valósul meg. A határnál eróziós felszín figyelhető meg, de a szárazra kerülésre utaló tipikus jelek nem látszanak.* Hasonló jelenségeket lehetett megfigyelni a hegység ÉK-i szárnyánál a Tatai-rögön.

A triász végi kiemelkedést a Gerecsében és a Tatai-rögön a triász és a jura képződmények közötti üledékhézag és hasadékképződés jelzi, tipikus szárazföldi képződményeket azonban ebből az időszakból itt sem ismerünk.

A Pilisben a Kétágú-nyereg törmelékében szinte a teljes tengeri jura kifejlődés maradványai megtalálhatók voltak (ALFÖLDI L., 1951). Egyedül a Budai-hegységben nem találhatók sem a jura, sem a kréta időszak maradványai, még harmadidőszaki alapkonglomerátumokban sem. Nem kizárt, hogy a Budai-hegység területe a triász végi általános kiemelkedést követően csak az eocén elején került újra tenger alá.

Az első jelentős üledékhézag az alsókrétában alakult ki, a Zirci-medence és a Gerecse területe között. A kiemelt helyzetű vonulatot az

egykori szárazföld két oldalán fellelhető kréta képződmények teljesen eltérő litofációs és paleontológiai jellege rajzolja ki. *A mintegy tízenöt millió éves szárazföldi lepusztulás elsősorban a jura képződményeket érte, ezért térségi intenzív karsztosodással az időszakban nem számolhatunk.* Lokális karsztfolyamatok azonban felléphettek, a szerkezeti törések szaporodása és a fokozódó blokkosodás egyre mélyebben hatoló vízvezető övezetei mentén.

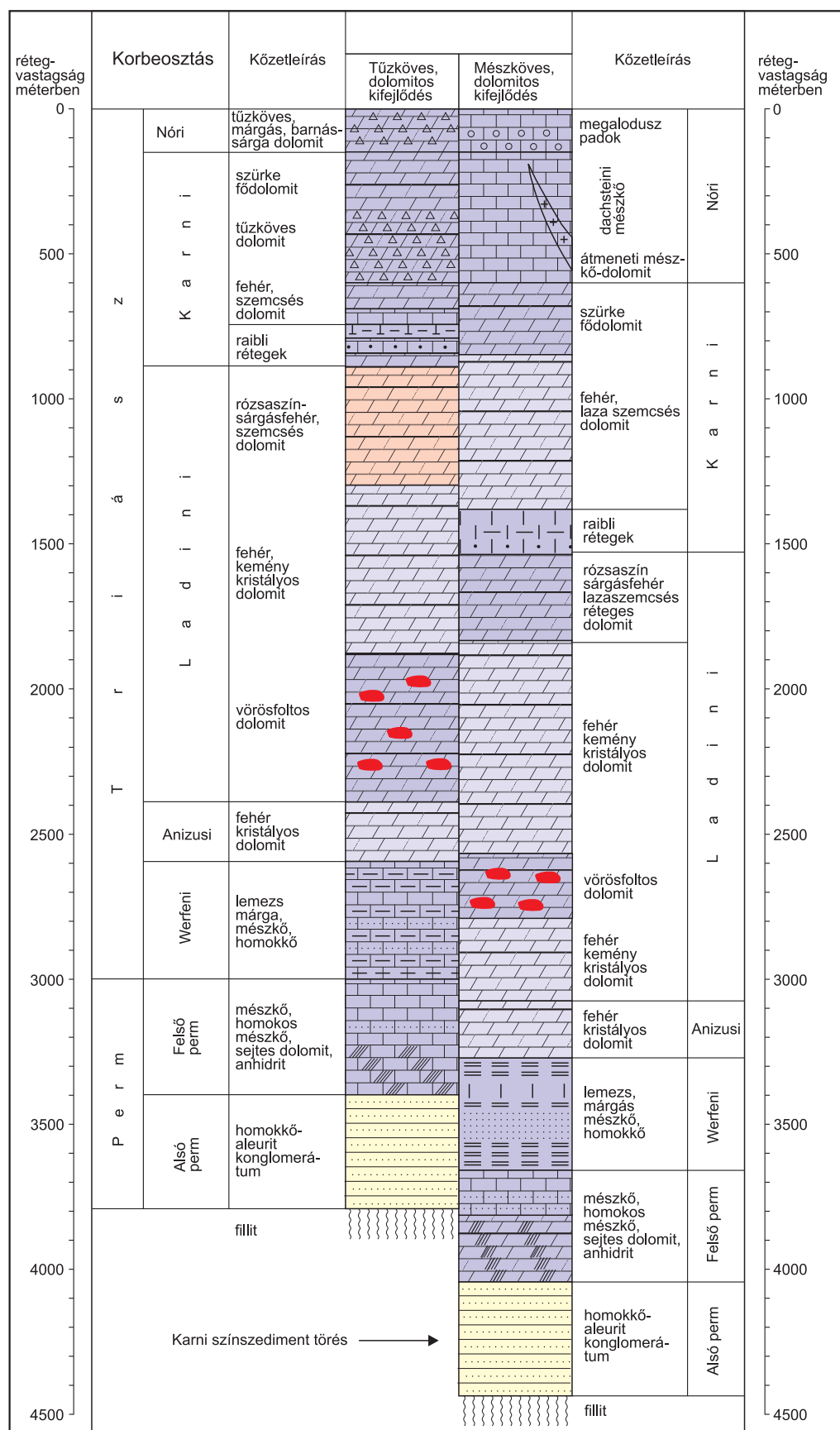
A több ciklusban jelentkező intenzív szerkezeti mozgások, a blokkosodás nyomán végbemenő lepusztulás már a felsőkréta előtt nagy területeken felszínre hozta a triász karbonátos kőzeteket és a felsőkréta már lepusztulással érintett triász blokkokra települt, amit a tipikusan szárazföldi bauxitok gyakori előfordulása is jelez.

A nagy vastagságú triász üledéksor fel-darabolódása szinszedimenter törésekkel egyes területeken már a felsőtriászban elkezdődött, a jurában általánossá vált, a krétában a térség egészére jellemző volt és kompressziós igénybevétel nélkül is létrehozta a felszín alatti víz-áramlás számára kedvező töredezett, fellazult övezeteket. *Minden valószínűség szerint a felsőkrétában uralkodóvá váló tipikus karsztosodás mellett töréses-öv-menti felszín alatti oldódás, a jurában esetleg tengerfenék alatti vízmozgás és oldódás is bekövetkezett.*

Mindezekből az is következik, hogy mire a Pelso-terrénum a Pangeától való intenzív elszakadása és jelenlegi helyére való vándorlása bekövetkezett, akkorra a terrénium első nagy karsztosodása, blokkosodási, töredezettségi időszaka lezárult és a kialakult vízvezető zónák, karsztosodott övezetek már akkor több egymást követő fejlődési időszakon estek át. A preformációk, a mélytörések, a vertikális vízvezető övezetek ismételten megújultak, ezért az eredeti ősi vízvezető-övezetek, mélybeli oldódási zónák, karsztosodott térségek feltárására, megismerésére nem igen van lehetőségünk.

A középsőtriásztól a kréta végéig 8–10 olyan szárazulati vagy pontosabban üledékhiányos időszak ismeretes, amikor a karsztosodás néven összefoglalt, széndioxidos vagy más típusú kőzetoldódás számos lehetősége kínálkozott, a szinszedimenter-törésektől kezdve a tektonikus elmozdulások övezete ismételten megújult, általában elfedve az eredeti jellegeket.

BÁRDOSY Gy. (1944) összefoglaló tanulmányokban külföldi szerzőkre hivatkozva felhívja a figyelmet



10. ábra. Színszedimentter törés kialakulásának lehetősége (WEIN Gy. 1947)

arra, hogy a középsőkréta intenzív bauxitosodási folyamatában a nedves és meleg klímaviszonyok mellett, a légkör nagy oxigéntartalma és az üvegházhatást létrehozó, vulkáni kitörésekből származó nagy széndioxid tartalom is szerepet játszott. Az azt követő általános hőmérsékletcsökkenés és az oxigén valamint a széndioxid tartalom csökkenése a felsőkrétában, az eocén és oligocén időszakban a bauxit formációk képződésének csökkenéséhez vezetett az egész földtekén.

A légkör nagy széndioxid tartalma következtében a csapadékvíz és a talaj, végső soron a leszivárgó víz széndioxid tartalma a mostaninál lényegesen nagyobb lehetett, ez eleve nagyobb karbonát-oldóképességet jelentett, ami a csapadékos klímaviszonyok mellett a terület földtörténetének legintenzívebb karsztosodási időszakát hozta létre.

A légköri és felszín alatti széndioxid forgalomról nincs elégséges információnk. A szénhidrogén kutatás eredményei azonban azt mutatják, hogy a neogén vulkanizmushoz széndioxid felhalmozódások járulnak (Budafa, Inke, Iharosberény, Vész, Herenye) (BARDÓCZ B. 1973).

Az intenzívvé váló alpi mozgások időszaka a paleogén kezdetekor egy blokkosodott, lepusztult tönkfelszín talált, amikor is a mai morfológiai egység a kompressziós igénybevétel hatására preformálódott, az egykori blokkoknak megfelelően emelkedésnek indult. Az emelkedő blokkok közötti térségek, a hegyközi medencék, a morfológiai változás következtében előbb karsztlápokká, majd a fokozatosan előretörő tenger lagunáivá váltak, végül is tenger alá kerültek.

A térszíni különbségek viszonylag gyors kiemelkedését jól jellemzik a helyenként 100 méter vastagságot is meghaladó hegylábi dolomit-törmelék lerakódások.

Valószínű, hogy a karsztosodás az eocén szénképződés idején sem szünetelt, hanem csökkenő mértékben folyt, a mezozóos karsztjáratok, áramlási övezetek tovább tágultak. Ez is magyarázata annak, hogy az eocén szénmedencékben az évmilliókkal ezelőtt elfedett triász karbonátos alaphegység vízvezető képessége eléri, vagy meghaladja azoknak a térségeket, amelyek a kréta vége óta mind a mai napig felszínen vannak.

A krétabeli hegységképződések mozgása során szárazulatként, őshegységként kialakult mezozóos tönkfelszín peremein és abba benyúló öblözeteiben a paleogén szárazföldi, majd transzgredáló partközeli képződményekkel újul meg az üledékképződés. Elterjedését és kiterjedését a már megelőzően kialakult térszín határozza meg és a tenger öblökbe, kisebb-nagyobb medencékbe hatol be. A térszín alakulásához igazodó édesvízi mocsarakban, karsztlá-

pokban, laguna-mocsarakban a tengertől való távolság függvényében szenes-agyag, szén, édesvízi mészkő vagy éppen csökkent sósvízű üledékek képződtek.

A Dunántúli-középhegység területén három eocén kori transzgresszió (tenger előre nyomulása) ismerhető fel (BÁLDINÉ 2003). Az első tengerelőntés üledékei a DNy-i Bakony területén a középsőeocén legelejéről ismertek.

A tengerelőntés második hulláma, a teljes középhegység területén jelentős üledék felhalmozódást okozott az ÉK-i Bakony és az ÉK-i Dunántúl területén, ami jelentős kőszénképződéshez vezetett. Az eocén végén a Dunántúli-középhegység területének nagyobb részéről visszahúzódott a tenger és erős lepusztulás kezdődött.

Az eocén képződmények megjelenése szorosan kapcsolódik az együttmozgó Pelso- és Bükki-Terrénhoz. Azon belül pedig az őshegység gerincvonalára szárazulat maradt.

Az eocén-medencék környezetében általában a lepusztulási időszak hosszú volt és az üledékképződés csak a felsőoligocénben kezdődött, ami az újraébredő blokkosodás által megemelt helyzetű eocén széntelepek teljes lepusztulásához is vezetett, különösen Dorog és Tatabánya térségében. Az eocén végi és az oligocén eleji lepusztulást *oligocén-denudáció* néven szokás összefoglalni.

VADÁSZ E. (1960) hívta fel a figyelmet arra, hogy amíg az eocénben az édesvízi mészkőképződés jelentős, elterjedt, addig az oligocénben a mészkőképződés szinte teljesen hiányzik. Szerinte a mészkő kimaradása az oligocén tenger hidegebb vizével és általános éghajlatváltozással függ össze. Az eocén mészkövek jó vízvezetők és az esetek többségében a mezozóos tározókkal tektonikai mozgások következtében hidrodinamikus kapcsolatba kerültek. Ezzel szemben az oligocén víztartó homokok az esetek többségében nagy nátriumklorid tartalmú foszilis vizeket tartalmaznak és a karsztrendszerrel elkülönülnek.

Az oligocén végén újabb regresszió következett be, nem egyszerre és az EK-i egység egyes területein csak feltöltődéses üledékfelhalmozással alakult.

Az eocéntól kezdődően az üledékképződés határai (partszegélyek) rekonstruálhatók. Az oligocén üledékek már a medenceüledékek felé is mutatnak kapcsolódást, a miocéntól kezdve pedig az üledékképződés messze túlterjed a térszín határain, ami minden bizonnyal arra utal, hogy a térszín horizontális elmozdulása befejeződött, így az azt követő tektonikai igénybevétel önálló lemezt tektonikai mozgásokkal nemigen hozható kapcsolatba.

A térség fejlődéstörténetében a szárazra kerülések és tengerelőntések, transzgressziók és regressziók, lepusztulások és újabb üledék-képződési ciklusok sokasága ismerhető fel. Az egész térséget illetően aligha lehet a történéseket úgy rekonstruálni, hogy pontosan meg lehessen mondani, vajon az adott lepusztulás mikor, milyen üledékeket és milyen mértékben érte. Az azonban bizonyos, hogy az őshegység gyökeréig lepusztult gerincvonulata a triász végétől napjainkig felszínen volt.

Az egykori őshegység elhelyezkedését elég jó közelítéssel ismerjük. A mezozóos és annak bázisát képező paleozóos képződmények mai elhelyezkedése támpontul szolgál az egykori ősföldrajzi jelenségek rekonstruálásához.

A mezozóos tározóink vastagsága jelenlegi megjelenésben tektonikai és lepusztulási hatások következtében tág határok között változik.

Első rátekintésre felismerhető egy féloldalas felépítés, amit tekinthetünk fél antiklinálisnak (a Bakony térségében szinklinóriumnak), lényege azonban az, hogy a hegység K felé a Sármelléktől a Budai-hegység D-i letöréséig a felszínen, vagy fiatal képződményekkel fedve felsőperm partszegélyi és tengeri üledékei találhatóak, amelyek a hegység tektonikai bázisát alkotó magmás és metamorf képződményeken fekszenek (11. ábra).

A hegység tektonikájával, szerkezetével foglalkozó szerzők ismételten felhívták a figyel-

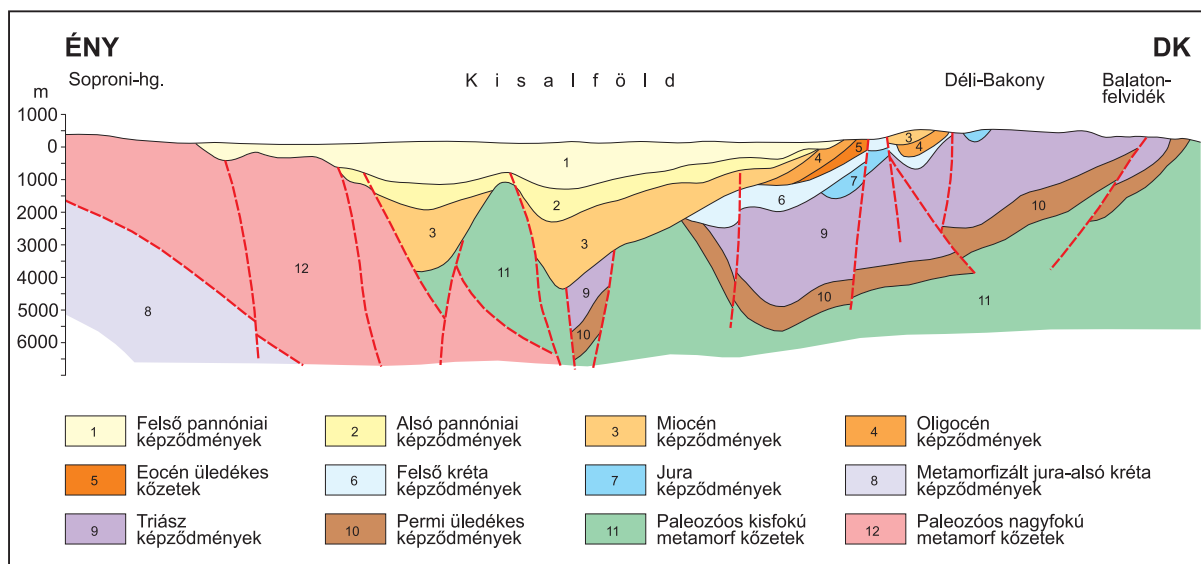
met arra, hogy az első rátekintésre rögszerkezetet mutató triász, ill. mezozóos hegységtömegben térrövidülés, hajlításos igénybevétel és rátolódás jelei ismerhetők fel (12. ábra). Valószínűsítették, hogy a felsőkréta előtti alaphegységet igen nagy excentrikus tangencionális erőhatás érte, aminek következtében az egyes mezozóos karbonátos kőzet-tömegek akár pikkelyesen is egymásra tolódhattak. WEIN Gy. (1969) 50%-os térrövidülést sem tart kizártnak a Budai-hegység területén.

A felszíni kibúvásokban és a mezozóos képződményekben mélyen behatoló szerkezetkutató fúrásokban 30–70°-os döléseket mértek, ami a kompresszív eredetű rétegtorlódás kétségtelen bizonyítéka.

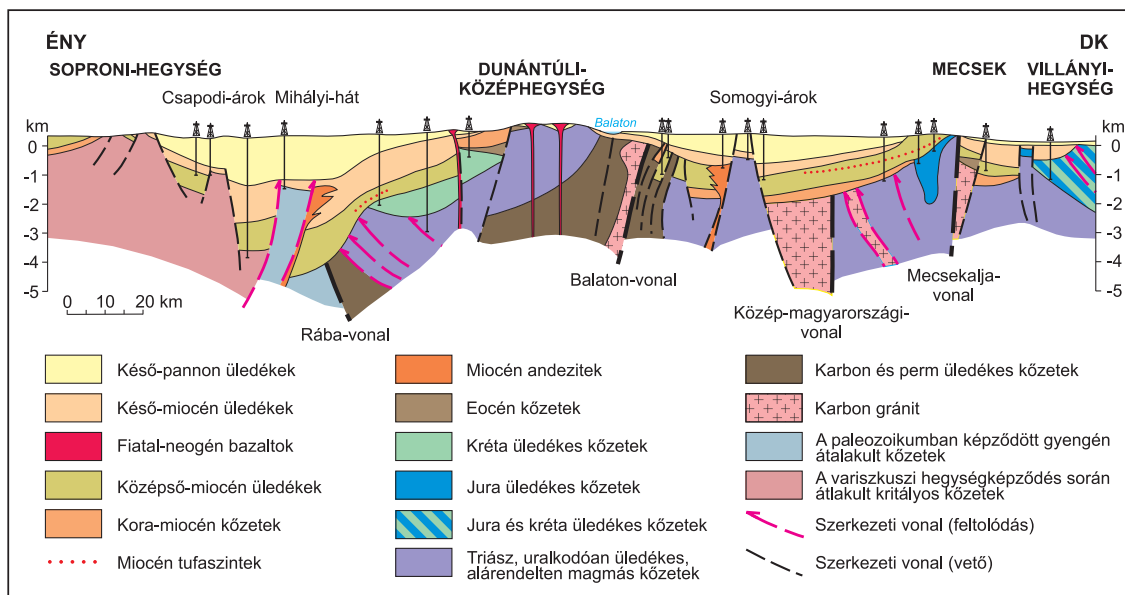
A budaörsi fúrásban a felső szakaszon 60°-os dölést mértek, a vulkanit alatt (800 és 1200 m között) 40–45° volt mérhető. Hasonló döléseket a morfológiai és a földtani hegység területén lemélyített szerkezetkutató fúrásokban is mértek. A Vértesben és a Gerecsében a hegység átlagánál kisebb térrövidülés és kvázi vízszintes elmozdulás tapasztalható.

A kompresszió 50% térrövidülést is okozhatott, pikkelyes rátolódások vagy áttolódások nélkül is. WEIN Gy. szerint az excentrikus erőhatás következtében egyes pászták tengelye eltolódott és a csapásra merőleges nyírási, transzkurrens törések keletkeztek.

Ma a középhegység morfológiáját ÉÉNy–DDK irányú fő szerkezeti övek, regionális törések határozzák meg és az ilyen törések hosszú pásztában tagolják az egész hegységvonulatot. Az erre merőleges törésrendszer kisebb jelentőségű, kevésbé alkot regionális öveket, és



11. ábra. Jól felismerhető feltolódás a Déli-Bakony és Balaton-felvidék szelvényvonalában. HAAS J. után a Magyar Állami Földtani Intézet földtani szelvények sorozatából, 1988.



12. ábra. A rögszerkezetet mutató triász, ill. mezozoós hegység tömegben térrövidülés, hajlításos igénybevétel, torlódás jelei ismerhetők fel. MÁFI szelvények sorozatából 1988.

nem metszi a földtani határait alkotó regionális töréseket (lineamentumokat).

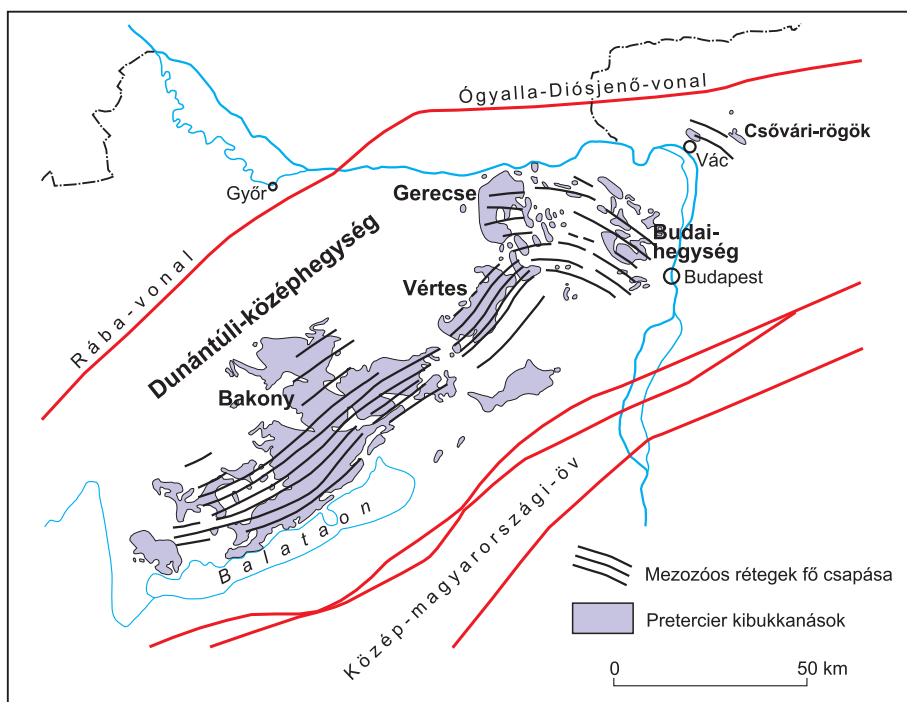
A Buda-pilisi egységre ezzel szemben közel NyK-i csapás jellemző, ami WEIN Gy. szerint legalább 90°-os csapáselmozdulást, a hegység rész több kilométeres távon való rotációs elmozdulását jelenthette, mert szerinte a Buda-pilisi egység tömege eredetileg a Vértes-Gerecse csapás meghosszabbításában lehetett (13. ábra).

A WEIN Gy. által jelzett csapáselfordulás a morfológiában azzal észlelhető, hogy a hegység vonulata tektonikailag rendkívül erőteljes igénybevétel mellett megtörik, a fő szerkezeti törések ÉNy-DK irányultságúak és a középhegységi fáciesű triász képződmények jelenléte a felszín alatt kb. Hatvan térségéig valószínűsíthetőek.

A Balaton-velencei egység vonalában jól követhető paleozoós bázisképződmények a

Buda-pilisi egység és a Gerecse közötti medenceregiónban már nem található a felszínen, mert a triász sorozat alá buknak és a Budai-hegységet D-ről övező letörés vonulatától É-ra már csak triász képződményekkel fedve fordulhatnak elő.

Minden bizonnyal ennek a különleges helyzetnek is szerepe van abban, hogy a Dunántúli-kö-



13. ábra. A Budai-hegység fő tömegében felismerhető csapás elfordulás. FODOR F. et al. 2003.

zéphegység egész területén magas hőmérsékletű tipikus termálvizek csak a Budai-hegység szegélyén fordulnak elő, és a hegység D-i előterében 100–125°C-os vizek már 1000–1500 m mélységben fellelhetők. A Dunántúli-középhegység teljes területén, vagy annak elfedett vonulataiban hasonló hőmérsékletű vizek sehol sem fordulnak elő.

A csapáselfordulás nem feltétlen rotációs mozgás következménye, hanem a triász-kréta őshegység morfológiájából, a bázisképződmények kaptafaszerű szerepéből is jól levezethető. A mai hegység vonulatából DNy-ról K felé a hegység K-i oldalát szegélyező perm hegységmag csak a Budai-hegység D-i oldalán bukik a triász sorozat alá.

Az őshegység a Velencei-hegység gránitjainak és a környezet gyengén metamorfizált paláinak a felszínre kerülésével kirajzolja az egykori gerincvonulatot. A gerincvonulat mindkét oldalát az ÉNy-i és a DNy-i szárnyon perm és alsótriász képződmények övezik, a DK-i szárnyon a középső- és felsőtriász sorozat tagjai hiányoznak, lepusztultak.

Ezen hosszú vonulat mentén az eredeti kifejlődésében több mint 3000 m vastag karbonátos sorozat teljes egészében lepusztult, ami egyrészt az bizonyítja, hogy az őshegység vagy lassan hosszasan emelkedő középhegység jellegű, vagy gyorsan kiemelkedett, majd lepusztult magashegység vonulat kellett hogy legyen.

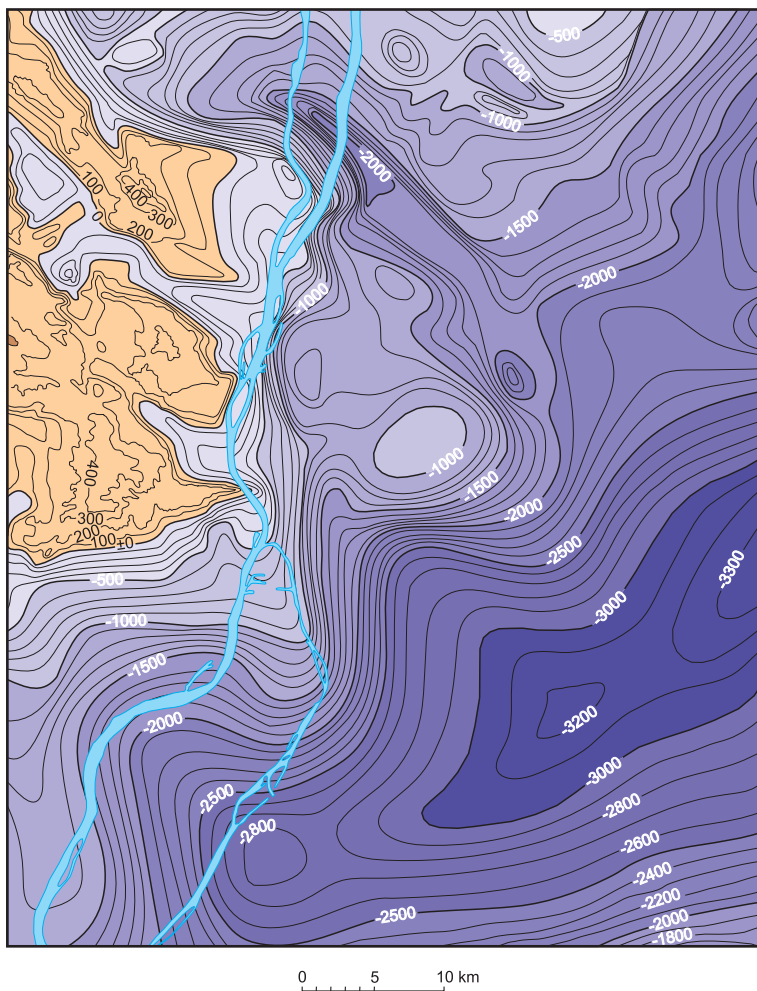
Az egykori fokozatos magasságcsökkenést a Budai-hegység D-DNy-i előterében és a Zsámbéki-medencében fellelhető ladini képződmények vezetnek be. A karni képződmények jelenléte már egyértelműen csökkenő lepusztulást jelez.

A perm-triász képződmények elterjedése, a Budai-hegység helyzete a tektonikai elemzőknek sok gondot okozott és a nagyszerkezeti vázlatok általában Budapest környezetében elbizonytalanodnak. A Balaton-vonal és a „közép-magyar megatektonikai” vonal helyzete bizonytalanává válik.

Valószínűbbnek tűnik, hogy a megatektonikai vonalat a térségben az Alsónémedi-Üllő vonalában kirajzolódó 3500 m-es mélysüllyedék, vagy annak D-i, a bugyi-i szerkezettel jelzett határvonala jelöli ki. A

mélysüllyedékben a perm-triász képződményeket valószínűsíteniünk kell, egyrészt azért, mert a bugyi-i fúrásban harántolt kainozoós konglomerátumban perm kavicsokat találtak, másrészt azért mert a tököli és diósdói fúrásokban feltárt 100 °C-nál nagyobb hőmérsékletű vizek geotermikus számítások alapján legalább 3500–4000 m mélységekből származnak, és onnan áramlanak fel a budai forrásvonal felé. Márpedig ilyen mélységben lévő alaphegységi képződmények (karbonátos tározók) a környéken kizárólag ebben a süllyedékben fordulnak elő (14. ábra).

A DNy-ÉK csapású őshegység vízválasztó vonulatot kellett, hogy alkosson, amelynek gerincétől egyfelől DK, másfelől ÉNy irányba kellett, hogy legyenek az erózióbázisok, ill. ott azok fellelhetők. Az őshegység paleozoos vonulata a Balaton-velencei egység vonulatában, a felszínen jól követhető. A gyökeréig lepusztult röghegység regionális felszíni vízválasztó szerepét többé-kevésbé



14. ábra. Az alaphegység tengerszínhez viszonyított elhelyezkedése Budapest környezetében, az Alsónémedi-Üllő vonalában kirajzolódó 3500 m-es mélysüllyedék (ALFÖLDI L. 1965)

elvesztette, felszín alatti vízvásztóként azonban ma is rendkívül határozott vonulat. A Budai-hegység D-i letörésénél ez a felszín alatti vízvásztó szerepe is megtörik, mert hiszen a hegység-magot vastag mezozoos karbonátok fedik (15. ábra).

A kibúvások és a fúrásokban feltárt anhidrites képződmények (tabajdi, diósdí, alcsútdobozi fúrás) szerkezete, megjelenése áttolódásra utaló igénybevétel nem mutat. Teljesen valószínűtlennek tűnik, hogy az egyébként tektonikailag közismerten mobilis anhidritek és alsótriász márgák eredeti fácies (réteg) helyzetüket megtartva, az átlagosnál nagyobb töredezettség és közszerkezeti torzulás nélkül, a Buda-pilisi egység rotációs elfordulásának bázisául, csúszó felületéül szolgálhattak volna.

A szerkezeti helyzetből következően a Buda-pilisi hegység és a Ny-i oldalán lévő medenceövezet, ill. a kapcsolódó Vértes-gerecsei vonulat különleges hidrogeológiai helyzetbe került, mert a hegység K-i oldalát nem zárja le felszín alatti vízrekesztő sorozat. Nem pusztult le és nem hiányoznak a triász karbonátos sorozatok, hanem a peremén, ill. az Alföld szegélyén mélymedencék aljzatát alkotva – 1000-tól–3000 m tengerszint feletti magasságban akár – 5000–6000 m mélységig lehúzódhatnak.

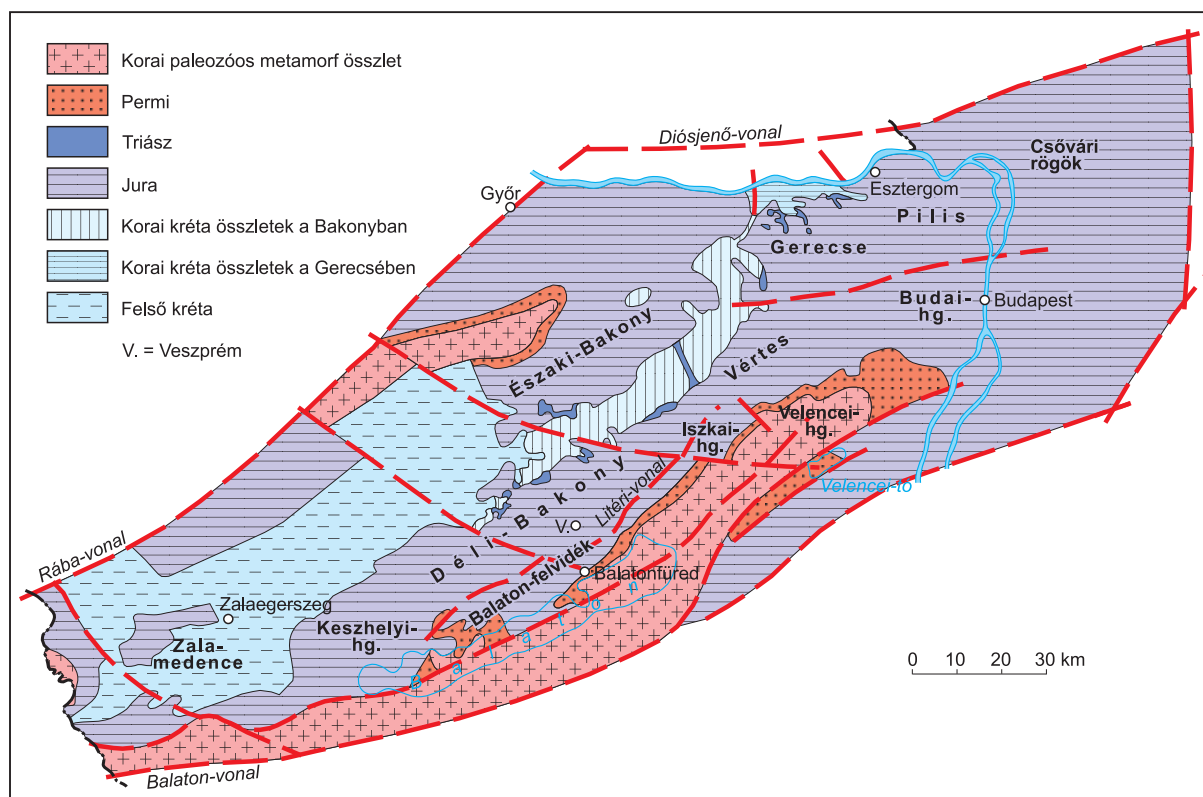
K felé Mátyásföld, Tura és Nagykáta térségében még tártak fel mélyben fekvő triász-karbonátos vízadókat.

Az É-i, Budai-hegység rész valószínűen már nem tartozott az őshegység főtömegű gerincvonulatához. A júra és a kréta üledékek teljes hiánya azonban mégis arra utal, hogy a Buda-pilisi egység az őshegység peremi, gyenge relief energiájú, ennek megfelelően lassabban pusztuló előhegységi dombvidékéhez tartozhatott. Ezt támasztja alá, hogy Ny-on és K-en (mátyásföldi fúrás kréta képződményei) kréta képződmények transzgredálnak az egykori hegyperemekre és erre utal a karni, nóri képződmények lepusztulása, ill. a ladini képződmények elterjedése a Budai-hegységet Ny-ról övező térségében.

2.2. A Dunántúli-középhegység felszín alatti vízrendszere

2.2.1. Vízvezetőképesség és a karsztosodás kérdései

A karsztosodás meglehetősen bonyolult, több hatótényező által szabályozott komplex folyamat. A karszt-korrózió alatt elsősorban a mészkövek sajátos oldásos, denudációs folyamatait értjük.



15. ábra. A Dunántúli-középhegység egyszerűsített alaphegység térképe HAAS J., BUDAI T. 2002 nyomán

„A karszt főleg és általában a mészkőnek, mint hegységet alkotó kőzetnek és hozzákapcsolódó természeti jelenségeknek jellegzetes fejlődési állapota, formája, amely a sajátos kőzetminőségek, térben és időben változóan megnyilvánuló, geológiai, klimatológiai és biológiai környezeti feltételek és azok történetének komplex hatásaként jött létre és alakult tovább” (JAKUCS L. 1971).

A karsztosodás fogalma, mint az előző idézetből is látható, eredetileg mészkőhegységek szárazföldi korrozív denudációjával kapcsolatos folyamatokat jelenti, de alig nélkülözhető eleme, tartozéka a jellegzetes felszíni és felszín alatti morfológiai elemek sokasága.

A magyar szénbányászat először az Esztergomi-medencében tipikus morfológiai elemekkel, barlangjáratok rendszerével átjárt vastag, elfedett paleokarszttal találkozott, amelynek tanulmányozása a klasszikus karsztgenetikai módszerekkel, a nemzetközileg elfogadott szemlélettel, a gyakorlatban jól alkalmazható eredményekre vezetett.

A Dunántúli-középhegység fő tömegét alkotó dolomitokból nem egyszer katasztrofális vízbetörések figyelmeztették a bányászatot arra, hogy a karsztosodással, pontosabban karsztosodás-szerű jelenségekkel a dolomitos alaphegységben is számolni kell.

A dolomitok felszíni denudációja tipikus felszíni karsztformákat nem hoz létre, hasonló formaelemekkel azonban a meszes vagy nagyobb kalciumkarbonát tartalmú dolomitok lepusztulási felszínén itt-ott találkozhatunk. Tiszta dolomit ásványból álló dolomit kőzet ritka, kalcitot kisebb-nagyobb arányban mindig tartalmaz. A dolomit ásvány, és a kalcit oldhatósága lényegesen különbözik és különbözik az esetleg jelenlévő magnézitétől is, ezért a korrózió előbb vagy utóbb mineralikus szelekciót eredményez. JAKUCS L. (1971) szerint a mineralikus szelekció végterméke az aprózódó, porló dolomit, ami akár a dolomitok karsztjelenségének tekinthető.

A hazai dolomitokban a mészkőhöz hasonló barlangosodás, kavernásodás nem tapasztalható. A Dunántúli-középhegységben ismert több mint 400 barlang szinte kizárólag numuliteszes mészkőben és dachstein mészkőben található. A Budai-hegység barlangjai is mészkővekben alakultak ki. Csak a budai Rózsadombon és környékén a triász és eocén mészkővekben 100-nál több kisebb-nagyobb barlangot, ill. barlangindikációt ismerünk, amelyek egy-két kivé-

teltől eltekintve nem rendelkeznek természetes kijáratokkal. A Rózsadombon feltárt összesen kb. 30 km hosszúságú üregrendszer kialakulásában a tektonikai preformációnak meghatározó szerepe volt (LEÉL-ŐSSY SZ. 1995, TAKÁCSNÉ BOLNER K. nyomán) (16. ábra).

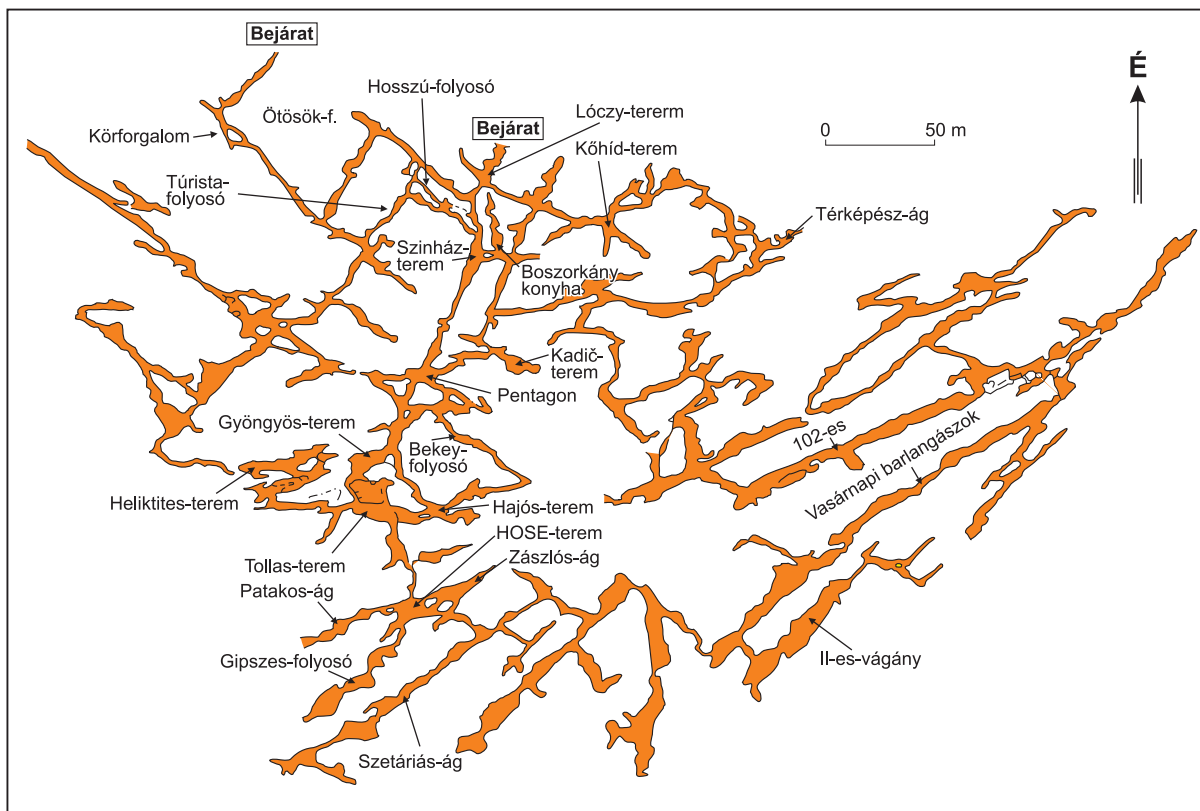
A középhegységi bányaműveletek során feltárt barlangüregek köbtartalma lényegesen meghaladja a felszínen ismert barlangokét (JASKÓ S. 1959). Dolomitokban tipikus karsztüregeket sem a felszín alatt, sem a felszínen ez ideig nem tártak fel. Az Erzsébet híd budai hídfőjének alapozásakor a dolomitban 10–15 cm széles függőleges hasadékokat találtak (KLEB B. 1964). A nagygyházai bányaműveletek során 20–50 cm-es résekből is kaptak vízbetörést, amelyeket karsztos morfológiai jegyek hiányában hasadéknak tekinthetünk.

JASKÓ S. (1959) szerint általános szabály, hogy a dolomitokban a vízerek igen keskenyek, de sűrű szövevényt alkotnak. BÖCKER T. (1970, 1975) hívta fel a figyelmet a különböző résméretek fontosságára és kimutatta, hogy a hegység karbonátos tömegére elsősorban a milliméteres nagyságú rések jellemzők, és ezek szabják meg a felszín alatti vízáramlás regionális jellegét. SCHMIEDER A. (1970) a hidraulikailag mértékadó résméretet egy milliméternél kisebbnek határozta meg.

A Budai-hegységben az alaphegységbe hatoló mélyfúrások mintaanyagának vizsgálata alapján hasonló eredményre jutottam. Nevezetesen arra, hogy a karsztvíztároló és vezető képződményei főtömegükben nem karsztos, hanem repedékes tárolót alkotnak. „A dolomitfészeségek még eredeti állapotukban is inkább repedezett tárolóknak tekinthetők.” (ALFÖLDI L. 1978). Ismeretes, hogy a dolomit ásvány romboéderes tömegtérfogata 12–13%-kal kisebb a kalciténál, következésképpen a diagenetikus dolomitok mikropedezettsége tektonikai igénybevétel nélkül is kőzetszerkezeti jellemzővé válhat.

Mind a kőolajkutatás (DEDINSZKY J. 1968), mind a bányászat (SCHMIEDER A. 1970) és a vízkutatás (BÖCKER T. 1971) területén megállapították, hogy az alaphegységi tárolókőzet hézagterfogata, vízvezetőképessége, valamint a repedések mérete és sűrűsége között szoros kapcsolat van. A repedések méretét tekintve BÖCKER T. (1971) megállapította, hogy azok hét (7) nagyságrenden belül változnak.

A repedezett tárolóképződményekre jellemző, hogy a repedések közötti kőzettestek vízáteresztő képessége elhanyagolhatóan kicsi a repedések áteresztő képességéhez képest.



16. ábra. A Rózsadombon feltárt tektonikailag preformált üregrendszer (LEÉL-ŐSSY SZ. 1995)

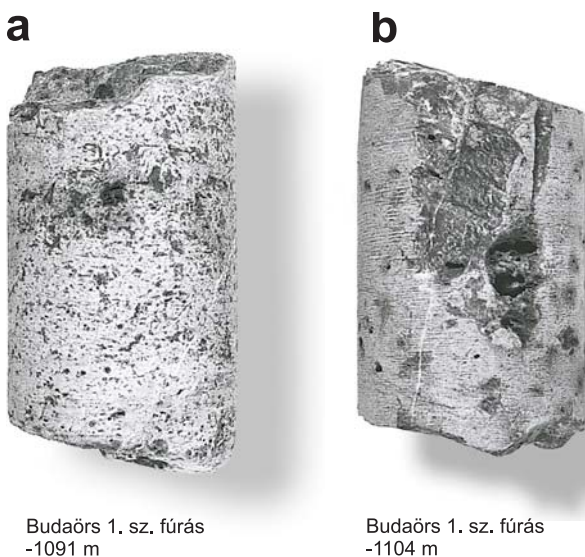
Böcker T. (1976) szerint az elsődleges porozitás által meghatározott szivárgási tényező 10^9 – 10^{16} m/sec határok között mozog.

Az elsődleges porozitás kifejezés esetünkben nem szerencsés, mert a diagenézis során, valamint az azt követő folyadékvándorlás, anyagátrendeződés hatására az elsődleges porozitás már felismerhetetlenségig átalakult,

ezért a mátrix porozitás kifejezés használatát helyesebbnek tartom és a másodlagos porozitás helyett is inkább a résporozitás kifejezés használatát ajánlom.

A Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen felkérésre 1978-ban végzett mérések szerint a Budaörs I. sz. fúrás 875 és 995 méteréből vett dolomit minta hézagterfoga 1,2 és 1,9% között változott. A Budajenő II. sz. fúrás 1025–1174 méteréből származó öt minta teljes hézagterfoga 3,4, 6,6, 11,3, 11,4 és 10,7% volt. A dyploporás dolomitban mért nagy hézagterfogat azért is figyelemre méltó, mert a mérések szerint 70–75%-a a mátrixporozitásból származik. A nagy hézagterfogat a magmintákön szabad szemmel is jól észlelhető volt, és a makroszkópos méretű hézagok mennyisége is feltűnően nagy volt.

A makroszkópos méretű üregecskék belsejében gyakran belenőtt kalcit kristályok ülnek. Az üregecskék gyakran féregjárat szerűen, szabálytalanul csavarodnak. A kioldott anyag milyensége teljes biztonsággal aligha határozható meg, az azonban bizonyos, hogy a kristályos, szemcsés dolomitban a diagenetikus anyag átrendeződés, átkristályosodás során eredeti üregek nem maradhattak meg, vagyis a kioldás csak folyadékvándorlás útján következhetett be, még akkor is, ha maguk az üregek dyploporára emlékeztetnek (17. ábra).



17. ábra. Dyploparára emlékeztető eredeti résporozitás (a) és oldási üregek (b). Eredeti felvételek a Budaörs 1. sz. fúrás magminta-sorozatából (MÁFI)

Hasonló eredményekről számolt be BÖCKER (1976), miszerint a karni nóri dolomitjain 55 minta átlagában 5,48% teljes hézagterfogatot kapott, amelyből a porustérfogat 3,83%-ot tett ki. A mészkövek mátrix porozitása 1% alattinak bizonyult. Laboratóriumi vizsgálatok során felfigyeltünk arra a jelenségre, hogy a vizsgálatra leadott 22 db makroszkóposan tömöttnek látszó résszegény minták közül csak 7 db-ból sikerült a szükséges 3x3 élhosszúságú mintákat kialakítani, a többi a mechanikai igénybevétel során szétesett.

A Budaörs I. sz. szerkezetkutató fúrás 1200 m mélységig végig magfúrással mélyült. A fúrás dolomitban indult, és abban is fejeződött be. A fúrás mélyítése során a maganyagot (közel 100%-os mag-kihozatal mellett) módomban volt tanulmányozni. A teljes maganyag tömött, hengeres 30–40 cm-es darabokban egybemaradó volt, és végig résszegénynek tűnt. Egy évtizeddel később a MÁFI fagynak kitett, de csapadéktól jó minőségű fészterrel védett magraktárában megtekintettem a maganyagot, mert szerettem volna azokon további vizsgálatokat végezni. A maganyag nagyobb hányadát szögletes 1–2 cm-es murvára szétesve találtam, és 50–100 m-enként maradt 5–10 m kompakt maganyag.

KASSAI F. (1948) megfigyelése szerint „Az esztergomi szénmedencében a vízveszélyes szint alatt, a mészkő a bányanedvességnél mindenütt jóval nedvesebb. A látszatra teljesen tömött mészkőből is csepegő vizet kapunk, annál többet, minél mélyebben vagyunk a vízveszélyes nívó alatt, vagyis minél nagyobb a hidrosztatikus nyomás.”

Hasonló jelenséget tapasztaltam magam is, amikor a Nagygyézházán bekövetkezett vízbetörés (1987. február 11.) helyszínét néhány hónappal később megtekintettem és a –160-as szinten kihajtott csapoló vágatban a tömött-dolomit erőteljes izzadása volt tapasztalható. A vízbetörést megelőzően a vágattal szintben kihajtott csapoló fúrások összesen 8 m³/perc hozamot szolgáltatottak, és ez a hozam a nagy vízbetörés mellett is változatlan maradt.

A megfigyelt esetekben nem tudjuk, mennyi lehet az alig látható és a szemmel láthatatlan rések aránya, de a kőzetek vízátbocsátó képességének a kialakulásában az ilyen struktúrális mikrorepedezettség is szerepet játszhat.

Az irodalomból ismeretes, hogy a résfelületen feltapadó ún. „tapadó víz” 100 atm. nyomás és vagy 60 °C-os hőmérséklettartományban leválik, és a gravitációs, ill. hidrodinamikus vízmozgás lehetősége mikrométerű résekben is lehetővé válik. Ennek a jelenségnek az 1000 méternél mélyebb régiókban különleges szerepe lehet.

Mikroszkópos vizsgálatok során dyploporás dolomitban (Nagykovácsiból) 300–3000 µm átmérőjű, a budajenői fúrás dolomitjában 10–150 µm, a tűzkömentes karni dolomitban 10–300 µm közötti repedések és

150–600 µm közötti hézagok voltak kimutathatók. A *tűzköves dolomitok és mészkövek pórusmentesek és rendkívül repedésszegények*. A tapasztalatok szerint a szemcseméretük csökkenésével a repedezettségre vonatkozó hajlam csökken.

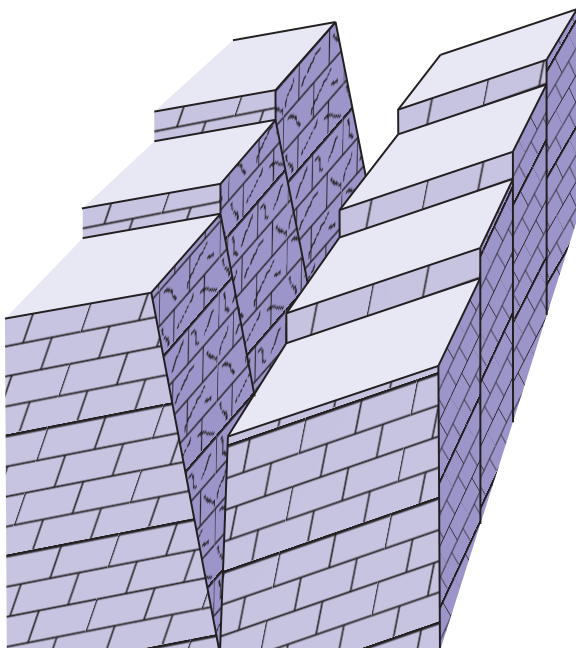
Az ELTE Kőzettani Geokémiai Tanszékén végzett vizsgálatok szerint a dyploparás dolomit uralkodó szemcsemérete 50–200 µm, a karni dolomitok szemcsemérete 10–100 µm, a nóri földolomité pedig 10–200 µm között változott. A tűzköves vagy kovás dolomitok uralkodó szemcsemérete 14–50 µm közé esik, még finomabb szemcseméretűek a típusos dachstein mészkövek 4–15 µm közötti szemcsemérettel.

A tapasztalat szerint a tiszta dolomitok kőzetszerkezete és szemcsemérete ritmikusan változik és kis százalékos arányban aprószemcsés közbetelepülések is megjelennek. Minden bizonnyal erre vezethető vissza a repedezettség mértékének előbb jelzett szakaszossága is.

A Dunántúli-középhegység vastag dolomitos sorozatának rétegeire az a jellemző, hogy a mikroszkópikus réshálózathoz milliméteres nagyságrendű rések láncrendszere kapcsolódik. Ez a kétfokozatú résrendszer többé-kevésbé romboéderes térbeli felépítésű, jellegzetes térbeli rácshálót alkot. A térbeli rácsháló rendszer kialakulása és mértéke részben a dolomitosodás, részben pedig tektonikai igénybevétel függvénye és a kompresszív igénybevételt követő fellazulás termékeként jelenik meg. A rendszer romboéderes és kvázi romboéderes vagy triortogonális elrendeződésében kisebb vagy nagyobb mértékben a dolomit ásvány kristálytani jellegei is szerepet játszanak, vagyis a dolomit kőzet szerkezeti tulajdonságának tekinthető. A térbeli rácsháló vagy helyesebb kifejezéssel élve résháló teszi lehetővé a víz térbeli mozgását a kőzetben és azt, hogy a víz a maximálisan akár 3000 méter vastag karbonátos sorozatot teljes egészében átjárja.

A szerkezeti elmozdulások mentén, ahol a kőzettest folytonossága nemcsak megszakad, hanem vertikális és horizontális elmozdulások következnek be, ott hosszan elnyúló, többé-kevésbé mélyreható, vertikális, ill. kvázi vertikális irányultságú cm vagy dm nagyságrendű rések, alkalmasint orientált vertikális réshálók tagolják a hegység tömegét és orientált gyűjtőrendszerként gyűjtik össze a térbeli résháló rendszer vizét (18. ábra).

Azonos kőzetcíciós dúsán repedezett kőzettömbben a triortogonális résrendszerek nagyjából egyenletesen oszlanak el, amiből következik, hogy az ilyen résrendszerben folyó vízmozgást szivárgó vízmozgásként értelmezhetjük, annak tu-



18. ábra. Vertikális irányultságú réshálók kialakulása szerkezeti elmozdulások mentén (sematikus vázlat). (ALFÖLDI L. 2005)

domásulvételeivel, hogy a kis gyakorisággal előforduló nagyobb méretű hasadékok környezetében a „K” tényező értelme megszűnik (ÖLLÖS G. 1964).

Felvetődik az a kérdés, hogy a karsztrendszerekben vagy a dolomitok részrendszereiben beszélhetünk-e egyáltalán olyan „K” tényezőről, amely részrendszert vagy annak egy részét egyértelműen képes jellemezni.

ÖLLÖS G. az Országos Földtani Főigazgatóság megbízásából készített hidraulikai kismintakísérlet eredményének értelmezésében félreérthetetlenül leszögezi, hogy „Karsztrendszer esetében, tekintettel, hogy a vízvezető járatrendszer nem homogén felépítésű, ezért a feltételezett „K” tényező értéke a rendszer egyes pontjaiban egymástól eltérő. Ebből kifolyólag például *valamely kutató fúrás alapján kapott „K” tényező elméleti értelemben tulajdonképpen csak a fúrás által létrehozott megcsapolás geometriai paramétereivel (fúrólyuk átmérője, a harántolt repedések méretei) hozható kapcsolatba*”.

„Ebből a tényből tehát az következik, hogy akár a kutató fúrásba vizet betáplálva, akár belőle vizet kivéve az ilyen módon kapott „K” tényező a megcsapolás legkisebb keresztmetszetéhez, illetőleg annak közvetlen környezetéhez tartozó vízvezető járatok geometriai paramétereivel hozható elsősorban kapcsolatba.”

ÖLLÖS megjegyzi, hogyha a karsztrendszer nem túlságosan inhomogén, akkor bizo-

nyosan alkalmazhatók a porózus rendszerbeli szivárgásokra vonatkozó törvények. Ettől függetlenül hangsúlyozza, hogy „az egyedi kutató fúrás alapján kapott „K” tényező a járatrendszer esetében tehát valamely ponthoz kötött”.

ÖLLÖS vizsgálatai nem csak a tipikus karsztrendszerekre, hanem a dolomitok repedezett tározórendszereire is, vagy még azokra inkább vonatkoznak. Könnyű belátni, hogy az egyedi fúrásokból kapott értékek a vetőktől kissé távolabbi térrészben csak a térbeli részrendszert jellemzik, és semmi esetre sem alkalmasak bányamezők jellemzésére.

Ez a megállapítás Nagygyháza, Mány, Csordakút térségében sajnálatos módon bebizonyosodott, mert az egyedi fúrásokból számított transzmisszibilitás értékeket a bányászkodás annyira nem igazolta, hogy a bányabeli vízbetörések alapján számított értékek egy nagyságrenddel nagyobbak bizonyultak. A várható vízbetörések értékei még a bekövetkezett vízbetörésekből való számítások esetén is csak igen nagy bizonytalansággal voltak becsülhetők.

Sajnálatos módon ÖLLÖS kismintakísérletei nem folytatódtak és a Hidrológiai Közönyben publikált, előzőekben hivatkozott megállapításai is elkerülték a kutatás-irányítók figyelmét. Ráadásul a fúráscentrikus szemlélet nem vette tudomásul azokat a figyelmeztető jelzéseket, amelyek a fúrási vizsgálatok bizonytalanságát jelezték, ami később az országnak és a bányászatnak jelentős veszteséget okozott, mert *a kutató fúrások átlaga alapján a ténylegesnél kedvezőbbnek ítélték a karsztvízveszélyt*.

Az sem elhanyagolható kérdés, hogy a tektonikus törésekkel szabdalts térbeli réshálós kőzettestet mennyiben jellemezhetjük az enyhe reliefú kőzettest felső 20–30 m-es vastagságban való megcsapolással és egyáltalán a kőzettestben milyen mélységben számolhatunk a vízáramlás lehetőségével.

A mélységgel kapcsolatos vita már a nagygyházai Bethlen-akna tervezésével kapcsolatosan is határozottan felmerült. PISTORIUS ARWED (1926) szerint Dorogon a víznek nem volt mélyebb nivóra beszivárgó útja, az magán a triász mészkövön folyt, tehát a barlangképződés csak ezen az úton következett be. SCHMIDT JENŐ (1926) a tervezet vitája során SCHMIDT PÁL érvelését, amely szerint a vetők mentén mélyebbre hatol a víz, majd vetődések mentén ismét felszínre jön, nem tartotta elfogadhatónak.

A dorogi kagylós törésű dachstein-mészkőben szerzett tapasztalatok a mélységi korlá-

tokat megerősítették, és az ottani megfigyelések mindenben megegyeztek a máig is vallott karsztgenetikai elgondolásokkal. A tapasztalatokat AIBEL F. (1950) összefoglalva megjegyezte, hogy katasztrofális vízbetöréseket a magasabb szinteken kapták, a legnagyobb betörések alig 3–4 atmoszféra nyomáson következtek be. Ugyanakkor 35–40 atmoszféra nyomáson már csak 0,7–1,5 m³ vizet kaptak.

1926-tól a cikk megjelenéséig Dorogon több mint 200 db cementáló fúrólyukat mélyítették, és a mészkőbe helyenként 100–300 m-t is befúrtak. A legnagyobb barlangokat a +82-es és a –42-es szintig harántolták. A –42-es szint alatt az üregek mérete határozottan csökkent, és –250 szint alatt a fúrásokban sem víznyelést, sem barlangokat nem tapasztaltak. A –400 körüli mélységből vett magmintákban talált repedések oldalfalai kalcittal voltak bevonva, a köztes rés pedig vörös terra rosszás anyaggal volt kitöltve.

A kérdés megítélésénél határozottan, egyértelműen és félreérthetetlenül külön kell értelmezni azt, amikor több száz méter vastag vízrekesztő kőzet alatt éri el a fúrás az alaphegységet, és néhány méter fúrás után megáll. Ilyenkor ugyanis bármely mélységben érte el a fúró az alaphegységet, annak csak néhány méteres övezetéből kapunk közvetlen információt, de a kőzettest belsejére, nagyvastagságú tömegére vonatkozóan nem vagy csak közvetett módon jutunk információhoz.

Mindezekből azt a következtetést vonta le a szerző, hogy „A Dorogi Medencében a –200-as szinten merném meghúzni azt a vonalat, amely alatt az alaphegységi karsztosodás vízbetörések okozója lehet.”

Sajnos AIBEL nem vizsgálta a triász kőzettestbe való befúrás mértékét, és megelégedett a tengerszint fölötti magasságokban észlelt összehasonlításával.

Anélkül, hogy tagadnám azt, hogy a Dorogi-medencében a karsztosodás a dachstein kőzettestben legfeljebb néhány száz méter mélységig hatolhatott, mégis félreértések elkerülése miatt szükségesnek tartom felhívni a figyelmet arra, hogy a Dorogon használt fúrógépek többsége 120 m, a nagyobbak pedig 300 m mélységkapacitásúak voltak. Ezért, ha a mészkövet a kapacitás határ közelében érték el, kénytelenek voltak néhány vagy néhány 10 m befúrással megelégedni. Ha viszont kis mélységben elérték a mészkövet, lehetőség volt mélyen befúrni. A fúrógép kapacitás határa a tervezést is befo-

lyásolta, ezért a prevenciót szolgáló fúrásokat eleve úgy telepítették, hogy a mészkőbe mélyen tudjanak befúrni.

WILLEMS T. 1973-ban helyesbítette a megfigyeléseket és 300–400 m-ben határozta meg a kőzettömbre vonatkoztatott karsztosodási mélységhatárt. Ez a megállapítás minden bizonnyal igaz a tipikusan karsztosodott dachstein mészkőre vonatkozóan, de nem fogadható el a középhegység nagy vastagságú, 2500–3000 m vastag túlsúlyban dolomit kőzetekből álló karbonátos sorozatára.

Maga a mélységhatár azt a kérdést veti fel, hogy a kőzet vízvezetésre alkalmas rései kőzetterhelés hatására mikor záródnak.

Az ország területén száz vagy inkább ezer számra mélyültek víz-, szén- és szénhidrogén kutatási célból ilyen fúrások, döntő hányadában a mélybe zökkent tározók közvetlen felső övezetébe.

A tapasztalat szerint 3000 m mélységben még vízvezetésre alkalmas, vagy vízvezetés jeleit mutató karbonátos képződményeket tártak fel. A szénhidrogén kutatás során 1985. december 16-án a Fábiánsebestyén I. sz. szénhidrogén kutató mélyfúrásból 4239 m talpmélységnél nagynyomású 160 C° hőmérsékletű vízgőzkitörés következett be, szemléletes bizonyítékaul annak, hogy a Kárpát-medence mélyrégióiban is vannak folyadék- vagy gáztárolásra alkalmas képződmények, a kőzetek ilyen mélységben sem teljesen tömöttek, nem résmentesek (VÁNDORFI R. et al. 1987).

A fúrás 3153 m-től 3750 m-ig erősen tektonizált, túlsúlyban homokkőves aleuritós felsőkréta képződményekben haladt. 3750–4034 m között felsőtriász erősen tektonizált dolomitot, dolomit-márgát, dolomit-breccsát, 4034–4235 m alsótriász teresztrikus homokkőveket és vörös agyagpalát harántoltak. A fúrás 4239 m-ben vörös agyagkőben haladt, amikor a vízgőzkitörés bekövetkezett.

A krétsorozatból vett magminták mikropedések voltak észlelhetők. A tesztelés vizsgálat során kis szénhidrogén tartalmú CO₂ gáz is áramlott a furatba (3698–3744 m). A középsőtriász átkristályosodott breccsás, repedezett dolomitban a repedések egy része kalcittal volt töltve, másrészt a 3795 és 3798 között vett magminták 1–2 mm-es repedések és ilyen méretű üregek is előfordultak. A középsőtriász magmintákban a vizsgálatok szerint 2,15–6,87% porozitást mértek. A dolomit-breccsa átlagos porozitása 3,48% volt. Az alsótriász sorozatból vett 8 magminta átlagos porozitása 0,81% volt.

A kitörés során a kút forró sós vizet, gőzt és dolomit darabokat hordott. A kitörés elfolyását követő vizsgálatok szerint a becsült forróvízhőzám 3,5–5,5 m³/perc volt. A kútfej hőmérséklete 160°C, a talphő

200–210°C, a víz összes keménysége 991,4 keménységi fok volt, a kútban a vízkőlerakódás 1167,5 m-től felfelé észlelhető volt. A kútfejen mért nyomás 360–375 bar volt.

A fábiánsebestyéni kút vizsgálata egyértelmű bizonyosságául szolgált annak, hogy legalább 5000 méteres mélységhatáron belül vízvezetésre és tárolásra alkalmas pórusok, rések, repedések és törések nem feltétlenül záródnak.

A középhegység elfedett tározójának tekinthető, vagy azzal szoros kapcsolatban levő nagylengyeli krétamészkeszkeszénhidrogén tározóban végzett két paraméteres fúrás vizsgálata szerint az átlag 4 mikronnál kisebb kristályszemcséjű mészkő fizikai paramétere a mélység függvényében változtak. 2396 és 2551 m között növekedett a térfogatsúly, a nyírószilárdság, az egytengelyű nyomószilárdság stb. A kőzetrések záródásában azonban ilyen tendencia nem volt kimutatható. 1900–3000 m között az észlelt kőzetrések nyílásszélessége mindössze 0,25%-ot változott. *A vonatkozó számítások azt mutatták, hogy a rések záródása legfeljebb 6000 m-nél nagyobb mélységben kezdődhet.*

Nagy mélységekben a kőzetnyomás kétségtelenül a rések záródásának az irányába hat, a felszínről mélybe kerülő kőzetek azonban a lefedés következtében víztartalmukat, vagy annak egy részét magukkal viszik. A kőzetbe zárt víz a nyomás növekedésével akár kőzetrepesztést is okozhat, de mindenképpen biztosíthatja a rések fennmaradását, amit a víz jelenlétében és közreműködésével fellépő fiziko-kémiai folyamatok is segítenek.

A nagyobb mélységekre hatoló fúrások gyakran harántolnak breccásodott karbonátokat, szerkezeti elmozdulásokat és újra-breccásodott töréses öveket, amelyeknek eredete gyakorta a hidraulikus törés (kőzetrepesztés) jelenségére vezethető vissza.

Az üledékképződéses-eltemetődés során egyre mélyebbre kerülő kőzetek mátrixfolyadék, a résrendszereket kitöltő víz bezáródik és a kompressziós feszültségterben a mátrixfolyadék feszítő ereje meghaladhatja a kőzet tenziós erejét, amikor is hidraulikus törés jöhet létre. A hidraulikus törés által létrehozott repedéseket hidraulikai egyensúlyba kerülő folyadék tölti ki, mígnem a további süllyedés következtében, a feszültségek újrachalmozódva, ismételt törések következnek be.

Mindezekből következően a mélybekerülő konszolidált kőzetrendszerekben olyan atektonikus töréshálózat, résrendszer alakulhat ki, amikor a rés mentén érdemi elmozdulás nem észlelhető, és maga a rés is néhány tíz méteren belül akár egy vékony repedéssé szelődik, vagy megszűnik.

A tapasztalatok szerint a mélyből vett magmintákban a kalcitos részarádások és a nyitott-rések, repedések egymás mellett előfordulnak, ami azt mutatja, hogy a mélybeli záródások és résnyílások dinamikus történési sort alkotnak, ami a mélységben lefedett kvázi zárt tározókban önmagában is fenntarthatja a vizek mozgását.

Ahhoz, hogy egy mészkőtömeg karsztosodjon, hosszantartó szárazföldi széndioxidos korrózióknak és a velejáró lepusztulásnak kell történnie, amelyhez a kőzet szerkezeti, tektonikai igénybevétele fellazult övezeteket, hasadékokat preformál. Repedésre hajlamos kőzetek azonban tektonikai igénybevétel hatására akkor is alkalmassá válhatnak vízvezetésre, ha a kőzettest nem kerül a felszínre és/vagy repedezettségre nem hajlamos. Tektonikai igénybevétel hatására benne töréses elmozdulások bekövetkezhetnek, akkor is, ha a kőzet tömege nem repedezik össze.

A sűrűn repedezett karbonátos kőzettest a szivárgó víz számára olyan kényszerpálya rendszert alkot, ahol a szivárgó víz rendkívül nagy felületen érintkezik a kőzettesttel, lehetőséget nyújtva a széndioxidos vagy akár az ionos oldódásnak is.

Hazai kísérleti vizsgálatokból ismert (MÁNDY T. 1954), hogy hidegvizes széndioxidos víz használata esetén a mészkőből kétszer annyi kalcium oldódik ki, mint magnézium. A víz hőmérsékletének a növelésével a kalcium viszonylagos mennyisége csökken, a magnéziumé növekszik. *Általános tapasztalat, hogy a dolomit kőzet rosszabbul oldódik, mint a mészkő és a kőzet változékonyságától függően a dolomitoldódás nagymértékben szór.*

A széndioxidos karsztos korrózió oldódáshoz szükséges szabad széndioxid a szivárgási út során elfogy és rendszeres csapadék utánpótlódás mellett is az oldódásnak mélységi korlátai lehetnek. A keveredési korrózió jelensége a mélységhatárt lazíthatja, de a mélybeli kőzettest térbeli résrendszerében a résrendszer egészére kiterjedő oldódást nem okozhat.

A keveredési korrózió elmélete szerint a különböző hőmérsékletű és ionkoncentrációjú oldatok keveredésekor létrejövő oldat akkor is agresszív, oldóképes lehet a mészkőre (dolomitra) nézve, ha a kiinduló oldatok kalciumkarbonátra telítettek voltak (BALÁZS 1956). Abban a zónában, ahol a felszálló és leszálló vizek (aszccendens, deszcendens) találkoznak, a keveredés folyamatos, ezért maga az oldódás is folyamatos.

A víz kalcitra és dolomitra vonatkoztatott telítettsége függ a CO_2 oldhatóságától, és mivel a hidegvíz több CO_2 -t tud oldatban tartani, mint a melegvíz, ezért a hidegvíz karbonátokra vonatkoztatott oldóképessége nagyobb, mint a melegvízé, következésképpen a lehűlő oldat is karbonát oldására képes.

1932 és 1937 között (SZENTIRMAY A. 1938) egymástól 10–12 km távolságban lévő három helyen végzett sorozatmérések (sárisápi források, dorogi ivóvízkút, tokodi I. akna melletti fúróluk) szerint, 5 év alatt a víz kémiai összetétele olyannyira nem változott, hogy a kezdeti sűrű mintavételezést később ritkítani lehetett.

5 év alatt a karbonát különbség legfeljebb 0,2 ponttal különbözött (20,2–20,4). A szulfáttartalom 65–76 mg/l között ingadozott, és az összes oldott tartalom, valamint a szilárd oldási maradék sem mutatott különösebb eltérést. A fúrásokból nyert mészkő magnézium karbonát tartalma átlag 1–2% volt, és csak kivételesen emelkedett 5–6%-ra. A kalcium magnézium arány 1:0,5, 1:0,4 között változott, amiből szerző azt a következtetést vonta le, hogy a víz magnéziumban dús kalciumkarbonátban, dolomitban kellett hogy haladjon, ahhoz, hogy ilyen arány létrejöhesse, különösen akkor, amikor a dolomit oldhatósága lényegesen kisebb a mészkőnél.

SZENTIRMAY kategorikusan meg is állapította, hogy „ezek szerint a triász víz kalcium és magnézium tartalmát nem vehette fel közvetlen közelben, hanem más nagy távolságban olyan kőzetben, ahol a magnézium tartalom magasabb volt”. Azt a megállapítást is megkockáztatta, hogy a közvetlen jelen időszaki csapadékvizeknek elenyésző csekély mennyiségben kell jelen lennie a vizsgált karsztvízben. Hasonló kalcium-magnézium arány tapasztalható a Római-fürdő forrásainál, a Csillaghegyi-, valamint a tatai Fényes-források vizeiben.

Ez a megállapítás összhangban van az az ismerettel, hogy a Móri-árokotól ÉK-re lévő hegység részben tipikus túlcsonduló, hidegvízes karsztforrás alig ismeretes, ami arra utal, hogy a víznek felszínre kerülése előtt legalább 400–500 m mélyre kellett leszivárogni és onnan visszatérni a felszínre. A zámolyi Nagy-forrás, amely egyedül szolgáltat tipikus hideg túlcsonduló karsztvizet a térségben, létét valószínűleg a mélyebbre szivárgást akadályozó karni márgának köszönheti.

A hazai és a nemzetközi tapasztalatok alapján nyugodtan állíthatjuk, hogy a közép-hegység 3000 m vastag triász sorozatában a felsőperm tengeri sorozatát is beszámítva nem csak repedékes víztárolás, hanem a tározóban való mélybeli vízmozgás lehetősége is minde-

nütt fennáll, még akkor is, ha maga a karbonátos sorozat 1000–2000 m vastag üledékkal fedve akár 5000 m mélységig is lehatolhat.

Minden jel arra utal, hogy a vastag dolomitban kialakuló szivárgási kényszerpályák rendszere a mélybeli felületi oldódás tágíthatja.

A mélybeli oldódáshoz többlet széndioxid szükséges, ami egyrészt a térségbeli vulkanizmusból, a keveredési korrózióból, de az idősebb képződmények metamorfózisából is származhat.

A csapadékvíz felszín alatt való tartózkodása az áramlási sebességtől és a megtett út hosszától függ. A budapesti hévízrendszer áramlási viszonyainak meghatározására Deák József végzett abszolút kor-meghatározásokat. A budapesti hévizekben a stabil szénizotóp arány vizsgálatából arra lehetett következtetni, hogy a többlet széndioxid mészkőből, dolomitból, ill. azok metamorfózisából származik.

A mélybeli széndioxidos oldódáshoz szükséges járulékos széndioxid felmigrálás, felszivárgás a Dunántúli-középhegység teljes területén feltételezhető, vagyis a dolomitok rendszere mélybeli oldódás hatására tágulhat és nincs akadálya annak, hogy különösen a perm sorozatot harántoló mélytörések mentén a feláramló víz intenzív széndioxidos oldódással tágítsa járatait.

Nagy a valószínűsége annak, hogy a Nagygyháza, Csordakút, Mátyás térségében a paleocén telepek között fekvő nagytömegű édesvízi mészkő képződésében a krétabeli légköri nagy széndioxid-tartalom eocénbeli határozott csökkenése is szerepet játszhat.

A mai karsztforrásoknál intenzív forrásmészkő képződés nem tapasztalható, ugyanakkor a Budai-hegységben és a Gerecsében tipikus forrásmészkövek, lagunákban, zárt öblökben képződött édesvízi mészkőlerakódások elég nagy gyakoriságúak. (SCHEUER Gy. 1981.). A Gerecsében több mint harminc pliocén-pleisztocén időszakból származó édesvízi előfordulás ismeretes, amelyek képződésének magyarázatával még adósok vagyunk.

2.2.2. A középhegységi karsztosodás története, földtörténeti preformációk

A triász időszaki üledékképződésben nem voltak olyan szárazföldi megszakítások, amelyek karsztosodást okozhattak volna. A lagunáris, sekélytengeri árapály övben folyó üledékképződés során (a litofációs elemzések tanulsága

szerint) előfordultak pillanatnyinak tekinthető olyan szárazra kerülések, amelyek az elemzők szerint paleokarsztnak nevezett jelenségeket hoztak létre.

Magam részéről ezeket a formákat szívesebben tekinteném horizontális eróziós felületeknek, mintsem a félreérthető paleokarsztnak, annál is inkább, mert a sok millió évvel ezelőtt képződött, majd fiatalabb tengeri üledékekkel elfedett tipikus barlangüreges karsztjelenségeket paleokarsztnak kell tekintetni. Ezek az idős karsztképződmények alkalmasint jelenlegi karsztokhoz is kapcsolódnak, ezért ezekre a fosszilis karszt megnevezést nem alkalmazhatjuk.

A klasszikus értelemben vett karsztosodás nyomai és szakaszai a középhegységben jól követhetők. A szárazra kerülést lepusztulási felszín és szárazföldi üledékek megjelenése jelzi. A bauxit tipikusan szárazföldi üledék, amely a földtörténet kiemelkedési szakaszait jelzi, lepusztulással, vegyi mállással, jellegzetes térszín alakulással. Kialakulásához az éghajlati tényezők mellett enyhe reliefű térszín, enyhén lefolyástalan tönkfelszín, a kőzetfelszín megfelelő vízvezetőképessége és leszivárgó vizek szükségesei.

A karbonátos kőzetfelszínen lévő bauxit képződés egyenetlen karsztos jellegű mélyedésekkel, dolinákkal (kis különbségű tagolt felszínen) jelentkezik, a fekvő felé mindig az előző kiemelkedést jelző éles eróziós diszkordanciával, határozott korróziós felszínnel.

A hazai középhegységi bauxitoknál a korrózió többé-kevésbé jelentékeny méretű karsztos formákat hozott létre, dolinákat és mélyedéseket, amelyeket bauxit-testek töltenek ki. A korrodált felületeken vékony, néhány millimétertől több centiméterig terjedő vastagságú vas- mangán- kéreg mutatkozik, amely alatt a dolomit gyakran erősen porlódó, széteső, ami mészköveknél sohasem fordul elő.

VADÁSZ E. (1951) szerint a középhegységi kiemelkedéssel színgenetikus bauxitosodás, szialittal fedett térszín alatt keletkezett kioldódás, amely lépést tartott az alumínium ásványképződéssel, esetleg az oldatokat szállító vízkeringés azonosságával. A beigazolt vízi környezetben történt bauxitképződésben a mindenkori talajvízszintnek fontos szerepe volt, amely esetünkben „karsztvízszintet” jelent, amelynek időszakos ingadozása is létrehozhatja a bauxitképződés üledékgyűjtőjének időszakos vízzel borítottságát.

A krétakori bauxit előfordulások (túlnyomólag a Bakony és a Vértes területén) leggyakoribb közös jellemzője, hogy a felsőtriásbeli karni, nóri földolomit, meszes-dolomit vagy mészkő különböző mértékben karsztosodott egyenetlen felületén, kisebb-nagyobb mélyedéseket kitöltve jelentkeznek. Fedőjükben leggyakrabban az eocén legalsó tagozata, szárazföldi, édesvízi, elegyes vízi kőszenes rétegek települnek.

Az eddig megismert bauxit-testek középhegységbeli elhelyezkedése alátámasztja azt az üledéktani megállapítást, amely szerint a triász végi kiemelkedéssel kezdődően a krétában, a mai morfológiai hegység által felvázolható térségben, enyhe reliefű dombvidék, vagy szolid középhegység jellegű térszín alakult ki, ahol a mélyreható karsztosodásnak nem volt meg a lehetősége. A Vadász-féle genetikai elképzelést támogatja a nagytérségeig követhető kvázi egyenetlen lepusztulás, a felszínalatti tipikus karsztjelenségek, a barlangosodás szegényes volta a felsőtriász képződményekben.

Ez a tipikus felszíni karsztosodás, horizontális kiterjedésű, sekély, néhány méter mélységig ható oldási nyomokkal, tipikus felületi karsztmorfológiával általánosan elterjedt. Jellemzője, hogy a felszín egyenetlenül, de a kőzetrepedezettségtől és a kőzetszerkezettől függően orientáltan erodált. A felszín közeli felületeket vájatok, töbrök, víznyelők tagolják. Dolomit felszíneken a jellegek kevésbé karakteresek és/vagy dolomit porlódással jellemezhetők. *A felszín közeli karsztosodás vagy inkább karrosodás, a karbonátos összlet lefedéses mélybeke-rülésével ritkán válik jó vízvezetővé, mert a rákövetkező üledékek rendszerint eltömik, ill. a szárazföldi mállás vörös agyagos bauxitos termékei lezárják a kőzetrepedezettséget.*

Mészkőterületen gyakoriak a függőleges és horizontális erózióval, valamint széndioxidos korrózióval jellemezhető genetikájú barlangok és járatrendszerek, amelyek tektonikus preformáció mentén elsősorban az erózióbázis irányába mutató törésekben jól fejlettek. A karsztvízszint zónájában képződnek, ezért kapcsolatosak a morfológiával, de attól függetlenül alakulnak ki. Az ilyen típusú karsztosodás mértékét a beszivárgási övezet és a helyi erózióbázis magasságkülönbsége határozza meg akkor, ha a karsztosodáshoz szükséges klimatikus és földtani körülmények egyébként megvannak.

A hegységképződés kezdetén a magasságkülönbség gyorsan növekszik, miközben a karsztos-áttörtség minimális, de mélyreható. A

kiemelkedés lezáródásával a lepusztulás válik dominánssá és csökkenő magasságkülönbség következtében, csökkenő karsztosodási mélység mellett az áttörtség fokozódik. Ebből következik, hogy a karsztosodás mélysége az idő előrehaladásával csökken, egyidejűleg azonban a barlangképződés dominánssá válik.

A jellegváltozás az egykori hegység állapotára utal, ezért nyugodtan állíthatjuk, hogy a Buda-Pilisi-hegység, az Eesztergomi-medence karsztosodásának erőteljes áttörtsége, a barlangjáratok gyakorisága és a karsztfelszíntől számított viszonylag kis mélysége letarolt középhegységi tönkfelszínre, vagyis tartós és határozott lepusztulásra utal.

Tulajdonképpen ezt a hegységmorfológiai elemzést támasztja alá a dorogi tipikus barlangrendszeres karszt jelenléte is. A barlangosodás itt a felsőnóri, raeti dachstein mészkőben alakult ki. Üledékföldtani és ősföldrajzi elemzés alapján valószínűsíthető, hogy *ezen a területen az eocén széntelepek képződését megelőzően közel 100 millió évig a felszínen voltak, szárazulatot képeztek, amely időszak alatt csak a triász alatt lényegesen vékonyabb jura sorozat tagjai pusztultak le.* Elegendő ismeretek birtokában vagyunk, hogy elfogadjuk az irodalomban már idézett állításokat (WILLEMS T. 1973), amely szerint az intenzív barlangosodás az egykori karsztfelszíntől számított 400 m-nél mélyebbre nem terjed, ami azt jelenti, hogy a hegység gerince és az erózióbázis különbsége 400 m-nél nagyobb semmiképp sem lehetett.

A triász végén elkezdődött, a kréta végéig tartó mozgások, az alpi kompressziós tektonizmus kezdetei során enyhe redők, kisebb eltolódások, belső törések és elmozdulások jöhetnek létre. Ebben az időszakban mélyebbre hatoló karsztosodással még nem számolhatunk és a mélyreható szerkezeti öveknek is legfeljebb a preformációi alakulhattak ki. A kompressziós igénybevétel hatására a nagy vastagságú triász karbonátos sorozat, mint repedezett tároló és vízvezető ezen időszak alatt alakult ki, vagy még inkább preformálódott.

Ebben az időszakban a földtani értelemben vett Dunántúli-középhegység nem a jelenlegi helyén volt, hanem a dél-alpi térréumhoz tartozott és valószínűleg ott maradt az egész mezozoikum során.

A triász végi kiemelkedést a jura-tenger transzgressziója csökkentette, a D-i szárnyon a jura folyamatosan fejlődik ki a triászból, a térség nagyobb részén azonban üledékhézaggal települ.

A triász-jura határon gyakran tapasztalható üledékhézag a Pilisben, Gerecsében, a dorogi Nagykősziklán a szárazföldi lepusztulás tipikus jeleit nem mutatja, itt-ott a felszíni egyenetlenségek méteres nagyságrendet is elérnek, jelentős paleokarsztosodás azonban nem következhetett be.

Az első jelentős üledékhézag az alsókrétában volt (CsÁSZÁR G. et al. 1978) a Zirci-medence és Tatabánya-Gerecse területe között. A kiemelt helyzetet bizonyítja az egykori szárazulat két oldalán lévő tenger alsó-krétabeli eltérő kőzettani és paleontológiai jellege. Ebben a kb. 15 millió éves időszakban uralkodóan a jura képződmények lepusztulása folyt, legfeljebb középhegységi vagy dombvidéki térszínen. Következésképpen *intenzív karsztosodással ebben az időszakban sem számolhatunk.*

A több ciklusban jelentkező intenzív szerkezeti mozgások nyomán végbemenő lepusztulás már a felsőkréta előtt nagy területeken felszínre hozta a triász karbonátos kőzeteket és a felsőkréta legtöbbször már triász mészkőre, dolomitra települ. *A legősibb karsztosodás a későbbi felsőkréta üledékgyűjtő területén, továbbá a középhegységi szinklináris szárnyain található.*

Nincs módszerünk annak megállapítására, hogy a triászra transzgredáló kréta képződmények alatt milyen mértékű karsztosodásra számíthatunk. Ősföldrajzi megfontolások alapján azonban nem tekinthetjük jelentéktelennek.

Általában a mezozoikum és a kainozoikum között mindenütt üledékhézag van, de területenként jelentősen különböző. Minden bizonnyal legerőteljesebb karsztosodásra azokon a területeken számíthatunk, ahol a triász alaphegységre közvetlenül eocén képződmények települnek. Ezeken a területeken hosszú, több mint 100 millió éves üledékhézag lehetséges. Nem zárható ki, hogy ezekben a térségekben is lehetett jura és kréta üledékképződés, amit a többszakaszos szárazra kerülés lépésről-lépésre letarolt.

Minden bizonnyal ez lehet a magyarázata annak a középhegység területén ismételt felmerülő kérdésnek, hogy az Eesztergomi-medencében a jura és a kréta sorozatot átölelő üledékhézag mellett a legfelső triász nóri-raeti képződményei nem pusztultak le, hanem erőteljesen karsztosodva helyenként jelenleg is a felszínen vannak, vagy az eocén üledékekkel fedve a hegyközi medence aljzatában vannak jelen.

A Dorogi-medencében és a Pilisben jura üledékképződést bizonyító kőzetmaradványok

találhatók. Másutt, pl. a Budai-hegységben, ahol nemcsak a jura és a kréta üledékképződés nyomai hiányoznak, hanem egyes feltevések szerint az üledékképződés már a felsőtriász végén is szünetelt, mégis találhatók a területen nóri dachstein mészkövek, a hosszú időszakhoz képest aránytalanul kis lepusztulást jelezve.

Legnagyobb lepusztulás ott volt, ahol a paleozoikum felszínre került vagy ahol a ladini dolomit képezi az alaphegységet. A legerőteljesebb lepusztulást nem feltétlen a legerőteljesebb karsztosodás követte, hiszen az a teljes karbonátos-sorozat letarolásához vezethetett.

A földtörténet során a tenger alá kerülő tönkhegység, vagy annak egy része újra felszínre kerülhet, a fedőképződmények lepusztulása után újra karsztosodhat, amelynek orientációját a már kialakul paleokarszt újraéledése érdemben befolyásolhatja. *Az ismételt elmozdulások során a fő-szerkezeti övek mentén ahol a karbonátos kőzettömeg több száz vagy akár 1000 m-es vertikális elmozdulást szenved, ott az egymással érintkezve mozgó, egymást dörzsölő rideg kőzettest föllazul és ahol a törések két oldalán a karbonátos kőzetek érintkezése nem szakad meg, a fellazult övezet utat nyit a mélyebb tározókból való vízfeláramlásnak.*

A feláramló víztömeg a keveredési korrózió, a felmigráló vulkáni, metamorf, vagy szerves bomlásból származó, a vízben járulékos széndioxidként megjelenő széndioxid korróziója, a közvetlen ionos oldódás és a feláramló víz fizikai korrózió hatására a szerkezeti törések kitágulnak. *Ezt a jelenséget szokás mélybeli karsztosodásnak is nevezni, valójában azonban karsztjelenségnek csak annyiban tekinthetjük, hogy kialakulásában sajátos mélybeli széndioxidos korrózió hatására meghatározó szerepe van.*

2.2.3. Felszín alatti vízáramlási rendszerek

A dolomitok térbeli részrendszeréből következően magában a kőzettömegben szivárgás és mikroszivárgás folyik, a mélyre hatoló szerkezeti törésekben kialakuló vízmozgás pedig, már egyértelműen az áramlási tartományba sorolható. A karbonátos tározó mélyre hatoló szerkezeti törések mentén feláramló víz (elegendő többlet széndioxid birtokában) korróziós oldódással bővítheti a szivárgás és az áramlás útvonalát.

A vertikális réshálóval átszőtt térbeli mikroréshálóba való felülről történő beszívárgás jellegét a térbeli mikrorésháló sűrűsége, ill.

vízáteresztő képessége határozza meg, következésképpen ezen az úton való mélybeszivárgás rendkívül lassú, és a víz hőmérséklete többé-kevésbé egyensúlyba kerülhet a természetes földi hőáram mértékével. A töréses övekben vagy a mészkövek karszteredetű rendszerében gyorsan lefelé áramló víz pedig lehűti a környezetét.

A rendszer hőállapotát a kőzet hőkapacitása, mélybeli elhelyezkedése és a természetes földi hőáram alakítja ki. Az intenzív mélybeszivárgás hűti, az intenzív feláramlás fűti a hatáskörzetet. *A Dunántúli-középhegység területén olyan magmás, vagy vulkáni tömeg nem ismeretes, amely felfűtést, geotermikus anomáliát okozna. A térségben ismert geotermikus anomáliákat vízáramlásos hőtranszport hozta létre.*

A felszín alatti vízáramlás nélkülözhetetlen feltétele a vízvezetésre képes kőzettömeg, beszivárgás, megcsapolás és a közöttük lévő szintkülönbség, ill. nyomáskülönbség. Nem szükséges külön igazolni, hogy tömött, vízvezetésre alkalmatlan, kvázi vízzáró, vízrekesztő kőzetben bizonyos speciális vízmozgás kialakul ugyan, a szivárgási és/vagy áramlási tartományba eső vízmozgás azonban nem. *Azt is könnyű belátni, hogy a kőzetekben tárolt víz, utánpótlódás nélküli megcsapolás esetén leürül és tartós áramlás nem alakulhat ki. Megcsapolás hiányában pedig a kőzet hézagjai telítődnek és túlcsonkítás következik be.*

Megcsapolás és utánpótlódás hiányában, nagy vastagságú vízvezetőképességekben tárolt vízben geotermikus felfűtés hatására tartós cirkulációs vízmozgás jöhet létre. A geotermikus hatásra felmelegedő víz térfogatsúlya a hőmérséklet növekedés függvényében csökken, ezért a víz felfelé mozog, amikor pedig kisebb hőmérsékletű zónába ér, térfogatsúlya növekedvén lefelé süllyed. Ezt a jelenséget nevezzük hőliftnek.

Utánpótlódással és megcsapolással jellemzett áramlási rendszereknél a kényszerpályán mélyre kerülő, geotermikus hatás alá kerülő víztömegben ez a jelenség szintén érvényesül, azzal a különbséggel, hogy cirkuláció nem jön létre és a felemelkedő víz a megcsapolásnál távozik és a hőlift nem cirkulációt okoz, hanem a forrásműködést segíti elő.

Repedezett karsztosodott tározókban abban az esetben, ha a víz erózióbázisnál mélyebbre való jutását vízzáró réteg akadályozza meg, akkor a beszivárgó csapadékvíz lassabban, vagy gyorsabban lehűlhet és a karsztforrás vagy csak csapadékos időszakban működik, vagy vízhozama szélsőségesen ingadozó.

Az ilyen, végeredményben átfolyó áramlás legfontosabb jellemzője, hogy a beszivárgó víznek nincs módja mélyebbre szivároggni, ezért a geotermikus hatások nem érvényesülhetnek. A forrásvíz hőmérséklete az évi átlagos hőmérsékletnek felel meg és/vagy a víz hőmérséklete jól érzékelhetően ingadozik, záporok és felhőszakadások esetén hordalékossá válik. Átfolyó víz-áramlás alakulhat ki az erózióbázisnál magasabban fekvő barlangrendszerek esetén is (19. ábra). A Középhegység területén talán legjellegzetesebb ilyen a zámolyi Nagy-forrás, amely száraz időszakban többször a kiszáradás szélére került.

A nagy vastagságú karbonátos kőzettestben a beszivárgó víz egy része térbeli hidraulikai gradiens hatás következtében eleve mélybe szivárog és az érvényesülő geotermikus hatás következtében langyos vizű áramlási rendszerek alakulnak ki. Sekély mélységű kényszerpályákat szerkezeti okok is létrehozhatnak. A hegység területén a nóri földolomitban egészen a karni rekesztő

sorozatig nincs akadálya a korlátozott mélybeáramlásnak, ennek megfelelően rendkívül gyakoriak, sőt a Móri-árokktól É-ra eső térségekben a langyos vizű áramlási rendszerek általánosak.

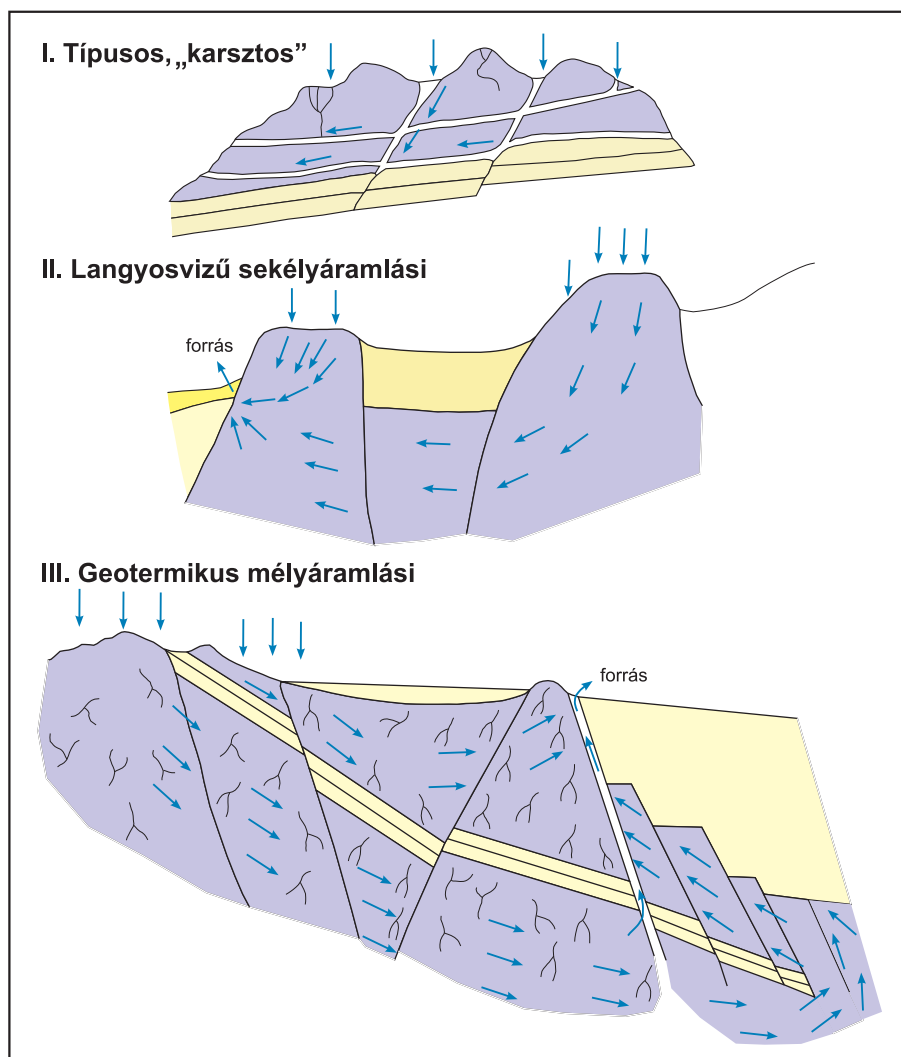
A középhegység területén természetes körülmények között működő karsztforrások a hidraulikailag összefüggő egységes karsztvízrendszert oly mértékig tagolták, hogy a középhegységi karsztvízrendszer egységének és összefüggésének felismerése a 20. sz. közepéig váratott magára. Ma már bizonyos, hogy az egyes önálló karsztvízáramlási rendszerek dinamikus egyensúlyban érintkeznek egymással.

Ennek megfelelően természetes következmény, hogy a bányavíz emelés hatására az áramlási rendszerek határai, kiterjedése stb. észrevehetően elmozdulnak és az igénybevétel függvényében változnak.

Szélsőséges negatív geotermikus anomáliát találtak az Oroszlány–Majk pusztán 1022-es számú fúrásban, ahol 713 m-ben 19°C talphőt mértek, ami

79,2 m/C geotermikus mélységlépcsőnek felel meg (gm). Bakonysárkányon 562 m mélységből 17°C-os vizet nyertek, ami 80 m/C gm-nek felel meg. Mindkét esetben karsztosodott mészkövet csapoltak. A Vácott a Szőnyi T. közben mélyített fúrás 1089 m-ben 30°C-os talphőt (54,45 gm), a másik váci fúrásban 1172 m-ben 44°C (39,06 gm) talphőmérsékletet mértek.

A fúrásokból nyert információkat minden esetben fenntartással kell fogadnunk és alaposan elemezni. A fúrás mélyítése során a tartós öblítés lehűti a kőzetet, és a tényleges geotermikus állapot csak megfelelő idő elteltével áll helyre, amit legtöbbször nem várnak be. A karszt-



19. ábra. A karsztos áramlási rendszerek fő típusai (Alföldi L. 1965)

sodott, repedezett rendszereknél az esetek nem kis hányadában nem ismerjük a vízbeáramlás pontos helyét, mélységét.

A tatai Fényes-források hozamcsökkenésének ellensúlyozására 565 m mély fúrásból 1460 l/perc vizet termeltek, 27°C talphőmérséklet mellett. A kút végig nyitott volt, nem tudjuk, hogy a felső szakaszban mennyi hidegvíz keveredett be. Melegebb víz reményében a fúrást tovább mélyítették 1272 m-ig, úgy, hogy az előző szakaszt átcsövezték. 1249 m-ben 33,9°C talphőmérsékletet mértek (52,25 m/C gm), a vízhozam pedig változatlanul 1460 l/perc volt szabad kifolyással, pedig a felső és az alsó szakasz között nagy áteresztő képességű kontraszttal jellemzett közetszakaszt fúrtak át.

Első rátekintésre szabályos inverzióval állunk szemben, hiszen a mélyebb szakaszban a gm lényegesen nagyobb a sekélyebb szakaszénál. Feltűnő azonban a vízhozam azonossága. Ilyen vízáradókban a csövezés nem zárja ki a csővel átfedett szakasz mögötti vízmozgást, vagyis nem lehet kizárni a cső mögötti lekényszerített vízáramlást, annak negatív hőlift hatását és hűtő hatását sem.

A budapesti Pascal Malomnál a hévízkutató fúrás 1397 m-ben érte el az alaphegységet, a vízáradó jelenlétét teljes vízszökés jelezte. Ezt követően a paleogén és a neogén üledéksort 6 5/8"-os csőrákattal kizárták és a csősarut a talpra állították. 12 óra elteltével a csőrákat megcsúszták, és 338 m mélyen behatolt egy repedésbe (szondával ellenőrizve). Vagyis addig a mélységig a rés legalább 20 cm széles kellett, hogy legyen. A repedés valószínűleg mélyebb volt, lehet, hogy már 20 cm-nél keskenyebb, de lehet, hogy a csak függőlegestől való eltérése érte el azt a mértéket, hogy a csőrákat elakadt. Ha a cső nem csúszik be, akkor a geotermikus mélység lépcsőt a talpra vonatkoztatva számítjuk, most számíthatjuk a megnövekedett talpra, vagy akár annál néhány száz méterrel mélyebbre is. A hasadék teljes hosszában azonos hőmérsékletet mértek, ennek megfelelően 1397 m-re vonatkoztatva 19,6 m/C, 1375 m-re vonatkoztatva 24,3 m/C, 2350 m-re vonatkoztatva 33,0 m/C gm számítható. Ez utóbbi elméleti érték azt jelenti, hogy ha a hasadék addig a mélységig tart, és a víz onnan áramlik fel, akkor a mélységlépcső a világtalaggal egyező.

Hangsúlyozni kell, hogy az utolsó magminta 1385 m-ből eocén lithotamniumos mészkő volt, vagyis az alaphegység kőzetanyaga ismeretlen. Feltehetően, de csak feltehetően triász. A fúrás a Budai-hegységet átszelő nagyszerkezeti törésre települt.

Ugyancsak ismeretlen az alaphegység a Csepel I., Csepel II. fúrások esetében. Az első csepeli fúrásban az oligocén kiscelli agyag alsó homokkőves szinttáján teljes iszapvesztés jelentkezett, az ezt követő magfúrás tömött kalcitkitöltést produkált, amiből arra következtettek, hogy az alaphegység repedés kitöltéseit harántolták. Ennek megfelelően a kutat a triász alaphegység megnyitásával

szokásos nyitott furattal képezték ki (1111–1129 m-ben), mert arra számítottak, hogy a tömött kemény alaphegység tartósan állékony marad.

A kút termelésbe állítását követően a víz pirites piritgumós márgát kezdett hordani, végül a kút vízhozama 1200 l/percről 100 l/perce csökkent, mert a támasz nélkül hagyott furat összedőlt. Ezután 60 m-rel távolabb újabb fúrás mélyült, amely eocén mészkőből kapott vizet. A teljes öblítőiszap-vesztés miatt a továbbfúrás nem vállalták, és a kutat eocén mészkőre képezték ki. Ezek szerint mindkét csepeli fúrásban az alaphegység ismeretlen maradt. A két fúrás között az oligocén szintek alapján legalább 100 m elvetési magasságú, az oligocénnél fiatalabb nyitott vetőhasadék van és a hasadék az oligocén agyagmárgában ma is aktív. (Mészmárgából kapja vizét a Lukács II-IV. kút és a Margitsziget I. kút is.)

A két fúrás tapasztalata arra utal, hogy a mélyből felfelé áramló víz az oligocén homokkőves, agyagos, márgás sorozatában is képes volt vetőmenti kavernásodást létrehozni, valószínűen egyszerű fizikai erőziónál. Mindenesetre a hévíz erős agresszivitása a karsztos oldódás lehetőséget sem zárja ki, de akkor is kérdéses marad az agresszivitás és a széndioxid eredete.

Budapesten és környezetében hévízfeltáró fúrások arra utalnak, ill. azt bizonyítják, hogy a fő szerkezeti vonalak mentén 1000 m-nél nagyobb mélységekben még deciméter nagyságrendű (átmértő) mélyre hatoló nyitott hasadékok (vagy karsztüregek) mentén intenzív vízféláramlás folyik a forrásvonal felé.

Ezek a fúrások a köztömb belsejében uralkodó viszonyokra nem nyújtanak bizonyító erejű tájékoztatást és nem tudjuk, hogy a megnyitott kaverna, barlangjárat, hasadék milyen mélységig nyitott, aktív. Elvileg a talpra számított gm-ek csak a feláramlásra utalnak, a víz mélységi eredetére nem.

A népliget-i fúrás eredménye minden tekintetben igazolta, hogy a térségben pozitív természetes hőfluxus anomália nincs.

A fúrás általános meglepetésre meddőnek bizonyult, mert jó rekesztő, alig repedezett tűzköves dolomitot, dolomitos tűzköves mészkövet harántolt. Az 1888 m-ben leállított fúrásban a hévízrendszer tőszomszédságában viszonylag rendkívül alacsony hőmérsékletet mértek (65°C), 34,3 m/C gm. Ez volt az első egyértelmű bizonyíték arra, hogy Budapest térségében nincs pozitív hőfluxos anomália és a geotermikus mélységlépcső, ill. a gradiens lényegesen kisebb a medencebeli átlagnál. Egyértelművé vált, hogy a térségben helyenként mérhető geotermikus anomáliát a mélyből feláramló melegvizek felfűtő hatása okozza.

A városligeti 1. sz. hévízkutató fúrásban 916 m-es talp mellett 74,0°C-os talphőmérsékletet, a városligeti 2. sz. fúrásban 1257 m-ben

75°C-os talphőmérsékletet mértek. A mélység különbségtől függetlenül, a két közeli kút víz-hőmérséklete gyakorlatilag azonos. Az egyik fúrásban mészkövet, a másikban dolomitot harántoltak, ami tekintélyes szerkezeti elmozdulásra utal. Az 1. sz. fúrás vízhozama 400 l/perc, a 2. sz. fúrás vízhozama 3600 l/perc. A vízhozam és a víz-hőmérsékletek között összefüggés nem mutatkozik, ez a jelenség másutt is tapasztalható.

A Tatai-tóforrás eredeti hozama 1919. évi mérések szerint 156 m³/perc volt, 21–22°C-os víz-hőmérséklet mellett. 1962-re a bányászati víz-telenítés hatására a hozam 21 m³/percre, 1968-ben pedig 13 m³/percre csökkent, változatlan hőmérséklet mellett. A hozam és hőmérséklet között semmiféle összefüggés nem volt kimutatható és a jelentős vízhozam csökkenés ellenére a forrás-víz hőmérséklete gyakorlatilag változatlan volt. A Fényes-források hozama az 1927. évi 72 m³/percről 1962-re 15,4 m³/percre csökkent, anélkül, hogy a forrásvíz hőmérséklete változott volna.

Hasonló tapasztalatokat lehetett szerezni a Hévízi-tó környezetében, sőt magánál a forrásnál is, ahol is a forrás hozamának jelentős csökkenése ellenére magának a melegvízforrásnak a hőmérséklete nem csökkent, természetesen a kisebb vízhozam miatt a forrástóban lévő víz hőmérséklete csökkent.

Annak ellenére, hogy a mélybeli oldódás lehetősége 3000–4000 m mélységben sem kizárt, sőt meghatározott feltételek megléte mellett törvényszerűen bekövetkezhet, a *Dunántúli-középhegység fő tömegére vonatkozóan a nagymélységű vízáramlást nem tekinthetjük jellemzőnek, mert sem a hegység területén, sem annak szegélyén 30°C-nál nagyobb hőmérsékletű természetes források nem erednek. Az ÉK-i szárnyon, a Budai-hegység szegélyén feltörő tipikus hévforrások egyedülállóak nemcsak a hegység és elfedett tározója, hanem az egész Kárpát-medence területén.*

A középhegységgel kapcsolatos karsztvízháztartási számításokat sajnálatos módon budapesti hévizek néven egységesen kezelik, a 18–22°C-os forrásokat a 40–60°C-os kifolyó víz-hőmérsékletű, jellegzetes összetételű típusos hévizekkel. A 40°C-nál nagyobb átlag hőmérsékletű természetes források eredeti becsült hozama (Gellért-hegy, József-hegy) 5,5 m³/perc, ami az összes források hozamának mindössze 19,1%-a. Az irodalomban és a gyakorlatban budai vagy budapesti hévizek néven emlegetett előfordulás forrásainak legalább 80%-a langyos, József-hegy környékén 25°C, az É-i csoportban (Római-fürdő, Csillag-hegy) 20°C átlaghőmérséklet.

A bányászati víz-telenítés hatása a langyos vizeket közvetlenül érintette, vagy érinthette, a melegvizeket azonban nem. A langyos források és a hévizek feltörési helyei te-

rületileg is elkülönülnek, a melegforrások a Lukács-fürdő K-i részén és attól D-re fakadnak. Így a Lukács melegforrásai 55°C-os, a Rudas-fürdő forrásai 40–42°C-os, Gellért-fürdő forrásai 45–47°C kifolyó-víz-hőmérsékletűek.

A Lukács-fürdő langyos forrásai 22–25°C-os, az óbudai Árpád-forrás 19°C-os, a Római-fürdő forrásai 21°C-os, a csillaghegyi Árpád-forrás 21°C-os vizei jól illeszkednek, az esztergomi 26°C-os, a sárisápi 18°C-os, a dunaalmási 24°C-os, a Tatai források 21–22°C-os hőmérsékletéhez és vízkémiai összetételük is megegyezik a térség többi langyos forrásainak vízével.

Meglepő eredményt szolgáltatott a Tököl I. sz. szerkezetkutató fúrás, amelyben a várakozástól eltérően 1500 m-en a diploporás dolomithoz hasonló fáciesű kőzetet harántoltak. A dolomit kora ladininek tűnik, de JÁMBOR ÁRON a perm besorolás lehetőségét sem zárta ki. A fúrásban a kis fúrási átmérő miatt vízvizsgálat nem volt. A többszörösen ellenőrzött és közvetett bizonyítékokkal alátámasztott mérés szerint a talphőmérséklet 126°C volt, ami intenzív mélyből való forróvíz feláramlásra utal. Ez a hőmérséklet nem tekinthető túlzottnak, mert a Diósd I. sz. szerkezetkutató fúrásban az oligocén sorozat alatt elért perm tengeri-sorozatban a talphőmérséklet 102°C volt, és a kis átmérőjű furatból vizet is sikerült termelni.

A diósdai fúrásban az oligocén képződmények alatt a hegységben jól ismert középső- és felsőtriász karbonátos sorozat teljesen hiányzik és a 102°C-os víz a felsőperm mészköves dolomitos-anhidrites sorozatából került a furatba. A magminták alapján sem diszkordancia, sem üledékhány nem volt felismerhető, ezért a perm karbonátos képződmények karsztosodása sem volt kimutatható. Természetesen nem zárható ki az, hogy a fúrástól távolabb, már az alsótriász is hiányozhat. A térségben a változatos lepusztulás egyébként jól ismert.

Az mindenestre a magmintákon szemmel látható volt, hogy a perm karbonátos sorozat nemcsak jól repedezett tározó, hanem a benne észlelt oldásos üregek a vízvezető képességet határozottan javították, olyannyira, hogy a keskeny fúrási szelvény ellenére felszökő vizet sikerült termelni a furatból.

Bizonyítottak látszik, hogy a kőzettömegben a háromdimenziós, térbeli résrendszerben szivárgó vizet szerkezeti törések gyűjtik össze és morfológiai mélypontokon a helyi vagy nagytérségű erózióbázis mentén források alakjában hozzák a felszínre.

Elgondolkodtató, hogy a Móri-árokktól ÉK-re lévő térségben hidegvízű, vagyis egyszerűen túlcorduló karsztforrások nem voltak ismereteseek.

A budapestihez hasonló melegvízforrások, mint a Gellért-fürdő 45°C-os, a Rudas- és Rácz-fürdő 42°C-os, a Lukács-fürdő 55°C-os vizei a Dunántúli-középhegységben máshol nem fordulnak elő. A forrásvonalától távolabb mélyített fúrások 70–80°C-os, a D-i szárnyon 102–126°C-os vizeket is tártak fel, ami egyedülálló a hegység teljes területén.

A budai hévizekben fellelhető elemtárulásra vonatkozóan már KESSLER H. kimutatta, hogy azokban semmiféle olyan elem nem található, amely a közönséges hideg karsztvízben ne fordulna elő. Ez a megállapítás kicsit túlhangsúlyozta a karsztvíz jelleget és feleltette azt, hogy a karsztvizekhez képest szokatlanul nagy a nátrium, kálium, klór, a szulfát és a metakovasav tartalom, ami a tipikusan melegvízi források rendszerében az országban egyedülálló jelleget kölcsönöz.

Nem kell különösebb logikai készség annak feltételezésére, hogy a budapesti típusú hévizek legalább 3000 m mélységben lévő tárolókból erednek, valószínűen a Budapesttől DK-re fekvő, ÉK–DNy-i irányba elhúzódó mélysüllyedék alaphegységéből.

A víz kémiai összetétele alapján, figyelemmel a viszonylag nagy szulfáttartalomra, arra lehet következtetni, hogy a felszálló víz a tabajdi és a diósi fúrásból ismert felsőpermi meszes, anhidrites képződményekből is kap utánpótlódást.

A hazai geotermikus vizsgálatok egyértelműen bizonyították, hogy a Kárpát-medencében nem található olyan fűtőtest (magma-be nyomulás, holocén vulkanizmus stb.), amely geotermikus anomáliát hozna létre. Magában a medencében kéregszerkezeti okokból a természetes földi hőáram nagyobb ugyan a környezeténél, mégis a kisebb régiók geotermikus körülményeit a kőzettömeg hővezető képesség különbsége és a vízbeáramlás útján létrejövő hőtranszport mértéke határozza meg.

A középhegység karsztrendszerébe mélyített fúrások és a karsztvizet csapoló bányászat adatai azt mutatják, hogy az egész területen erőteljes hőfelhasználás folyik és a geotermikus mélységlépcső néhány kivételtől eltekintve nagyobb a világtátlagnál. Pozitív geotermikus anomáliákat csak ott észleltek, ahol a mélybe szivárgó és ott felmelegedő víz szerkezeti övek mentén a felszínre áramlik és felfűti a környező kőzeteket.

Sem a középhegység, sem az eocén szén-medencék geotermikus viszonyai nincsenek kellő részletességgel feltárva, a legfontosabb jellemzők azonban felismerhetők.

A melegforrások környezetét és természetesen a hévízfeltáró fúrások környezetét kellőképpen feltárták és a bányászati kutatások is szolgáltattak néhány figyelemreméltó adatot.

A Vértes és a Budai-hegység közötti területen a Bicske B14 sz. fúrásban 385 m-ben 27°C, a K18 sz. fúrásban 420 m-ben 33°C, az Egyek K1 sz. fúrásban 386 m-ben 25°C, a R3 sz. fúrás 527 m-ben 37,5°C-ot mértek. Ezek szerint a geotermikus mélységlépcső: 22,0 18,5, 23,8, 23,4 m/°C. A Herceghalom mellett lemélyített egyik kút fúrás 774–850 m közötti szakaszából nyert vízből számított mélységlépcső 19°C, a másik későbbi fúrás 285–359 m közötti szakaszából 11,5 m/C geotermikus mélységlépcső számítható, vagyis ezeken a területeken a Középhegységben szokásos negatív anomália helyett pozitív anomáliára utaló jelek mutatkoznak.

A szerkezetkutató fúrások, a kút fúrások és a bányászati fúrások alapján kirajzolódó pozitív anomália szorosan illeszkedik a dél-budai magas hőmérsékletű vízfeláramlási övezethez. A térségben a triász nagyrészt lepusztult és a lagunáris perm jelenléte valószínűsíthető. A vízvezető karbonátos sorozat medencebeli vonulata az üllői mélysüllyedék DNy-i részéhez kapcsolódik. Mindezekből következik, hogy ebben a térségben a medencealjzat nagy mélységeiből 3500–4000 m mélységből való vízfeláramlással kell számolni.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a Dunántúli-középhegység karsztos repedezett tároló rendszere hidraulikailag összefüggő egység, amelyen belül beszivárgási övezetekkel, tektonikai igénybevétellel, nagy ellenállású zónákkal és helyi erózióbázisokkal szabályozott, viszonylagos önállósággal rendelkező karsztvízrendszerek természetes egyensúlyban voltak, de bármelyikben bekövetkező változás módosította a szomszéd rendszer határfeltételeit (ALFÖLDI L. 1979).

A felszín alatti vízáramlási rendszer önálló karakterrel rendelkező részegységei a földtani jellemzőkkel meghatározott hegység teljes kőzettömegét átszövik.

A korábban leírt nagyszerkezeti vonalakkal (lineamentumokkal) határolt földtani egység teljes kiterjedése 20–25 ezer km², ezen belül néhány százaléknyi lehet az a terület, ahol a karbonátos kőzettömeg kisebb-nagyobb tömegben, mintegy átdőfi a fiatalabb fedőképződményeket, és fiatalabb üledékekkel mintegy gallérszerűen övezve szálban álló kőzettömegként jelenik meg a felszínen. Az ilyen sasbérc szerű kiemelkedés utat nyit a csapadékvíz felszín alá való jutásának, szaknyelven szólva a vízáramlás fenntartását biztosító utánpótlódásnak, valamint a vízáramlási rendszerek természetes megcsapolásának, a forrásoknak is.

A források természetesen a helyi erózióbázis szintjének megfelelően alakulnak ki, és lokális rendszerekre tagolják az egyébként összefüggő, egységes felszín alatti vízáramlási rendszert. *A Dunántúli-középhegység teljes területén legalább kéttucat önálló hidraulikai határok mentén elkülönülő felszín alatti sekély áramlási rendszert lehet megkülönböztetni.*

A mai karsztforrás működés egyik legfontosabb jellemzője, hogy a híg forrásvizekből a mészkő kiválás minimális (beleértve a langyos és a meleg forrásokat is). A források morfogenetikai és vízkémiai jellege alapján bizton elfogadhatjuk a szakspecialisták azon állítását (SCHEUR GY.-SCHWEITZER F. 1974), miszerint az új típusú forrásműködés a pleisztocén szerkezeti mozgások során alakult ki, ill. alakította ki a mai megcsapolásokat.

A változatos és nagyszámú földtani esemény során a mezozoos, repedezett, karsztosodott, jó vízvezető kőzettömeg kis távolságon belül is különböző térbeli helyzetbe került, s ennek során alkalmasint más vízrendszerekkel is kontaktusba kerülhetett.

A térbeli változékonyság következtében az egyébként hidraulikailag egységesnek tekinthető mélybeli vízáramlási rendszer tovább tagolódott és önálló karakterű vízrendszerek jöttek létre (csak Budapest térségében legalább 4–5 önálló részrendszer valószínűsíthető).

Néhány évtizeddel ezelőtt még úgy gondoltuk, ill. meg voltunk győződve arról, hogy a mélybeli vízáramlási rendszerek utánpótlódási területeit kellő biztonsággal meg tudjuk határozni. Tulajdonképpen a bányászati víztelenítés következményei és az azóta mélyült fúrások hívták fel a figyelmet arra, hogy a részegységekre bontott vízháztartási számítások, különösen a mélyáramlásokra vonatkozóan nemcsak bizonytalanok, de félrevezetőek is.

A Bányavíz Szakbizottság működése óta eltelt néhány évtized tapasztalatai arra utalnak, hogy a hidraulikus vezérlésű geotermikus áramlási rendszereknél és sekély áramlás (400–500 m) esetén a rendszer működését elsősorban a hidraulikus vezérlés, a vízelvonás és utánpótlódás határozza meg.

Ma már egyre inkább az a véleményem, hogy az aránytalanul nagy tárolóterrel rendelkező tagolt mélyáramlási rendszerek működésének elemzésénél, a kiterjedt, térben tagolt geotermikus tér működésének tanulmányozására lényegesen több figyelmet kell fordítanunk. *Elég, ha csak arra gondolunk, hogy ma már mélyfúrásokon keresztül a budapesti (pontosabban a középhegységi) hévízrendszerből a korábban számított utánpótlódás mértékénél legalább kétszer, háromszor többet termelünk ki anélkül, hogy a kitermelés káros következményei a rendszer paramétereinek változásában megmutatkoztak volna.*

Különösen nehezen értelmezhetővé vált a Gellért-rendszer működése, miután Velence és Gárdony határában is Gellért-karakterű vizeket termelnek, a permo-triász karbonátos képződményekből. *Egyre kevésbé tudjuk a mélyáramlási rendszer utánpótlódási területét meghatározni, és különösen nagy nehézségeink vannak a rendszer működésének megismerését illetően.*

Mindezeket tanulságként, ha vázlatosan is, azért vetettem fel, hogy ennek a kiadványnak az olvasói és az egykori események résztvevői elgondolkozzanak azon, hogy a karsztvízszint alatti bányászat idő előtti megszüntetésével kapcsolatosan a hévizek veszélyeztetésével való riogatás mennyire egyoldalú, hibás szemlélet eredménye volt.

3. A KARSZTVÍZTERMELÉS HATÁSA A DUNÁNTÚLI-KÖZÉPHEGYSÉG VÍZHÁZTARTÁSÁRA

CSEPREGI ANDRÁS

3.1. Áttekintés

A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolója 10 000 km²-t meghaladó területével az ország legnagyobb karsztos víztartója. A Hévízi-tó és a budapesti fürdők gyógyvizei, a tapolcai Malom-tó, a veszprémi Séd, vagy a tatai Fényes-források mind ugyanebből az összefüggő víztartóból kapják vizüket. A tárolóra mélyült és kiváló minőségű ivóvizet adó nagyszámú vízműkút, a nyirádi, tatabányai vízvágatok és vízaknák, amelyek a hozzá kapcsolódó regionális hálózatok vízbázisai, ugyanezt a tárolót csapolják meg. A szén- és bauxitbányák művelésekor a karsztvíztárolóból betörő víz is fenyegető veszélyt jelentett a bányákra.

A karsztvíztároló csaknem természetesnek tekinthető vízforgalmát az 1950-es évektől egyre intenzívebbé vált, a karsztvízveszélyes bányák biztonságát szolgáló vízemelések alapvetően átalakították. Az 1951–1990 közötti időszakban a bányászat által több térségben koncentráltan kitermelt kb. 10 milliárd m³ karsztvíz jelentősen meghaladta a helyi és a regionális utánpótlódás mértékét, nagymértékű vízszint-süllyedést okozott a karsztvíztárolóban, és sok nagyhozamú karsztforrás elapadásához vagy hozamának csökkenéséhez vezetett. A középhegységi főkarsztvíztároló területén gyakorlatilag csak a Hévízi-tó, a budapesti termális források, a Balaton-felvidéki és a Veszprém-Öskü környéki források nem apadtak el, bár hozamuk időnként ezeknek is kritikusan lecsökkent. Az 1966–1989 közötti időszakban a bányászati víztermelés rendre meghaladta az általunk számított átlagos beszivárgás 500 m³/perc körüli értékét. A vízmű-, termál- és egyéb célú kutak vízkivételei, valamint a források hozamát is figyelembe véve a vízkivétel mintegy 60%-kal haladta meg a számított utánpótlódást.

A tárolóból fakadó hideg- és melegvízű források hozamának, a karsztvíz szintjének, a bányászati- és ivóvízcélú vízkivételek hozamának rendszeres mérése már az 1950-es években megkezdődött. Abban az időben épült ki a forrásmérőháló-

zat, és az első karsztvízszint-észlelő kutak is akkor mélyültek. A karsztvíztúlermelés nyomán a tárolóban megindult nyomáscsökkenés megfigyelésére 1968-ban kezdődött a karsztvízszint-észlelőhálózat kiépítése. A fokozatosan bővülő hálózat jelenleg több mint 230 működő észlelőkútból áll, nagy részük regisztráló műszerrel van felszerelve. Az észlelőkutak mérési idősorai, a termelőkutakban végzett vízszintmérések adatainak összegyűjtésével, a VITUKI-ban 1968-tól, évente kiadásra került a Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképe. A térkép mellett változó rendszerességgel részletes értékelő jelentés is készült a tároló utánpótlódását meghatározó csapadék- és számított beszivárgási viszonyokról, a vízkivételek és nyomásviszonyok alakulásáról.

Az 1990-es évektől megszűntek, ill. csökkentek a bányászati víztelenítések, ezért a középhegység területén megindulhatott a karsztvízkészletek regenerálódása. Az utóbbi években a bányászati vízkivételek drasztikus csökkenésével, és a karsztvíztárolóban megkezdődött regenerálódás nyomán a karsztvízkészlet túlermelésével kapcsolatos aggodalmak megszűntek. A kétségtelenül regenerálódó készlet mellett is még legalább tíz-tizenöt év kell az új egyensúlyi állapot kialakulásáig, amely a már meglévő vízigények kielégítése miatt sem érheti el, csak megközelítheti a régi természetes állapotot. A korábbi bányászati objektumok ivóvízcélú termelésének mennyisége napjainkra lényegében megegyezik az egyéb, egyedi kutakból, forrásfoglalásokból történő ivóvíztermelés mértékével. A víztermelés csökkenésének kimutatható hatása elsősorban a vízszintek, és a nyomások jelentős emelkedésében, az alacsonyabb szinteken fakadó forrásoknál a hozamok növekedésében, ill. egyes körzetekben, pl. Tata térségében néhány forrás újbóli megindulásában mutatkozott.

A Dunántúli-középhegység karsztos tárolója, az ún. főkarsztvíztároló vízháztartásában az utóbbi évtizedekben részben természetes, részben az emberi beavatkozások hatására lényeges változások következtek be. A változ-

sokról, a visszatöltődés várható alakulásáról, vízmérleg- és modellvizsgálataink alapján szándékozunk képet alkotni. A vizsgálatok magukba foglalják a Balaton-felvidék karsztrendszerét is, bár ezt a területrészt vízföldtani szempontból önálló, sekély mélységű kisebb víztartók tagolják, amelyek hidraulikailag függetlenek a főkarsztvíztárolótól.

A tárolóban az 1950-es években mért karsztvízszintek és forráshozamok áttekintésével, a még természetesnek tekinthető állapotot jellemezhetjük. Ezt követően a tároló vízmérleg-elemeinek a meghatározásával foglalkozunk, bemutatva a vízmérleg alakulását az elmúlt több mint 50 évre visszatekintve. Végül hegységterületenként értékeljük a tárolóban bekövetkezett változásokat, és a modellvizsgálatok alapján előrejelzést adunk a tároló visszatöltődésének várható menetére és következményeire vonatkozóan.

A Dunántúli-középhegység vízháztartásának változását a vízmérleg dinamikus egyensúlyának felbomlása jelzi, aminek megértéséhez a mérlegelemek vizsgálata nélkülözhetetlen. A bekövetkezett változásokat hegységként, ill. a forráscsoportok vízgyűjtő területei szerint is meghatározhatjuk. A tároló visszatöltődésének várható menetére és következményeire vonatkozóan a vízszintmérések és a modellvizsgálatok alapján tudunk előrejelzést adni.

3.2. A főkarsztvíztároló utánpótlódása

A nyílt, karsztos felszínre lehulló csapadék kőzetbe leszivárgó hányadát tekintjük a karsztos tárolók utánpótlásának. A főkarsztvíztárolót alkotó, jórészt felsőtriász karbonát összlet felszínére hulló csapadék 20–40% körüli hányada beszivárog, jelentős része elpárolog, egy kis része pedig a felszínen lefolyik. A beszivárgó hányadot, ami a csapadék éven belüli eloszlásának és mennyiségének függvényében változik, beszivárgási százaléknak nevezzük.

Tipikus, klasszikus karszterületeken, ahol a leszivárgó víz oldó hatása következtében a repedések mentén nagyobb üregek, barlangok, a felszínen pedig töbrök, dolinák alakulnak ki, az utánpótlódás számításánál figyelembe kell venni az itt összegyűlő és elnyelődő vízhozamot is. A Bükk-hegység és az Aggteleki-hegység karsztfennsíkjai nagy számban találunk ilyen

karsztos mélyedéseket, amelyekben elnyelődő víz a tároló utánpótlódásában szintén szerepet játszik, de aránya a mérések szerint az 5–10%-ot nem haladja meg (MAUCHA L. 2000).

A klasszikus karszterületekre általában jellemző a kettősség, ami a kőzettest mikroporózitása és a barlangjáratok eltérő hidraulikai tulajdonságaiból következik, a barlangosodó részporozitás, a vízszállítóképesség és az utánpótlás vonatkozásában egyaránt megmutatkozik. A középhegységi főkarsztvíztároló nagy részét alkotó Fődolomit, sőt még a Dachsteini mészkő hidraulikai tulajdonságai a porózus rétegekhez hasonlóan a kőzetre jellemző porozitással, vízszállítóképességgel leírhatók. A középhegységi tároló csak gyengén karsztosodott, ami a tipikus karsztjelenségek és a karsztos felszínformák hiányában egyaránt megmutatkozik. A dolomitos tárolórészekben más karsztos területekhez képest kevés barlang van, a másutt jellemző víznyelők, dolinák, töbrök itt legfeljebb csak alárendelt szerepet játszanak.

Ennek megfelelően a területen lévő karsztforrások sem mutatják azokat a jelenségeket, amelyek az erősen karsztosodott, fejlett járatrendszerrel, víznyelőkkel rendelkező karsztforrások sajátjai, mint a csapadékos időszakot követő, több nagyságrendben emelkedő hozamok és ezt követő kiürülések, ill. ezzel párhuzamos vízminőségi változások. Amíg a fejlett járatrendszereket tartalmazó karszterületeken a beszivárgási időszakokban a járatokban kialakuló felszín alatti lefolyás következtében a forrásoknál gyakran árvízi hozamok alakulnak ki, addig a dolomitos tárolóknál ugyanez a karsztvízszint emelkedésében jelentkezik, a források hozama pedig csak ezt követően, a megnövekedett vízszintesítés következtében kezd emelkedni. Ezért a forrás hozama időben elhúzódva, és kisebb mértékben változik. A középhegységi főkarsztvíztároló forrásaira jellemző a lassú, kiegyenlített hozamváltozás, valamint az, hogy az intenzív beszivárgási időszakok vagy szárazabb évek hatása csak késleltetve és ellapultan jelentkezik.

3.2.1. Beszivárgási területek

A főkarsztvíztároló utánpótlódásában meghatározó a területi beszivárgás, amit a beszivárgási területek és a beszivárgási intenzitás szorzatából határozunk meg. Ez utóbbi az időegység alatt beszivárgó vízoszlop magasságot jelenti.

Beszivárgási területnek tekintjük a karsztvíz-tárolót alkotó jó vízadóképességű mészkő és dolomit képződmények kibúvási területeit, és azok közvetlen környezetét, ahol a fedő rétegek vastagsága a 10 m-t nem haladja meg. Legnagyobb kiterjedésű a felsőtriász *Fődolomit*, ezt követi a *Dachsteini mészkő*. Ez a két képződmény alkotja a főkarsztvíztároló mintegy 90%-át. A többi triász réteg lényegesen kisebb elterjedésben van meg, előfordulásuk jórészt egy-egy hegységrész területéhez köthető. Az alsótriász *Aszófői dolomit* és *Iszkahegyi mészkő* a Balaton-felvidéken, ill. az utóbbi a Keleti-Bakonyban is megtalálható, viszonylag kis felszíni elterjedésben. Nagyhozamú források találhatók a Balaton-felvidéken a középsőtriász *Megyehegyi dolomit* felszíni elterjedési területeinek mentén. A források nagy részére vízmű épült. A *Felsőörsi mészkő* csak kisebb felszíni elterjedésben fordul elő. A szintén középsőtriász *Budaörsi dolomit* egyrészt a Budai-hegység D-i részén, másrészt a Bakonyban, Veszprémtől K-re, a Kádártai-forrás vízgyűjtőjén van meg. Felsőtriász kori a Keszthelyi-hegységben húzódó *Rezi dolomit* és *Edericsi mészkő*, valamint a *Mátyáshegyi mészkő* és dolomit, ami a Budai-hegységben nagy területen van meg a felszínen. A felsorolt triász képződmények beszivárgási területeinek összege a Dunántúli-középhegységben mintegy 1460 km².

3.2.2. Beszivárgási intenzitás

A felszín és a karsztvízzel telített tároló közötti (három fázisú) zónában végbemenő beszivárgás a modellezés során nehezen parameterezhető, igen bonyolult fizikai folyamat, aminek leírására ugyan vannak már eljárások és szoftverek, gyakorlati alkalmazásukra a középhegységi utánpótlódás számításánál a nagyszámú paraméter területi eloszlására, vertikális változására vonatkozó ismeretek hiánya miatt nem került sor.

A karsztos-utánpótlódás meghatározása ezért vagy teljes egészében tapasztalati összefüggésekre épül, amely a csapadék, valamint a mért forráshozamok, a barlangi csepegésmérés között felállított valamilyen függvénykapcsolatot alkalmaz, vagy a területi párolgás meghatározására korlátozódó módszeren alapszik.

A beszivárgási intenzitás meghatározására több tapasztalati számítási módszer született, mint KESSLER H. mértékadó csapadék-

százalék módszere (KESSLER H. 1954), amit a pécsi Tettye-forrás vízhozam időszora, és a csapadék-intenzitás kapcsolatára alapozott, BÖCKER T. határcsapadék módszere (BÖCKER T. 1975) a Bükk-hegységi barlangokban folytatott csepegés mérésekre épült, valamint MAUCHA L. éghajlat kapcsolati módszere (MAUCHA L. 1990) az aggteleki forráshozam idősorok elemzése alapján készült. Az említett számítási módszerekkel a havi csapadékok és a havi hőmérséklet adatok figyelembevételével az évi beszivárgás értéke meghatározható.

Az 1980-as években a Dunántúli-középhegység hidraulikai modelljének a VITUKI-ban történt kifejlesztésénél egy új módszer került alkalmazásra, ami a növényzet és a felszín területi párolgása, más szóval evapotranszspirációjának számítására F.I. MORTON által kidolgozott CRAE (Kiegészítő Kapcsolat a Területi Evapotranszspiráció Meghatározásához) módszeren alapszik (MORTON F.I. 1983). A modell – a földfelszín sugárzási mérlegének meghatározása mellett – arra az elvre épül, hogy egy adott területen a rendelkezésre álló nedvesség (csapadék) növekedésével a területi evapotranszspiráció növekedik, a potenciális evapotranszspiráció csökken, de a két érték összege állandó. A kapcsolat tehát fordított vagy „kiegészítő”. Vízrel telített nedves felszínen a tényleges és potenciális evapotranszspiráció értéke egyenlő. Az evapotranszspiráció meghatározásához az adott időszak átlagos hőmérséklet, átlagos párányomás és összes napfénytartam adataira van szükség. A gyakorlatban leggyakrabban havi időlépésben alkalmazott modellhez a felsorolt klímaadatok havi átlag, ill. a napfénytartam havi összeg értékeire van szükség.

A számítás során nem számolunk a felszíni lefolyással, mert a Jósvalói Karszthidrológiai Kutatóállomás mérései (MAUCHA L. 2000) és a modellvizsgálatok szerint karsztos felszínen a lefolyás jó közelítéssel elhanyagolható. A felszíni lefolyás, és ebből adódóan a felszínformáló erózió hiányára utal a nyílt karsztos területeket, karsztfennsíkakat általában jellemző, a tektonikus völgyek között húzódó, nagy kiterjedésű enyhén hullámos morfológia is. Felszíni lefolyás tehát csak ritkán, elsősorban a nyári félévre jellemző nagy csapadékok idején fordul elő, amikor a rövid idő alatt lehulló nagy vízmennyiséget a talajtakaró nem képes felvenni és a karszt felé átszivárogtatni. A beszivárgás felső korlátjára felvett 180 mm/három hónap értéket a Balaton-felvidéki modellvizsgálatok során, a hosszú idejű

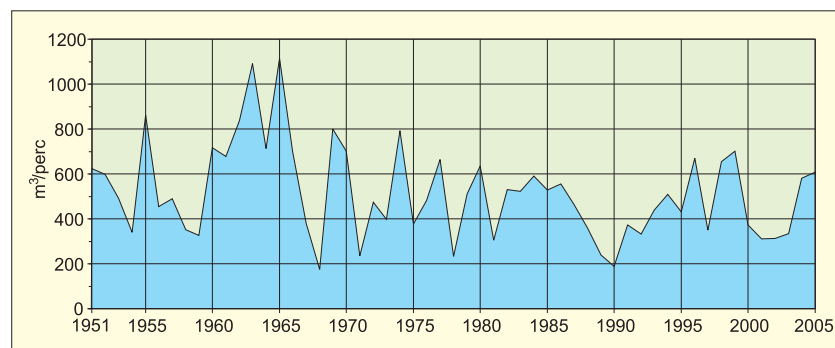
mért adatsorral rendelkező karsztvízszint-észlelőkutak szimulációja alapján vettük fel.

A módszerünk előnye, hogy a hagyományos módszerekkel kapott évi értékek helyett havi, vagy akár napi párolgás-beszivárgás értékek is meghatározhatók. Havi részletességű beszivárgás számítással természetes vízjárású észlelőkutak karsztvízszint idősora is szimulálható.

A beszivárgás intenzitásának számításánál, a beszivárgási felszínhez közel fekvő csapadékmérő- és klímaállomások adatait kell figyelembe venni. Sajnálatos módon az utóbbi 8–10 évben több csapadék- és klímaállomást megszüntettek, így az eredetileg is gyér klímahálózat esetében a ritkítás következtében a klímaadatokat csak a karsztvíztárolótól 60–80 km-re lévő állomások adataival lehetett pótolni.

A középhegységi főkarsztvíztároló 1951–2005. évi időszakra számított évi beszivárgási-idősora szerint (20. ábra), a teljes 55 éves időszak számított átlagos beszivárgása $518 \text{ m}^3/\text{perc}$, az 1970–2005 közötti időszaké mintegy 10%-kal kevesebb, $466 \text{ m}^3/\text{perc}$. A két érték közötti számottevő különbség megerősíti az ábrán is észrevehető csökkenő tendenciát.

A csökkenő beszivárgási átlag részben az elmúlt 35 évben háromszor is bekövetkezett, 3–4 évig tartó aszálynak köszönhető, amilyen az 1970-es évek eleje, az 1990-es évek fordulója, és legutóbb a 2000–2003 közötti időszak volt. Ezekre az évekre jellemző volt a beszivárgás szempontjából meghatározó téli félévben a kevés csapadék, ami sok esetben csaknem hómentes téllal járt együtt. Emellett 1960–1990 között a csapadékosabb évek nagyobb beszivárgás értékeiben is határozott csökkenés volt tapasztalható. A 2004–2005. évben tapasztalt viszonylag csapadékosabb, nagyobb beszivárgású évek ellenére, a középhegységi utánpótlódás az 1960-as évek közepétől trendszerűen csökken.



3.3. A főkarsztvíztároló eredeti állapota

A kiemelt hegységek beszivárgási területei alapján a Dunántúli-középhegység két jól elkülöníthető területre osztható: a Keszthelyi-hegységet, a Bakonyt, a Balaton-felvidéket és ezek környezetét magában foglaló DNy-i, és a Vértes, a Gerecse, a Pilis és a Budai-hegységre kiterjedő ÉK-i részre. A két területet elválasztó Móri-árok nem jelent hidraulikai válaszvonalat a két terület között, csupán a karsztvíztároló lokális erózióbázisaként, különösen a vízföldtani modell összeállításánál megkönnyíti a tároló tagolását (21. ábra).

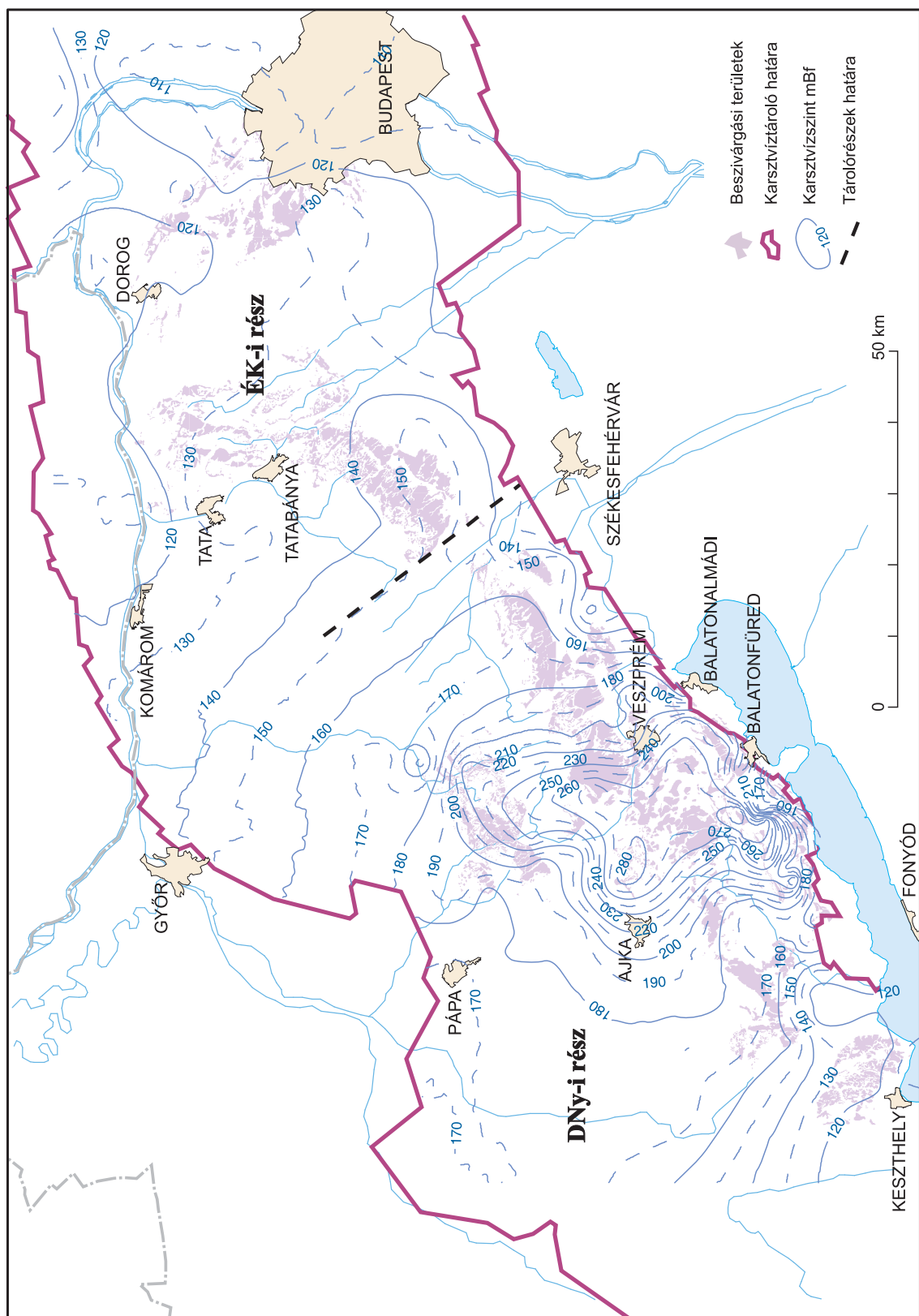
Ahogy a tároló forráshozamait a lassú, kiegyenlített változások, a karsztvízszinteket is a viszonylag kis esések, tehát nagy távolságon is csak kis mértékben változó karsztvízszintek jellemzik. „Bonyolult és nagymértékben szabálytalan karsztvíztükör tehát főleg a bűvópatakokkal, ponorokkal és nagy aktivitású víznyelőkkel jellemzett karszterületeken várható ... Ilyen karsztjelenségek hiányában lehet viszont a Dunántúli-középhegység részletesen ismert területein a víztükör oly feltűnően egyenletes és folyamatos” (SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1941).

3.3.1. A Délnyugati terület jellemzése

A középhegység beszivárgási területeinek mintegy kétharmada a DNy-i részen fekszik. A legnagyobb összefüggő nyíltkarsztos felszín a Déli-Bakonyban, Veszprém környékén található, ami nagyjából megfelel a teljes főkarsztvíztároló középső övezetének. Eredeti állapotban a forrás-fakadási szintek és az észlelőkutak mérései alapján a karsztvízszint az utánpótlódási területeken a következők szerint ingadozott (21. ábra):

- a Magas-Bakonyban 220–240 mBf,
- a Déli-Bakonyban (Szentgál–Nemesvámos között) 260–280 mBf,
- a Nyugati-Bakonyban (Nyirádtól D-re) 160–180 mBf,
- a Keszthelyi-hegységben 120–140 mBf.

20. ábra. Számított beszivárgás a Dunántúli-középhegységben



21. ábra. A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának eredeti állapotra vonatkozó karsztvízszint térképe

A Magas-Bakonyban sok évi átlagban beszivárgó mintegy 75 m³/perc kisebb része természetes állapotban ÉK-i irányban Tata felé, másik része pedig Ny–DNy-i irányú pályán áramlott. Ez utóbbi áramlási ágnek a legnagyobb része a tapolcafői és pápakovácsi langyos vizű forrásokban bukkant a felszínre, amelyek eredeti összes hozama elérte az 50 m³/perc-et, és csak kisebb hányada áramlott tovább a középhegység DNy-i megcsapolási pontja, a Hévízi-tó irányába.

A Nyirád, Sümeg környékén előforduló kréta korú márgák és triász vízrekesztő (Kösseni) rétegek hatására az itt beszivárgó mintegy 30 m³/perc vízhozam nagy része a Tapolcai-medence irányába áramlott, kisebb hányada pedig a Lesence- és Kétöles-patak felső szakaszának „triász” medrében lépett ki. Természetes állapotban az uzsai völgyet DNy felől határoló bazaltplató alatt a Keszthelyi-hegység irányába való áramlás is valószínűsíthető. A Tapolcai-medence forrásaiban eredetileg kilépő több mint 40 m³/perc vízhozam magában foglalja a miocén felszínen beszivárgó vizeket is.

A Szóc és Öcs közötti beszivárgási területeken utánpótlódó mintegy 10 m³/perc teljes egészében az Eger-víz patak mentén, Kapolcs és Öcs körzetében fakadó források vizét adta. A Sáska–Padragkút közötti tárolórész a Kösseni rétegek jelenléte következtében csak gyengén és helyenként vízvezető, fő áramlási iránya ÉK–DNy-i, a Déli-Bakonyból a Tapolcai-medence felé mutat, természetes megcsapolását az Eger-víz völgye és a Tapolcai-medence biztosította.

A karsztvízszint Tapolcán eredetileg 120 mBf, Hegyesden 150 mBf, Kapolcson 168 mBf, Öcsön 186 mBf, Nagyvázsonyban 230 mBf szinten húzódott.

A legmagasabb karsztvízszint a hegység-peremi forrásoktól távoli, központi fekvésű, nagy kiterjedésű, és viszonylag kiegyenlített térszínű beszivárgási-felszínnel jellemezhető Szentgál–Nagyvázsony–Nemesvámos közötti területen alakult ki. A regionális maximum kialakulásának további feltétele volt, a Balaton-felvidéki alsó- és középsőtriász vízrekesztő rétegeinek DNy–ÉK-i irányultságú vonulata, amely Gyulakeszitől egészen Ösküig többnyire a felszínen, helyenként a felszín alá süllyedve nyomozható, és torlasztó hatása korlátozza, vagy megakadályozza a főkarsztvíztároló vizének a Balaton irányába való áramlását. A Balaton-felvidék változatos földtani kifejlődéséből adódóan, a vékony alsótriász víz-záró és vízvezető rétegek felszínen is követhető

gyakori váltakozása, és a nagy kiterjedésű karni márga jelenléte következtében összefüggő karsztvíztároló létezését nem tekinthetjük bizonyított-nak. A karsztos kőzetek, mint a viszonylag kisebb foltokban előforduló Fődolomit-testek karsztvize valószínűleg egymással nincs közvetlen kapcsolatban, ezért a vízszint magasságát elsősorban a tárolókőzet és a lokális megcsapolási pont helyzete szabja meg.

A bányavízemelések távolhatása következtében az egykor nagyhozamú karsztforrások sorra elapadtak. A depressziók területén megmaradt források a főkarsztot fedő lokális kiterjedésű víztartókból fakadnak. A Magas-Bakonyban Zirc és Pénzesgyőr területén alsókréta, Sümegen felsőkréta karbonátos kőzetekben alakult ki a főkarszttól független vízezet.

A Gyepükaján és Szóc környéki eocén mészkövek és a főkarsztvíztároló között közvetlen hidraulikai kapcsolat van, ugyanakkor a bakonybéli eocén rétegek önálló vízezetet alkotnak. Önálló víztartóra utalnak a Városlőd, Farkasgyepű környéki miocén-konglomerátumból fakadó források, valamint a Nyirád és Devecser között feltárt miocén lajtmészkő vízszintje. A Tapolca környéki felsőmiocén mészkő részben összefügg a főkarsztvíztárolóval, mivel a miocénből fakadó források nagy része a főkarsztvízszint süllyedésekor elapadt, a tapolcai Malomtó-forrás hozama pedig az eredeti töredékére csökkent. Az Eger-víz völgyének felsőpannon törmelékes üledékei és a Nagyvázsony környéki felsőpannon édesvízi mészkőrétegek önálló vízezetet képeznek.

Eredeti állapotban a középhegység központi részén, a Déli-Bakonyban kialakult 270 mBf. körüli maximális karsztvízszint fokozatosan ereszkedett ÉK-i irányban, egészen a tároló erózióbázisának, tehát legmélyebb megcsapolási vonalának tekinthető Duna szintjéig. A kiemelt helyzetben lévő utánpótlódási területeken beszivárgó karsztvizek nagy része a hegység peremén húzódó forrásokon tört felszínre. A karsztvíz eredeti szintje, áramlási iránya jól rekonstruálható a Keleti-Bakony D-i szegélyén fakadó egykori és jelenlegi források, a hajmáskéri Mosó- (167 mBf.), az ösküi Aranyosi- (158 mBf.), a péti (129 mBf.), az inotai (150 mBf.) és a csóri források (124 mBf.) K felé ereszkedő fakadási szintjeiből.

A mélyművelésű bauxitbányászat megkezdése előtti időkben Kincsesbánya környezében is számos forrás működött (1. táblázat), ami a Móri-árok, mint lokális erózióbázis szerepére utal. A regionális áramlási iránynak megfelelően

1. táblázat. A Keleti-Bakonyban fakadt egykori források

Település	Forrásnév	Hozam (m ³ /nap)	mBf.	Hőfok (°C)	Elapadás éve
Bodajk	Tó-forrás	5200	155	14	1969
	Nádastavi-forrás	8300	142	15	1971
Csór	Csabafővíz-forrás	6900	124	23	1965
Fehérvárcsurgó	Haja-kút	170	149	13	1957
	Tó-forrás	840	142	–	1957
	Meluzina-fürdő	150	133	21	1957
	Mezei-forrás	290	133	–	1957
Iszkaszentgyörgy	Duzzogó-forrás	600	128	26	1957
	Forrófői-forrás	240	131	–	1957

az egykori források vízgyűjtője túlnyomórészt a Keleti-Bakonyra, és kisebb arányban a Vértes D-i részére terjedt ki. A keleti-bakonybeli beszivárgási területek 160–180 mBf. karsztvízszintje ÉK-i irányban fokozatosan ereszkedett az iszkaszentgyörgyi, fehérvárcsurgói források 130–140 mBf. szintjéig, ill. a Gaja-patak áttöréséig, amely mintegy három km-es szelvényben csapolta meg a karsztvíztárolót. A Móri ároktól K-re, a Vértes területén az eredeti karsztvízszint 150–160 mBf körül húzódott.

A Tési-fennsíkot É felől határoló júra és kréta mészkövek önálló, ún. fedő karsztvíztárolót alkotnak. Ezzel szemben Kincsesbánya közvetlen környékén, a főkarsztvíztároló fedőjében a változatos közettani felépítésű eocén rétegek a karsztos tárolóval egységes víztartót alkotnak, mészköves kifejlődésű részei a főkarsztvíztárolóval hidraulikailag összefüggő képződménynek tekinthetők.

A Móri-árokban, valamint Iszkaszentgyörgytől DK-re meglévő oligo-miocén, túlnyomórészt finomszemű rétegek vízzáró jellege a meghatározó. Ennek következtében a fedő felsőpannon törmelékes üledékek önálló rétegvíztartók, hidraulikus kapcsolatuk a főkarsztvíztárolóval a hegységperemi területekre korlátozódik, ahol az oligo-miocén rétegeken túlterjedve közvetlenül a triász, vagy eocén rétegekre települnek.

A középső- és felsőtriász dolomit és mészkő rétegek felszíni kiterjedése a Keleti-Bakonyban a mélyen bevágódott Séd völgyétől K-re a Móri-árokig mintegy 180 km². A számított karsztos beszivárgás 45 évi átlaga a területre eső csapadék- és klímaállomások adatai alapján pedig 55 m³/percre tehető. Az egykori források szórványos hozamadatai alapján az összes forráshozam mintegy 50 m³/perc körüli lehetett, a beszivárgó karsztvizek túlnyomó része a hegységperemi forrásokon, kisebb hányada a Séd és a Gaja-patak völgytalpain lépett felszínre.

3.3.2. Az Északkeleti terület jellemzése

A középhegységi mezozoikumot övező paleozoos kristályos alaphegységi képződmények vízzárónak tekinthetők: a szilur kori fillitek és a Velencei Gránit a „Balaton vonal” mentén, É-on a Gömöridák kristályos képződményei, K-i irányban a Zagyva vonalában a „Borsodi szerkezeti egység” alkotják a fiatalabb víztartó képződmények vízzáró határát.

A még természetes állapotúnak tekinthető 20. sz. első felében, az egykori források fakadási szintjei, a bányabeli mérési adatok és a karsztkutak nyugalmi vízszintjei alapján a karsztvízszint az utánpótlási területek környékén

- a Vértesben 155–160 mBf,
- a Gerecsében 140–150 mBf,
- a Pilisben 120–125 mBf,
- a Budai-hegységben 120–130 mBf

szintben ingadozott. Az eredeti karsztvíztükör tehát DNy–ÉK-i irányban fokozatosan ereszkedett a középhegység erózióbázisa, a Duna felé. Ennek megfelelően az ÉK-i rész dinamikus vízkészletét a Magas-Bakony felől áramló mintegy 25 m³/perc vízhozam már közel természetes állapotban is növelte. Az utánpótlódó hozam túlnyomó részét azonban a kiemelt hegységgrögök nyíltkarsztos felszínén beszivárgó mintegy 140 m³/perc vízmennyiség biztosította.

A kiemelt hegységgrögökbe beszivárgó víz a medence területek felé áramolva, a hegységperemi nagyrészt langyos, ill. melegforrásokban jelenik meg. Ilyen nagy hozamú, a főkarsztvizet megcsapoló forráscsoportok a területen

- a Zámolyi-forrás (1950-es évek végén elapadt),
- a tatai források (1960–1973 között elapadtak),
- a dunaalmás-esztergom-sárisápi források (1950–1985 között elapadtak),

– a budapesti termálkarszt források (a langyos-vízi ágban 1960-as évektől hozam-csökkenés).

A különböző szerzőknek a források eredeti hozamára vonatkozó adatai meglehetősen nagy szórást mutatnak, részben a mérések pontatlansága, részben a hozamok természetes ingadozása miatt. Az irodalmi adatokat áttekintve, a Zámolyi-forrásnál $5 \text{ m}^3/\text{perc}$, a tatai forráscsoportnál $80 \text{ m}^3/\text{perc}$, a sárisápi-esztergomiaknál $10 \text{ m}^3/\text{perc}$, a budapesti hévforrásoknál $40 \text{ m}^3/\text{perc}$ eredeti hozamértéket tekintünk megalapozottnak (PAPP F. 1941, SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1941). Az így kapott összesen $135 \text{ m}^3/\text{perc}$ eredeti forráshozam $30 \text{ m}^3/\text{perccel}$ kevesebb az átlagosan beszivárgó és a területre áramló hozam összegénél. Eredeti állapotban a különbség részben a fedőrétegvizes tárolókba, részben a Dunába szivárgott. A Vértestől DK-re, a karsztra települő felsőpannon homok, ill. szarmata képződményekbe való átadódás (amelyet a Zámolyi-medence egykori vizenyős területei is jeleztek), Esztergomnál és Budapestnél a karsztvíztároló erózióbázisába, a Dunába való átadódás, az ún. szökevényforrások működése révén régóta ismert. Az átadódások hozama a becslések, ill. modellszámítások alapján az ÉK-i részen elérhette az említett $30 \text{ m}^3/\text{perc}$ -et.

A Vértes hegységtől ÉNy-ra, Oroszlány–Pusztavám környékén a triász főkarsztvíztároló fedőjében a kréta korú mészkövek önálló „függő” karsztmeletet képeznek, amelyben a vízszintek 60–80 m-rel magasabbak a főkarsztvíztároló nyugalmi szintjénél.

A harmadkori medenceüledékben az eocén mészkövek az egyes szénmedencék környékén részben a főkarsztvíztárolóval közvetlenül összefüggő fedőkarsztot, részben attól elkülönülő, függő karsztvízmeletet alkotnak. Több budapesti hévforrás, mint a Józsefhegyi-források, Bründl-forrás is az eocén kori mészkőből fakad.

Az oligocén képződmények agyagos, márgás kifejlődésük következtében, részben a hasonló jellegű eocén korú rétegsorozattal együtt, a főkarsztvíztároló és a fedő lokális víztartók, vagy a felszíni vizek között vízzáró összeteknek tekinthetők. Lényeges szerepet játszanak a medence területeken az ún. alááramlási pályák kialakulásában.

A miocén alul törmelékes, felül mészköves rétegsorozata lokális víztartót alkot, de ahol közvetlen érintkezésben van az alaphegység karsztos tömegével, pl. a Vértestől DK-re fekvő medenceterületen, ott az észlelt vízszintcsökke-

nések hatására és a modell vizsgálatok szerint is jelentős vízkészlet áramlik át a karsztba.

A nagy vastagságú miocén andezit felszínén, a Dunazug-hegységben, főként a repedezett, vagy durvább piroklastikus kőzetbe beszivárgó csapadékvizek a tufás összleten, vagy lávapadokon tovább szivároghatva, többnyire kis hozamú forrásokon lépnek felszínre. A vulkanikus területen fakadó források nagy száma miatt valószínűtlen a vulkáni összlet vizeinek a mélyebb víztartók felé való kapcsolata.

A felsőpannon homokrétegek általában önálló rétegvízmeletet képeznek, de a hegységperemi kifejlődésű tagozatai közvetlenül a triász alaphegységre települve, potenciális utánpótlást jelenthetnek a karsztvíztároló felé.

3.4. Karsztvízkivételek és forráshozamok

A forrásokon természetes állapotban elfolyó vízhozamokról csak szórványos adatokkal rendelkezünk. A főkarsztvíztároló természetes állapotát csak a karsztvízveszélyes bányászat kezdetéig, tehát a múlt század elejéig őrizte meg. A bányászati és egyéb vízkivételek azonban az 1950-es évekig nem haladták meg a természetes utánpótlás ingadozásának mértékét, így észrevehető változást a karsztvíz szintjében, vagy a források hozamában alig okoztak, vagy hatásuk szűk területre korlátozódott (pl. Dorog környéke). A bányászat intenzív fejlesztésével együtt épült ki a mintegy 100 forrást magában foglaló mérőhálózat és ekkor mélyültek a karsztvízszint észlelő-hálózat első kútjai is. A forrásfakadási szintek, és az első észlelőkutak mért adatai alapján szerkesztettük meg a főkarsztvíztároló eredeti állapotát jellemző karsztvízszint térképet (21. ábra).

A bányák víztelenítése között az a lényeges különbség, hogy a szénbányászatban nagyrészt passzív-preventív víztelenítés során fakadt, vagy fakasztott karsztvizet emeltek, a bauxitbányákban pedig vízakná, vízvágatok kihajtásával, és/vagy kutak lemélyítésével a művelésbe vont bauxittelepek alá süllyesztették a karsztvízszintet (aktív víztelenítés). Mindkét esetben a kiemelésre kerülő karsztvíz mennyiségét vízórák adataiból, vagy gyakrabban a szivattyú-teljesítményekből számolták. Az egyes vízakná, bányaüzemek vízemelésének alakulásáról az illetékes Vízügyi Igazgatóságoknak

negyedévente az ún. bányavíz-jelentésekben számoltak be, amelyekben havi felbontásban megadták a kiemelésre került és a felszíni befogadóba vezetett bányavizek hozamát. Ennek köszönhetően a főkarsztvíztárolóból kitermelt vízmennyiségek alakulását elég pontosan ismerjük.

A főkarsztvíztárolót megcsapoló víztermelések, valamint a forrásokon elfolyó vízhozamok összesítéséhez a hozamidősorokat a legfontosabb bányák, ill. vízkivételi körzetek szerint csoportosítottuk (22. ábra). A kummulatív ábra a nagyobb vízkivételi központok (Nyirád, Kincsesbánya, Tatabánya) egykori bányavíz-emeléseit, ill. a kiépült regionális vízműveket ellátó ivóvízszárazvíz-vezetéseiket egyaránt tartalmazza.

A középhegységi összes vízkivétel az 1960-as évek közepétől elérte a $700 \text{ m}^3/\text{perc}$ -et, a következő közel 25 évben nem is csökkent, viszont néhány évben meghaladta a $800 \text{ m}^3/\text{perc}$ -et is. A vízkivételek, forráshozamok tehát ebben az időszakban mintegy 60%-kal haladták meg a tároló ugyanerre az időszakra általunk számított utánpótlását ($485 \text{ m}^3/\text{perc}$).

Jelentős bányavíz-kivétel volt Kincsesbányán, ahol a rákhegyi bauxitbányászat vízmentesítéséhez a középhegység egyik legmélyebb depresszióját hozták létre az itt kialakított -130 mBf szintű csapolóvárat víztelenítésével. A bitói és rákhegyi vízemelés az 1970-es évektől kezdve a bányák 1990-es évek második felében történt bezárásáig $70\text{--}80 \text{ m}^3/\text{perc}$ körül mozgott. A legintenzívebb bányavíz-emelés a tároló DNy-i részén, Nyirádon folyt, ahol a bauxitbányászat vízmentesítése érdekében több mint 40 db aknát építettek, ezek összes hozama az 1970-es, 1980-as években $250\text{--}300 \text{ m}^3/\text{perc}$ körül mozgott. Ebben az időszakban a Nyirádon kitermelt víz egyedül is megközelítette a középhegységi tároló Móri-árokától Ny-ra eső részének utánpótlódó vízkészletét.

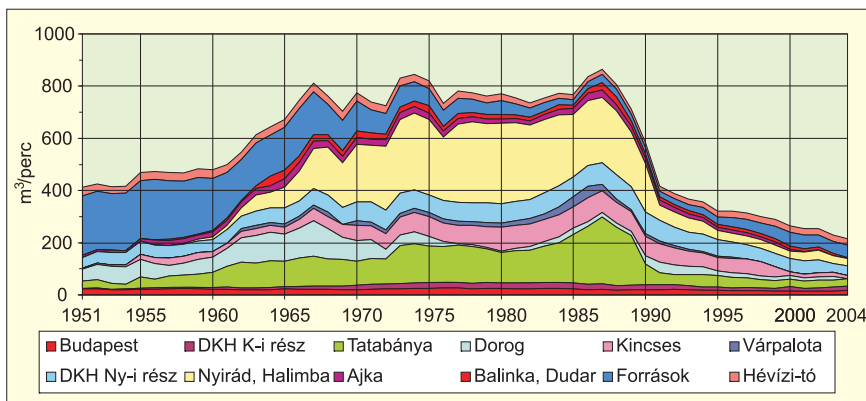
A Tatabányai-szénmenedence és környéke vízemelésének időbeli alakulása a víztelenítés jellegéből adódóan a termelésbe vont szénmezők vízveszélyességének függvényében változott. Az 1960-as évek közepén érte el a $100 \text{ m}^3/\text{perc}$ -et, majd az 1980-as évek második felére, az új „eocén bányák” belépésével $200\text{--}250 \text{ m}^3/\text{perc}$ -re növekedett. A nagy múltú dorogi szénbányászat karsztvízemelése az 1960-as években érte el a maximumát $100 \text{ m}^3/\text{perc}$ -et meghaladó vízhozammal. Ezt követően 1980-ig $10 \text{ m}^3/\text{perc}$ alá csökkent, majd átmeneti növekedés után, az 1990-es évek közepétől a Lencsehegyen folyó bányaműveletek $15 \text{ m}^3/\text{perc}$ vízemeléssel jártak, a bánya 2003. évi bezárásáig.

A Dunántúli-középhegység többi bányájában lényegesen kisebb karsztvízkivételek mellett folyt a termelés. Várpalotán a miocén széntermelés fekvéséből, az 1980-as évek közepét leszámítva a víztermelés $20 \text{ m}^3/\text{perc}$ alatt maradt. Ajkán a kréta széntelepek alatt a dolomit fekvéséből 1960–1990 között $20\text{--}25 \text{ m}^3/\text{perc}$ között ingadozott a vízemelés. A dudari, balinkai szénbányák, és az 1987-től belépő Fenyőfői bauxitbánya vízemelése együttvéve 1990-ig $20 \text{ m}^3/\text{perc}$ körül ingadozott, ezt követően fokozatosan $10 \text{ m}^3/\text{perc}$ -re csökkent. $5\text{--}10 \text{ m}^3/\text{perc}$ körüli értéket emeltek a halimbai bauxitbányában, míg az úrkúti mangánbányában $2\text{--}5 \text{ m}^3/\text{perc}$ volt a vízemelés.

A vízkivételekben a felsorolt bányavíz-termelések mellett jóval kisebb, de nem elhanyagolható szerepe volt a területen működő vízművállalatok vízellátási céllal létesült kútjai, valamint az ipari és mezőgazdasági üzemek karsztkútjai víztermeléseinek.

Ezek alakulására az ún. kötelező üzemi adatszolgáltatás keretében beérkező adatok alapján kaphatunk képet. Az adatszolgáltatási rendszer 1978 óta működik, és az illetékes Vízügyi Igazgatóságok (2004 óta Környezetvédelmi és

Vízügyi Igazgatóságok, rövid: KÖVIZIG) által kötelezett üzemeltetők, a kút működtetésével kapcsolatos legfontosabb jellemzők: vízhozam, hőfok, víztermelés, nyugalmi- és üzemi vízszint stb. havi felbontású adatairól adnak ebben tájé-



22. ábra. Összes vízkivétel a Dunántúli-középhegységből

koztatást. A karsztkutak túlnyomó része az adat-szolgáltatásban szerepel, így a termelési adatok havi részletességgel megismerhetők. A kutak egy kisebb hányadának víztermelésére (szintén a KÖVIZIG-ek nyilvántartásából) a vízkészlet-használati járulékra épülő évi adatszolgáltatás alapján kaphatunk információt. Az 1951–1980 közötti időszakra vonatkozóan a víztermeléseket a meglévő archív adatok feldolgozásával, a VIZIG-ek táblázatos összeállításai tartalmazták (VITUKI, 1986).

A Középhegységi-karsztvíztároló területén a karsztkutak összesített termelése 1990-ig fokozatosan $100\text{--}110\text{ m}^3/\text{percre}$ növekedett. A víz árának emelkedése nyomán, a takarékosabb vízfogyasztásnak köszönhetően a 2000-es évek elejére ez az érték $60\text{ m}^3/\text{percre}$ csökkent.

Elsősorban a karsztvízveszélyes bányák vízemelése következtében a Középhegységi- fő-karsztvíztároló csaknem teljes területére kiterjedő depresszió alakult ki. A karsztvízszint csökkenése az eredeti állapothoz képest a legnagyobb vízkivételi centrumok környezetében meghaladta $100\text{--}120\text{ m-t}$, de jelentős, $50\text{--}60\text{ m-es}$ vízszintcsökkenés volt a nagyobb vízkivételektől távol eső Északi-Bakonyban, valamint a Keleti-Bakonyban is. A Vértes, Gerecse területén $30\text{--}40\text{ m-es}$, a Pilis és Budai-hegység területén $10\text{--}15\text{ m-es}$ vízszintcsökkenés volt megfigyelhető. A karsztvízszint süllyedésének következtében az egykor nagy hozamú langyos- és hidegvízű források, mint a tapolcai, gyepükajáni, kapolcsi, tapolcafői, csóri, bodajki, tatái források, és számos kisebb főkarsztos-forrás elapadt. A rendszeres forrásmérések révén a legtöbb forrás esetében ismerjük a hozamcsökkenés menetét, és az elapadás idejét.

A főkarsztvíztároló területén hidegvízű források mindössze két körzetben maradtak meg: a Keszthelyi-hegység D-i szélén Gyenesdiás és Balatongyörök között, valamint Veszprémtől K-re Kádárta, Öskü területén. A Balaton-felvidéki középső- és felsőtriász víztartókhöz kapcsolódó kisebb-nagyobb források szintén működtek, de ezek a lokális tárolók nem részei a főkarsztvíztárolónak.

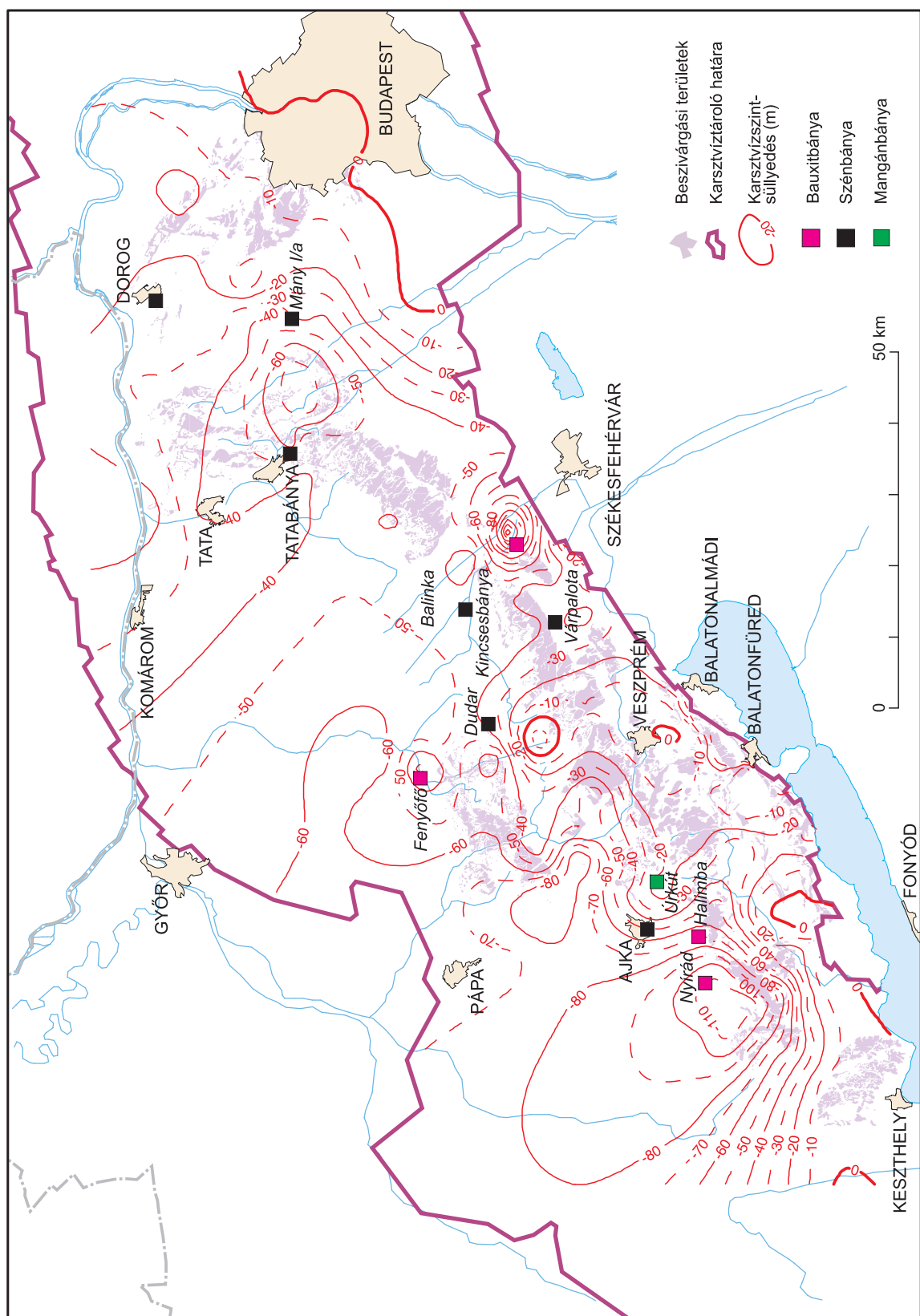
Az említett területek forrásainak nagy részét vízművek részére foglalták. A forráselapadások és a vízműves forrásfoglalások következtében a langyos- és hidegvízű források szabadon elfolyó hozama az 1950-es évekre jellemző $220\text{ m}^3/\text{percre}$ -ről az 1990-es évek elejére $20\text{ m}^3/\text{percre}$ csökkent. A peremi termális-forrásokat tekintve, számottevően csökkent a Hévízi-tó

hozama, és ki lehetett mutatni a depresszió hatását a budai termális-vonal É-i részén is.

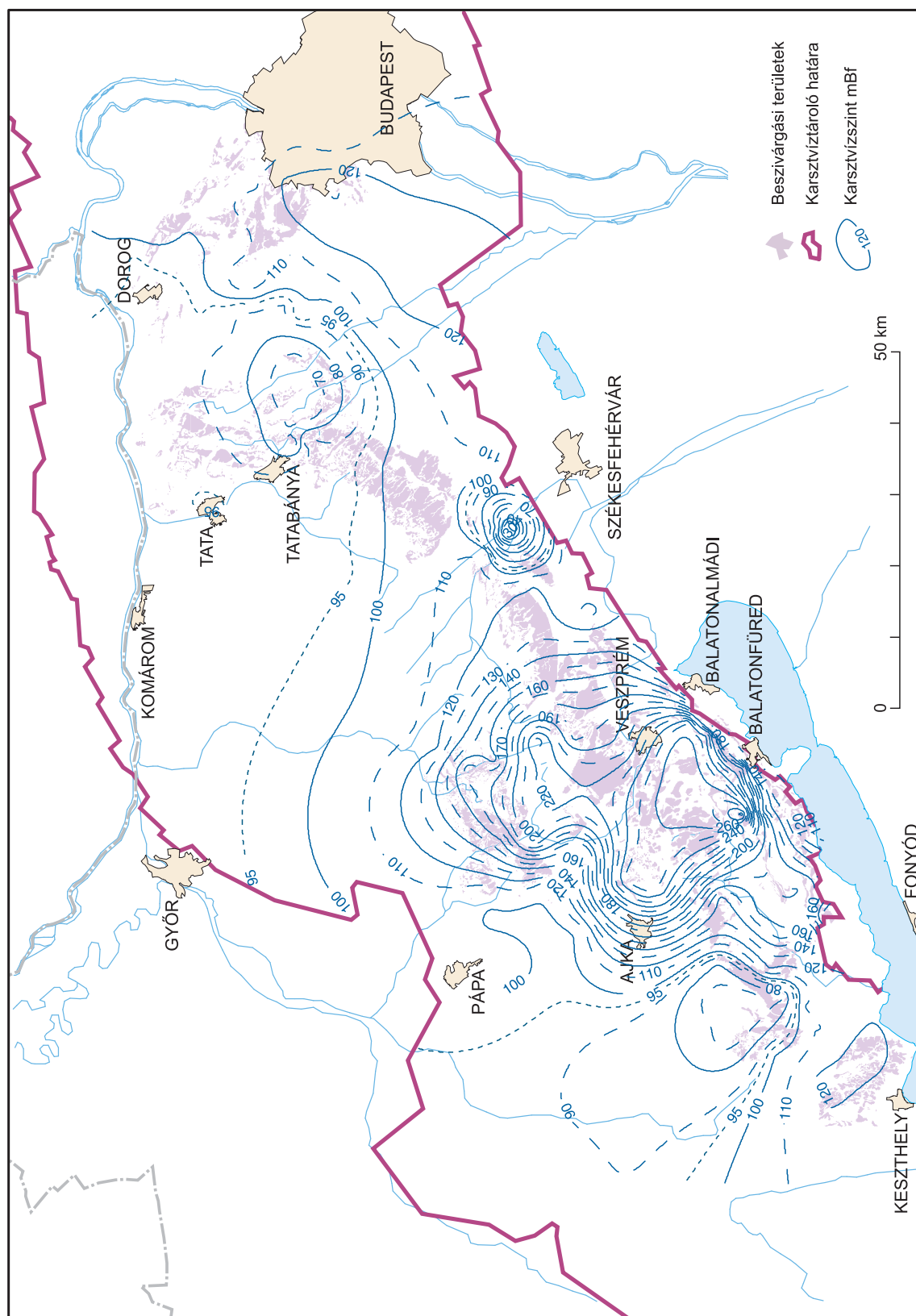
A tároló teljes területét tekintve az átlagos karsztvízszint-süllyedés elérte a 40 m-t , de Nyirádon és Kincsesbányán meghaladta a 100 m-t , Tatabányán és környékén a 60 m-t (23. ábra). A bányászat karsztvízemelése következtében kialakult túltermelés 1990-ig tartott, amikor hosszantartó környezetvédelmi előkészítő munkálatokat követően, az év első negyedében felengedték a karsztvizet a Tatabányától ÉK-re lévő, eocén szénbányában Nagyegyházán, majd szeptemberben az addig legtöbb karsztvizet emelő nyirádi bánya is bezárásra került. A felengedést megelőzően minden eddiginél mélyebb karsztvízszintek alakultak ki a karsztvíztárolóban (24. ábra). A nagyegyházai és nyirádi bánya bezárásának köszönhetően egy év alatt, a középhegységi tárolóból kitermelt karsztvízhozam mintegy $300\text{ m}^3/\text{perccel}$ csökkent. A tároló regenerálódása először az ÉK-i részén, a Tatabányai-medencében, majd DNY-on a Bakony előterében is megindult.

A felengedést követően mind Nyirádon, mind Tatabányán fennmaradtak a bányavízemelés időszakában létesített, de ivóvízminőségüknek köszönhetően ivóvízellátásra is alkalmas aknakutak és vízaknák, amelyek a kiépített regionális vízellátó rendszerek vízbázisaiként működnek tovább. A nyirádi aknakutak hozama nagyjából $20\text{ m}^3/\text{perc}$, a tatabányai vízaknáké $28\text{ m}^3/\text{perc}$ körül mozog. Eredetileg kettős céllal létesült Kincsesbányán a rákhegyi vízakna is, amelyet 1999-től már csak ivóvízellátási céllal, $15\text{ m}^3/\text{perc}$ körüli átlagos vízhozammal működtetnek.

A bányabezárások 1990 után is folytatódtak. 1996-ban bezárták a várpalotai miocén szénbányákat, 1999-ben Kincsesbányán a bitói bauxitbányát, valamint a dudari szénbányát, 2002-ben a mányi bányát, 2003-ban a balinkai és a dorog-lencsehegyi szénbányákat, 2004-ben a fenyőfői bauxit- és az ajkai szénbányákat. 2005-re tehát már csak a halimbai bauxit- és az úrkúti mangánérc-bányában folyt termelés és emeltek a főkarsztvíztárolóból karsztvizet. A még szintén üzemelő, oroszlány-márkushegyi szénbányában folyó vízemelés nem a főkarsztból, hanem a fedőkarsztvizet adó, kréta korú mészkőből történik. A főkarsztot terhelő középhegységi bányavízemelés, amely évtizedekig $500\text{--}600\text{ m}^3/\text{perc}$ hozamával a tároló túltermelésének, és a regionális nyomás csökkenésének fő okozója volt, napjainkra alig $10\text{ m}^3/\text{percre}$ apadt.



23. ábra. A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának karsztvízszint süllyedése (m) 1990-ig



24. ábra. A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának 1990. januári karsztvízszint térképe

Ugyanakkor a vízmű- és egyéb kutak összes vízkivétele is jelentősen, az 1990-t megelőző időszak 50–60%-ára csökkent, ami szintén segíti a tároló nyomásemelkedését.

Az elindult visszatöltődés eredményeképp a Hévízi-tó hozama mintegy 30–40%-kal emelkedett, jelentősen növekedett a tapolcai források hozama. Elapadásuk után több mint 30 évvel, a 2000-es évek elején megindultak a tatai Fényes források is. A visszatöltődés menetével, a várhatóan újrainduló további források kérdésével később foglalkozunk. A csökkenő vízkivételek és a lassan növekvő forráshozamok mellett a teljes vízkivétel összességében tovább csökkent, és a beérkező adatok alapján 2005-ben már csak 220 m³/perc körül volt. Ez az adat elmaradhat azonban a tényleges vízemelés értékétől, mert:

- Napjainkra a tárolót csapoló vízkivételeket jelentős részben egyedi kutak alkotják, ahol a víztermelést érintő nem túl gyakori ellenőrzések mellett, jobban érvényesülhet az az üzemeltetői érdek, hogy a bejelentett vízkivétel a mérési bizonytalanságok mellett alulról közelítse a tényleges értéket.

- Karszterületeken kevésbé jellemző, így az országos átlagnál kisebb mértékben, de itt is lehetnek engedély nélkül fúrt és működő kutak, amelyek létesítéséről, víztermeléséről semmilyen adat nem áll rendelkezésre.

- Forrásvízművek esetén sok esetben nincs adat a vízellátásra hasznosított vízmennyiségen kívül, a szabadon túlfolyó hozamok alakulásáról.

- A visszatöltődés előrehaladásával egyre több az olyan mélyfekvésű, egykori forrásterület körzetében létesült használaton kívüli, esetleg észlelőkút, amelyik pozitívvá válik. Ha a tulajdonos, vagy üzemeltető nem gondoskodik a kút felcsövezéséről, elzárásáról, a kút szabadon túlfolyik, hozamát nem ismerjük.

- Bár a forrásmérések néhány jelentősebb forrásnál (Tapolca, Öskü) az 1980-as évek elején újra indultak, jóval nagyobb számban vannak nem mért források. Jelenleg nem megoldott még a tatai Fényes-források rendszeres mérése sem, nem ismerjük a Tapolcai-medencében fakadó egyéb források hozamát (Malom-tó és Királykúti forrásokon kívül).

A forráshozamok hidraulikai modellvizsgálatokkal elfogadható hibával számíthatók, a víztermelési adatok esetleges hibái, hiányosságai azonban máshonnan nem pótolhatók, ami a modellvizsgálatok eredményeinek megbízhatóságát csökkenti.

3.5. A főkarszt és az érintkező vízádók közötti vízcseré

A tároló vízmérlegét meghatározó harmadik elem a víztartó peremein oldalirányban a határoló víztartó képződmények, vertikálisan pedig a fedő és fekü rétegek, vagy a felszíni vizek, ill. ezek között kialakuló vízcseré. Az eddig tárgyalt vízmérlegelemek közül a vízkivételek és forráshozamok közvetlenül mérhetők. A felszíni beszivárgás a meteorológiai mérési adatokból, mint a csapadék és hőmérséklet alapján számítható. A peremi vízcserét egyrészt a víztartó, másrészt a határoló kőzettest szivárgási hidraulikai tulajdonságai és nyomásállapota határozza meg. A vízcseré ezekből a paraméterekből számítható.

A mélyföldtani és nagyszerkezeti ismeretek alapján a főkarsztvíztárolót horizontálisan vízzáró, főként metamorf képződmények határolják, ezért a tároló határán az oldalirányú peremi vízcseré gyakorlatilag elhanyagolható. A karsztvíztároló fekvését túlsúlyban metamorf, ill. permi homokkő rétegek alkotják, így a fekü felőli mélysegi vizek feláramlása sem valószínűsíthető.

Hidraulikus kapcsolat és készletcsere valószínűsíthető azokon a medence területeken, ahol az alaphegységet alkotó főkarsztvíztárolót fiatalabb víztartó rétegek fedik, pl. a Keszthelyi-hegység környezetében húzódó felsőpannon rétegeknél, a Bakony DNY-i, és a Vértes DK-i előterében. Az átszivárgás iránya és mértéke a karsztvíztároló és a fedőréteg vízszintjétől, részben a félig áteresztő rétegek vertikális szivárgási tényezőjének, vastagságának, valamint az átszivárgási felületnek a függvénye.

A főkarsztvíztárolót csapolják a vele hidraulikai kapcsolatban lévő felszíni vizek is, de a vízcseré iránya a karszt nyomásszintjének függvényében változhat. Vannak olyan területek is, ahol a főkarsztvíztárolóval kölcsönhatásban lévő felszíni vizek megcsapolása a tároló nyomásszintjeinek süllyedésével fokozatosan megszűnt, majd a felszíni vizek felől a karsztos tárolóba irányuló rátáplálás alakult ki. A főkarsztvíztárolóval hidraulikai kapcsolatban lévő patakok a középhegység DNY-i részén találhatók: a Veszprémi-Séd, a Gaja-patak és az Eger-víz. Balatonakalinnál és a Keszthelyi-hegység D-i előterében Vonyarcvashegynél a Balaton is megcsapolója a karsztvíztárolónak. Meghatározó szerepe van a Dunának is, mert a folyó esztergomi és budapesti szakaszán a főkarsztvíztároló erózióbázisát alkotja.

Az említett patakok közül a karsztvíz-szintet legnagyobb mértékben a Veszprémi-Séd tektonikus völgye befolyásolja, amely mintegy 40 km hosszan húzódik a Déli-Bakony nagy kiterjedésű karsztos beszivárgási területeinek tengelyében. A patak teljes hosszában megcsapolja a karsztot, amit a völgytalp közelében, Veszprém, Gyulafirátót, Kádárta területén fakadt egykori, ma már vízművekként kiépült források is bizonyítanak. A tároló ezen a részén a bányavízemelés hatására nem volt kimutatható.

A Gaja-patak csak egy rövidebb szakaszon, Balinka és Fehérvár-surgó között van kapcsolatban a karszttal. Ezen a szakaszon eredetileg a karsztot megcsapoló vízfolyás, a kincsesbányai depresszió következtében már több évtizede a karsztot táplálja, a Tési-fennsíktól É-ra húzódó, jórészt a fedő, karsztos vízgyűjtőről szállított vízzel.

Hasonló szerepe van a Balaton-felvidék és a Déli-Bakony között húzódó Eger-víznek is. A patak mentén Öcs, Kapolcs vidékén számos nagyhozamú, főkarsztos-forrás vize tört utat magának a fedő pliocén rétegeken keresztül. A nyírádi depresszió következtében ezek már az 1960-as évek végére elapadtak. Ezt követően a patak csak a fedő rétegek vizét gyűjti össze, majd Öcs és Vigántpetend között, ill. Monostorapáti és Diszel térségében, részben a patak medrében elszívároghat, a főkarsztot táplálja. Az egykor bővízű patak azonban az egymást követő aszályos években ezután is teljesen kiszáradhat.

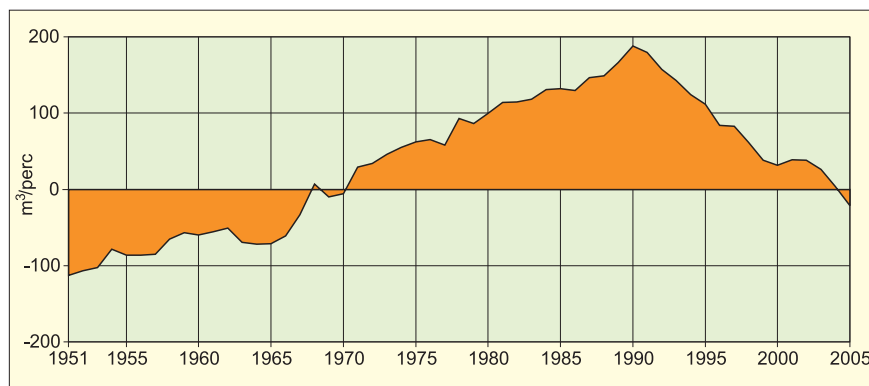
Nem tisztázott az Északi-Bakonyban a Cuha-ér, Gerence-patak és mellékvízfolyásaiknak a szerepe, amelyek jóval a karsztvízszint felett folynak, de a harántolt terület jelentős része a főkarsztot alkotó Fődolomit. A terület földtani felépítése következtében a patakok vizük egy részét a főkarsztvíztároló felé leadhatják, de a

rövidebb szakaszokon végzett vízhozammérések ezt a feltételezést egyelőre nem erősítették meg (Hydrosys Kft. 2006).

A karsztvíztároló és a Duna közötti hidraulikus kapcsolatot jelzi, hogy a Dunához közelítve az esztergomi karsztos észlelőkutak vízszintje fokozatosan közelít annak vízszintjéhez (102,80 mBf). Az 1980-as évek végén, amikor az eocén bányák karsztvíz emelése következtében Dorogon a legmélyebben, 90 mBf körül voltak a karsztvízszintek, az Esztergom 120 észlelőkút szintje 97 mBf körül ingadozott. A visszatöltődés következtében 2005-ben Dorogon már 116 mBf karsztvízszintet mértek, Esztergomban az emelkedés 7 m volt, ami így már csak 2 m-rel kevesebb az 1970-es évek közepén mért 106 mBf-nél, ami azt jelenti, hogy ezen a szakaszon a Duna egyre nagyobb mértékben csapolja a tárolót.

Hasonló jelenség figyelhető meg a budapesti termálkarszt területén is. A Duna vonalához közelítve az észlelőkutak karsztvízszintje fokozatosan közelít a Duna szintjéhez. A legmélyebb karsztvízszintek a Gellért-hegy lábánál, az ún. pávakerti észlelőkutakban mérhetők – 98–99 mBf –, ahol a dunai mederforrások, a főkarsztvíztároló legmélyebb megcsapolásai is vannak. Az észlelőkutak karsztvízszintjei a közvetlen hidraulikai kapcsolat miatt együtt mozognak a Duna vízjárásával. A karsztvízszint idősorokban 1970-től a bányavízemelés hatására a Budapesttől É–Ény-ra lévő területen fekvő észlelőkutakban jól kimutathatók voltak. A Dunához, ill. az ahhoz közeli ún. Budai-termális vonalhoz közelítve, annak erózióbázis jellegéből adódóan, a depresszió hatása, inkább a források és kutak hozamcsökkenésében jelentkezett.

Eredeti állapotban a karsztvíztároló és a fedőrétegek, valamint a felszíni vizek közötti vízcsera a karsztból a fedőrétegek és a felszíni vizek felé irányult. A bányászati víztelenítés időszakában, a nagyarányú karsztvízszint süllyedés következtében, a teljes tárolót tekintve a készletadás iránya megfordult, ami a karsztvízszint süllyedést fékezte. A vízcsera időbeli alakulását (25. ábra), a tárolóra összeállított nem permanens hidraulikai modellel számítottuk. Az ábrán



25. ábra. A főkarsztvíztároló számított vízcseréje

a pozitív tartomány a karsztvíztárolóba történő vízáradást, a negatív értékek a tároló megcsapolását jelölik. (A modell részletesebb bemutatása a 3.5. fejezetben található.) A felszíni vizekből való vízáradódás a túlermelés 1990-ig tartó időszakát jellemezte. Azóta a tároló regenerálódásának következtében ez a beáramlás folyamatosan csökkent, napjainkra gyakorlatilag megszűnt, ill. fokozatosan újra a tárolót megcsapoló elszívárgássá alakul.

3.6. A tároló vízmérlege

A főkarsztvíztároló vízmérlegét a fentiekben bemutatott három mérleget, a számított beszívárgás, a vízkivételek és forráshozamok, valamint a tároló és határos víztestek közötti vízcsere összege alkotja (26. ábra). A vízmérleg az 1960-as évek közepéig, a beszívárgás alakulásának függvényében változva, hol a pozitív, hol a negatív tartományban mozgott. A bányavíz-merlesek felfutásával, 1965 után a mérleghiány állandósult egészen 1990-ig. A nagygyházai és nyirádi leállásokat követően, a visszatöltődés megindulásával, 1991-től vált újra pozitívvá a vízmérleg.

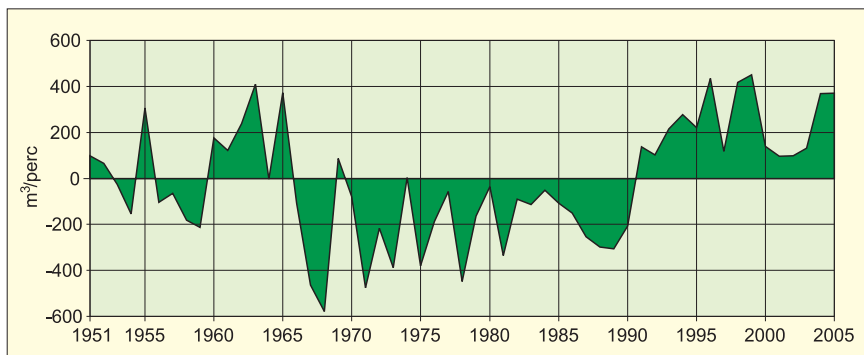
A tároló vízmérlege és karsztvízszintje nagyjából együtt változik. A mérlegtöbblet a vízszintek emelkedését, a mérleghiány pedig csökkenését idézi elő, amitől persze lokálisan lehet eltérés, ami azonban az általános tendenciát nem töri meg. Az észlelőkutak vízszint-idősorai igazolják ezt a várakozást, ami a számított vízmérleg-idősort hitelesíti. Az 1960 előtt létesült kevés észlelőkúton nagyjából a természetes vízjárásnak megfelelő vízszinteket mértek. Ezt követően először a vízkivételek „depressziós” központjaiban, majd távolabb is megindult a

vízszintek süllyedése és a források elapadása. Az 1960-as évek végén kiépült mintegy 200 karszt-kútból álló észlelőhálózattal már nagyrészt ezek a fokozatosan csökkenő karsztvízszintek voltak regisztrálhatók. Ez a folyamat változó intenzitással tartott 1990-ig. Ekkor indult meg a tároló visszatöltődése, ami egy-két év alatt csaknem a teljes területen éreztette hatását. A vízmérleg-egyenlegben mutatkozó többlet teljes egészében a tároló regenerálódására fordítódik. A visszatöltődés előrehaladásával azonban egyre több forrás újraindul, a további visszatöltődéssel pedig hozamuk nőni fog. Továbbiakban a forráshozamok növekedésével a jelenlegi időszakra jellemző vízmérleg többlet megszűnik. A fedőrétegek és felszíni vizek irányába a készletadódás, a karsztvízszint emelkedésekkel lassan növekedve, szintén csökkenti a mérlegtöbbletet. Szárazabb években már az utóbbi években is előfordult, pl. a Bakony nyílt karsztos területein, hogy az addigi visszatöltődést süllyedés váltotta fel. A karsztvíztároló jelenlegi nyomásállapotának bemutatására az észlelőkutak mért vízszintjei és a források fakadási szintjeinek felhasználásával készült a tároló 2006. januári karsztvízszint térképe (27. ábra).

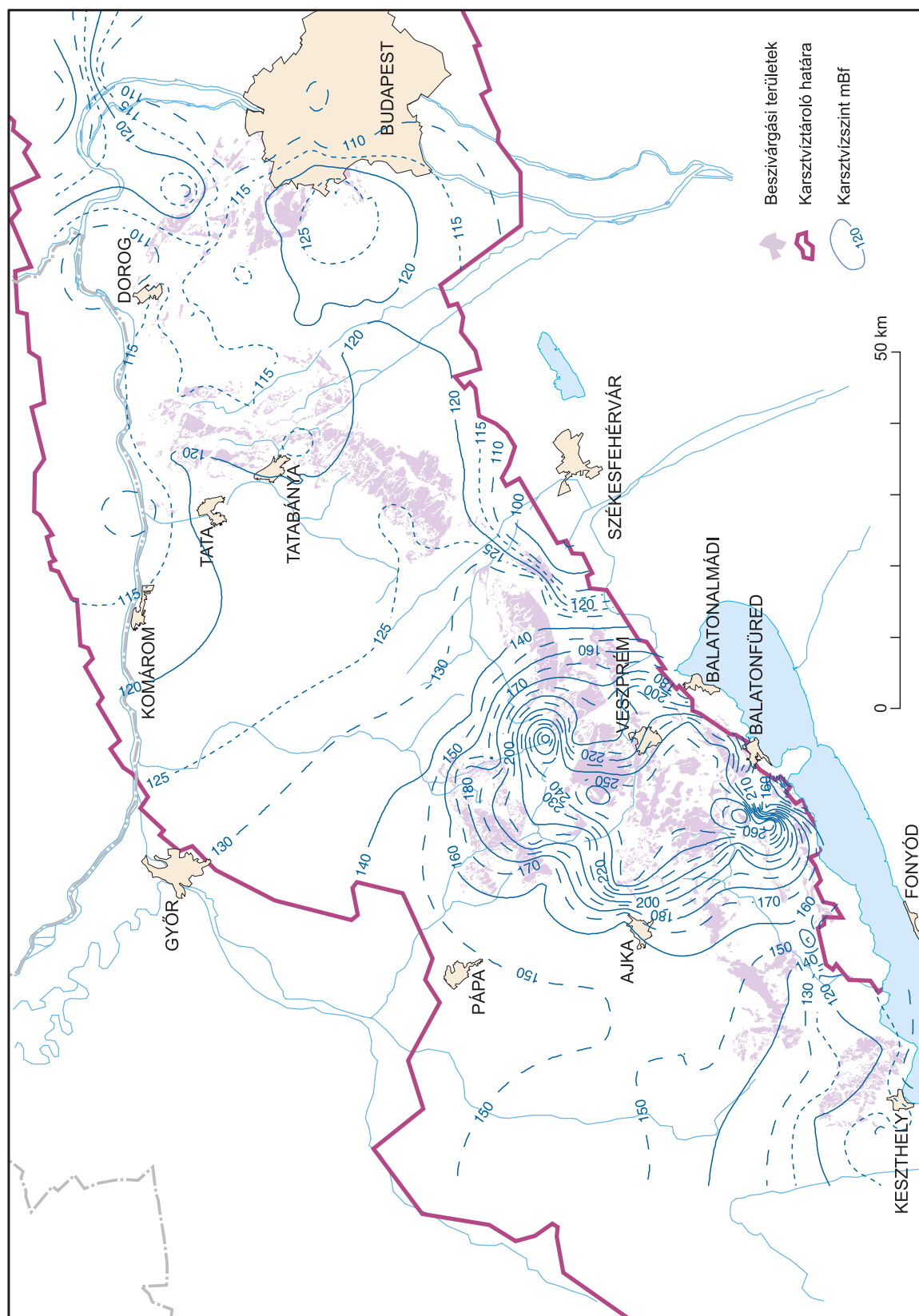
3.7. Állapotértékelés

Az egykori főkarsztos-források közül jelenleg csak nagyon kevés forrás hozamát mérik, részben mert a források jelentős része még nem indult meg újra, a már működők egy részénél pedig a mérő műtárgyak állapota nem teszi lehetővé a mérés folytatását. Pedig a források rendszeres vízhozam-mérése tájékoztatást adhat a beszívárgás, utánpótlás mértékéről, a víztároló aktuális állapotáról.

A Dunántúli-középhegység területén mért 16 törzshálózati-forrás közül a Hévízi-tó forrása, a tapolcai *Malom-tó*, a kádártai *Utászházi*, az ösküi *Gyélok*i- és *Tálok*i-, valamint a hajmáskéri *Községi-forrás* sorolható a főkarsztból fakadók közé. Ezek a források nagy vízgyűjtő területtel rendelkeznek, ezért a mért hozamadatokat vi-



26. ábra. A főkarsztvíztároló vízmérlege



27. ábra. A Dunántúli-középhegység főkarsztvíztárolójának 2006. januári karsztvízszint térképe

szonylag nagy kiterjedésű területrészekre jellemzőek. Sajnos, az utóbbi években rongálás miatt a Tálóki- és Utászházi-forrásból nincsenek megbízható adatok.

A Balaton-felvidéki vászolyi *Nagy-forrás*, a pécselyi *Zádor-forrás*, a balatonfüredi *Koloska-forrás* nem főkarsztos-források, vízhozamuk csak a Balaton-felvidéki karsztos tárolók állapotát jellemzi.

Jelen áttekintésben az Európai Unió (EU) vízkeret irányelvben meghatározott víztestek szerinti lehatárolást követjük, helyenként kisebb vízföldtani egységek figyelembevételével. A víztesteket az egész országra kiterjedően 2005-ben jelölték ki, ezek közül tíz esik a Dunántúli-középhegység területére.

Ebből hat víztest, a források vízgyűjtő területei mentén kijelölt hideg karszthoz, négy pedig a 30°C-os hőmérséklet-izoterma alapján lehatárolt termálkarsztos víztestekhez tartozik (KVVM, 2005). A vízföldtani egységek nyomásállapotáról a karsztos törzshálózati észlelőkutak nyújtanak információt. A jelenleg üzemelő törzshálózati-észlelőkutak száma 230 felett van. Vízgyűjtő területenként, ill. víztestenként ezekből a kutakból választottunk ki néhányat a változások jellemzésére. Az új szempontok szerint a főkarsztvíztároló területe az alábbi karsztos-víztestekre osztható (28. ábra):

- Nyugat-bakonyi víztest (hévízi, tapolcai, tapolcafői vízgyűjtő),
- Nyugat-dunántúli termálkarszt,
- Balaton-felvidéki víztest,
- Északi-Bakony–Gerecsei víztest (Tatai-források),
- Észak-dunántúli termálkarszt,
- Keleti-Bakony–Vértes D-i víztest,
- DKH Északkeleti víztest (Budai-források),
- Budapest környéki termálkarszt,
- Nógrádi (Duna-balparti) rögök,
- Nógrádi termálkarszt.

A bányászati víztelenítés két centrumára és közvetlen hatásterületére való tekintettel a korábbi utánpótlódási vizsgálatok során a középhegységet két utánpótlódási egységre osztották (21. ábra), ami a probléma nagytérsgéi kezelésére lehetőséget nyújtott ugyan, de a részletekre vonatkozó elemzések elvégzésére alkalmatlan volt.

Az EU irányelveknek megfelelően kijelölt víztestek határai átszelik a kettős tagolás határvonalát.

A víztestek szerinti tagolást, a következő alfejezetekben foglaltak egyértelműen indokolják.

A főkarsztvíztároló bár egyetlen, összefüggő víztestnek is tekinthető, amely morfológiájából adódik az ÉK–DNy-i részre való felbontás, ettől eltérően, a keretirányelv ajánlásai szerint több, kisebb víztestre bontható, amelyeket akár a vízhőmérsékleti különbségek, vagy a forráscsoportok vízgyűjtője alapján határoztak meg.

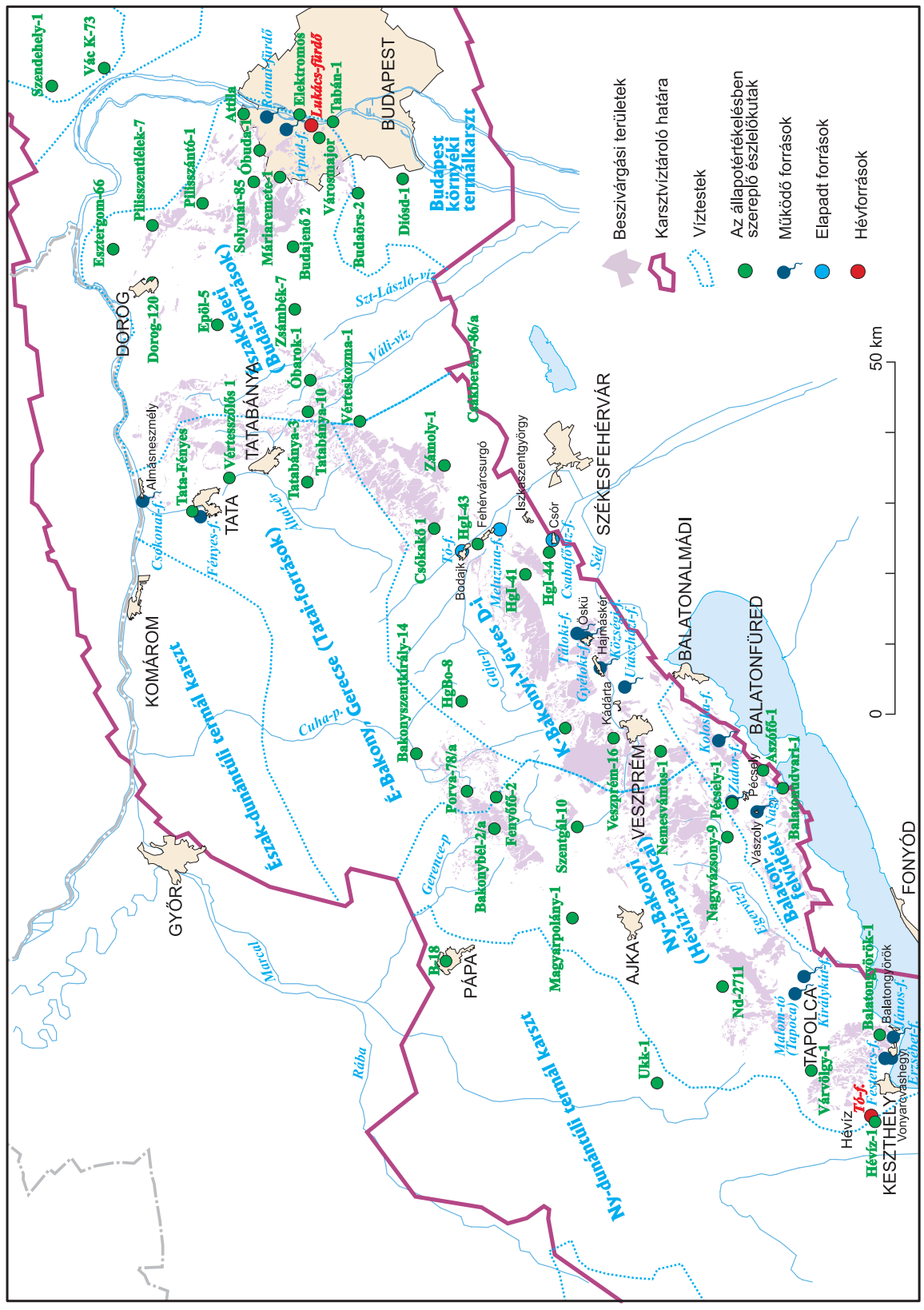
3.7.1. Nyugati-Bakonyi víztest és a Nyugat-dunántúli termálkarszt

A nyugat-bakonyi víztest egysége a Nyugati-Bakonyt, ennek É-i–ÉNy-i előterét és a Keszthelyi-hegységet foglalja magában. A Hévíz–Pápa között található termálkarsztos terület, amely nem rendelkezik saját utánpótlási területtel, a nyugat-dunántúli termálkarszthoz tartozik. A nyugat-bakonyi területnek természetes megcsapolásai voltak É-on a tapolcafői, pápakovácsi források, D-en a Tapolcán és környékén fakadó langyos források, DK-en az öcsi, kapolcsi források.

A Keszthelyi-hegység fő megcsapolója a Hévízi-tó meleg forrása, ill. a hegység D-i oldalán Gyenesdiás, Vonyarcvashegy, Balatongyörök területén lévő források, amelyek 105–115 mBf szintek között fakadnak, tehát a középhegység Ny-i felén a legalacsonyabb szinten.

A Nyugati-Bakony területére eső valamennyi főkarsztos-forrás az 1960-as 1970-es években elapadt, utoljára a legalacsonyabban fakadó tapolcai Malom-tó is. A Keszthelyi-hegység forrásain csak hozamcsökkenést lehetett tapasztalni. Napjainkban a Nyugati-Bakony forrásai közül a Malom-tó forrás újból nagy hozammal működik, és feltehetően több olyan Tapolca környéki forrás is, amelyik a főkarszttal hidraulikai kapcsolatban volt, és 120 mBf körüli magasságban fakadt. A magasabban fakadt források egyelőre még nem működnek.

A Bakony ÉNy-i előterében Pápa–Tapolca vonaltól Ny felé fedett termálkarsztos terület húzódik. Ebben a térségben jelentős vízszintváltozások voltak a bányászati víztelenítés, majd annak leállása következtében. A karsztos beszívargási területektől távol eső, nyomás alatt levő területeken a vízszintváltozás hasonló ütemben játszódott le a Nyirád központú depressziós területen mérhető értékekkel. A nagymértékű víz-



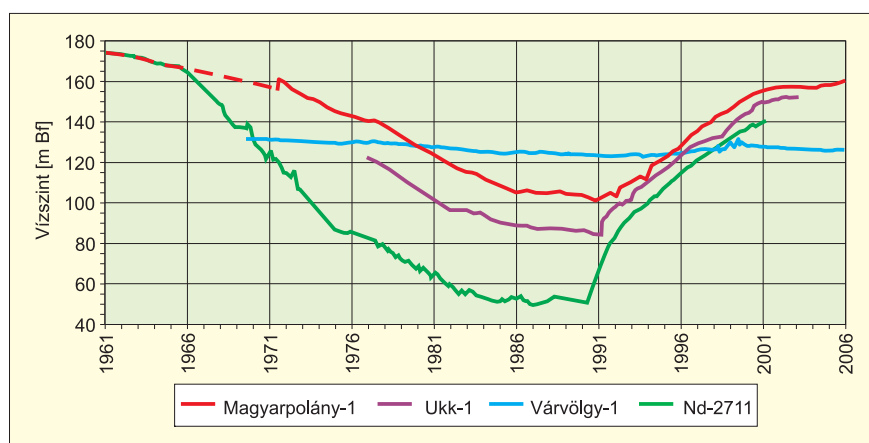
28. ábra. Az állapotértékelésben szereplő észlelőkutak és források

szintváltozásokkal érintett területek észlelőkútjaiban (Ukk-1, Magyarpolány-1) a vízszintek a nyirádi depresszióval arányosan változtak, ami jelzi a szoros hidraulikai kapcsolatot a nyirádi térség és annak É-i, ÉNy-i előtere között (29. ábra).

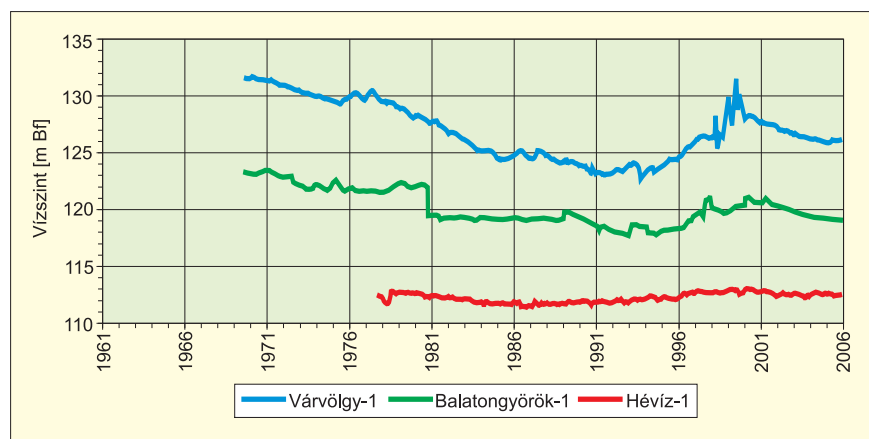
A nyirádi bánya vízemelésének hatására a térségben az 1950-es évek közepétől 1990-ig, monoton vízszintsüllyedés volt megfigyelhető. 1990-től, a nyirádi bányászati vízemelések megszűntétől 2001-ig monoton emelkedés volt, amit a visszatöltődésen kívül a nagyobb beszivárgás is segített.

Az utóbbi évek beszivárgás-csökkenése a visszatöltődést mérsékelte. Jelenleg a vízszintek az eredeti 170–180 mBf szinteknél még 15–20 m-rel alacsonyabbak. A térség kútjainak vízszint-idősorai hasonló változásokat mutatnak, igazolva ezzel a nagy területen kimutatható szoros hidraulikai kapcsolatot. Figyelemre méltó, hogy a nyirádi bányavízemelés leállításától a vízszintek csaknem azonos értékre álltak be.

A terület észlelőkútjaiban 1970 után tapasztalt kisebb mértékű, de folyamatos vízszintcsökkenés bizonyítja, hogy a Keszthelyi-hegységtől É-ra, a Várvolgyi-medencében mélyre zökent triász rétegek, vagy a medencét határoló szerkezeti vonalak nem alkotnak vízzáró határt. Az ebben a sávban előforduló Rezi dolomit bitumenes- és tűzköves-dolomit rétegeinek, valamint a Kösseni-rétegek márga, mészmárga képződményeinek gyenge vízvezető képességével magyarázható a nyirádi depresszió korlátozott hatása. A várvolgyi fúrásban az 1990-es évek elejéig vízszint csökkenés, ezután 2001-ig emelkedés, azóta újabb csökkenés figyelhető meg. A Keszthelyi-hegység észlelőkútjaiban, az 1970-es években mért vízszinteknél 3–4 m-rel alacsonyabb vízszintek mérhetők, ugyanakkor a Hévízi-tó környezetében lévő észlelőkutakban a változások 1–2 m-en belül voltak, jelenleg az 1970-es évek végén mért értékekhez közeli vízszintek mérhetők.



29. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Nyugati-Bakony előtere, Keszthelyi-hegység



30. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Keszthelyi-hegység

A Keszthelyi-hegység D-i részén a Balatongyörök-1 kútban a karsztvízszint szintén 3–4 m-t süllyedt az utóbbi három és fél évtizedben, a hegység É-i feléhez hasonlóan. A vízszintek hosszú idejű változását a meleg Hévíz-1, a langyos Várvolgy-1 és a hideg Balatongyörök-1 kút idősorával jellemezzük (30. ábra). A nyirádi depressziós hatás késleltetése és az 1990-es évek fordulóját jellemző száraz évek együttes hatása következtében a várvolgyi és a balatongyöröki kútnál is az 1990-es évek elejére estek a legalacsonyabb vízszintek. (Ekkor már a nyirádi depresszió visszatöltődése 2–3 éve tartott.)

Az ún. Magas-Bakony beszivárgási területeit a Csehbányai-medence választja el a Nyirád térségi karsztos kibúvásoktól. Ezeken a

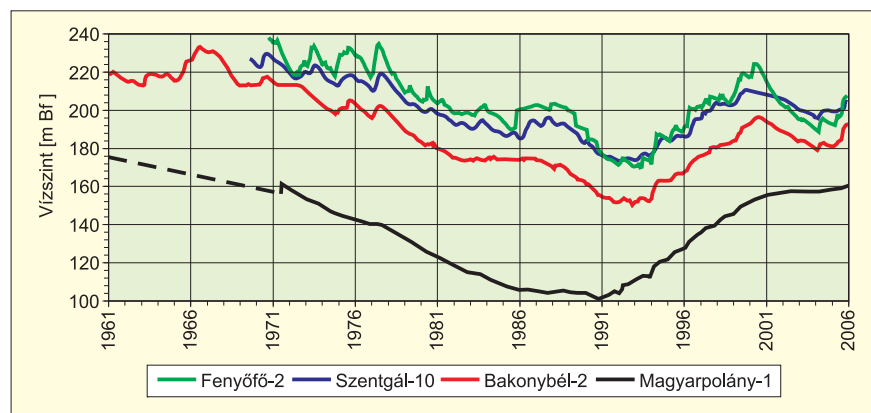
magas karsztvízszintű területeken, Pénzesgyőr, Szentgál, Bakonybél, Fenyőfő térségében évente, valamint hosszú idő alatt jelentős vízszintváltozások figyelhetők meg (31. ábra). A magas vízszintek magyarázata az lehet, hogy a tektonikai mozgások során vertikálisan egymáshoz képest is akár több száz m-rel elmozdultak a karsztos kőzettömbök. Az egyik kőzettest megemelkedett, a szomszédos terület lesüllyedt. Az eltérő helyzetű, szomszédos tárolórészek között lényegesen rosszabb hidraulikai kapcsolat alakult ki. A beszivárgó vizek csak lassan adódnak át a szomszédos, alacsonyabban fekvő kőzettestekbe, ezért a beszivárgás változása a vízszintingadozásokban kimutatható, de emellett a nyirádi depresszió is érintette a területet.

A térség egykor jelentős bányavízemelési közül 2005-ben már csak Halimba emelt jelentősebb mennyiségű, kb. 6 m³/perc vizet. Nyirádon az utóbbi években 20 m³/perc körül

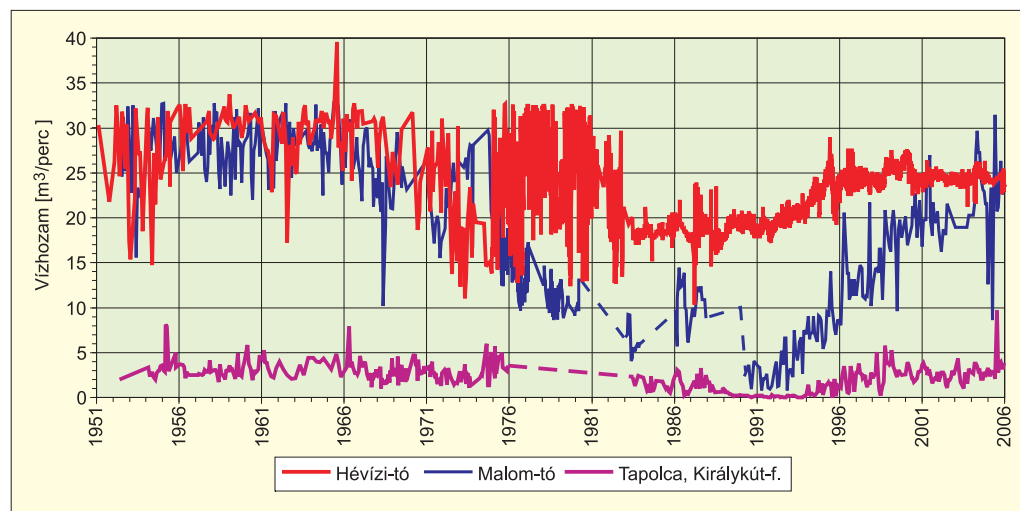
volt az ivóvíztermelés, ami évek óta érdemben nem változott. Így a térségi víztermelés az 1970-es és 1980-as évek maximális vízkivételeinek 10%-át sem éri el. Ennek megfelelően a víztelenítés által érintett területeken 1990 óta emelkednek a vízszintek, természetesen a depresszió fokozatos feltöltődése miatt az emelkedés intenzitása az utóbbi években csökkent.

A vízkészletváltozásokról nemcsak a vízszintek, hanem a források hozamalakulása is tájékoztat (32. ábra). Ezek közül a Hévízi-tó és a tapolcai Malom-tó jelenleg a középhegység legnagyobb hozamú forrásai. Ezek a források nagy vízgűjtővel és nagy tárolt készlettel rendelkeznek, vízhozam változásaikban az éves beszivárgás változása csak tompítva jelentkezik. A Hévízi-tó hozamáról igazán megbízható mérések 1983-tól vannak, amit a vízhozamgörbe kisimulása jelez. A Malom-tó és a Királykút-forrás esetében a mérések szórása miatt csak a változások tendenciája

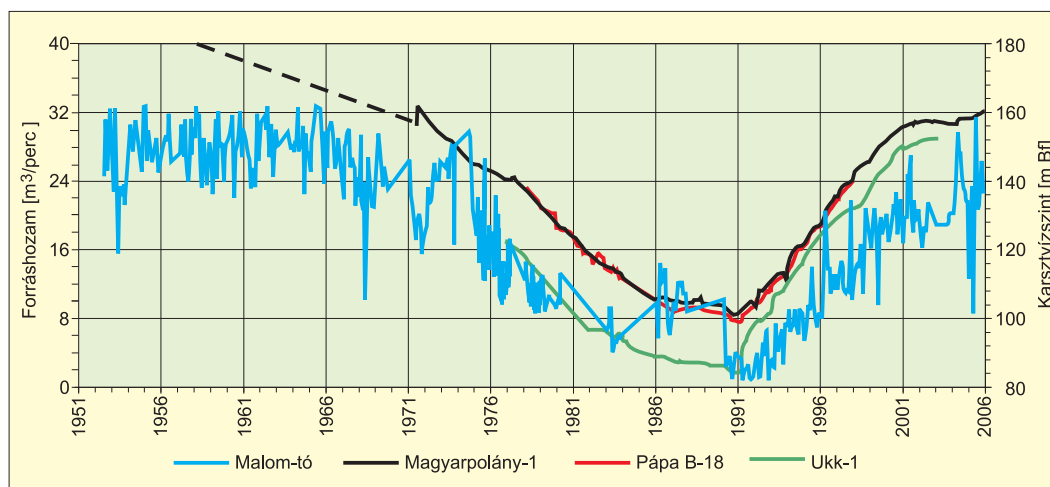
értékelhető, pontos mérése nem. A Malom-tó és a Hévízi-tó hozamai az 1950 és az 1960-as években csaknem megegyeztek, majd az 1970-es évek közepétől a nyirádi vízemelés depressziója eltérő mértékben bár, de mindkét forrás hozamát érintette. A tapolcai Malom-tó forrásánál az 1991 óta tartó visszatöltődés kisebb-nagyobb megtorpanásokkal még ma is tart,



31. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Magas-Bakony, Nyugati-Bakony



32. ábra. Forráshozam idősorok – Keszthelyi-hegység, Nyugati-Bakony



33. ábra. Karsztvízszint és forráshozam idősorok – Nyugati-Bakony

míg a Hévízi-tó esetében 1996 óta csak 1999-ben volt, átmenetinek bizonyult hozamnövekedés, ezt leszámítva a hozam mindössze néhány százalékos mértékben ingadozik. A tó hozamára nem gyakoroltak hatást sem a 2000–2003. évi száraz, sem az ezt követő csapadékosabb évek. A tó forrásának regenerálódása és annak megtorpanása alapján egyértelmű, hogy a *nyirádi depresszió nem okozott visszafordíthatatlan károkat sem a forrás hozamában, sem a tó állapotában*. Ugyanakkor a tó környéki hévíztermelő-kutak hatása korlátozza a további hozamnövekedést, amelynek érdekében előbb-utóbb a mainál szigorúbb engedélyezésre és ellenőrzésre lesz szükség.

A tapolcai Királykút kisebb hozamú forrás, jelentős hozamváltozás a korábbi évekhez képest nem volt, mert a forrás nem a főkarsztból, hanem a Tapolca környéki miocén karsztból kapja a vizét.

A víztest területén a vízszintek és a forráshozam változások között szoros kapcsolat figyelhető meg (33. ábra). A Nyugati-Bakony területén bekövetkezett vízszintváltozások egyértelmű kapcsolatot mutatnak a tapolcai Malom-tó vízhozam változásaival, a hideg és a meleg karsztos tározórészrel egyaránt.

3.7.2. Balaton-felvidék

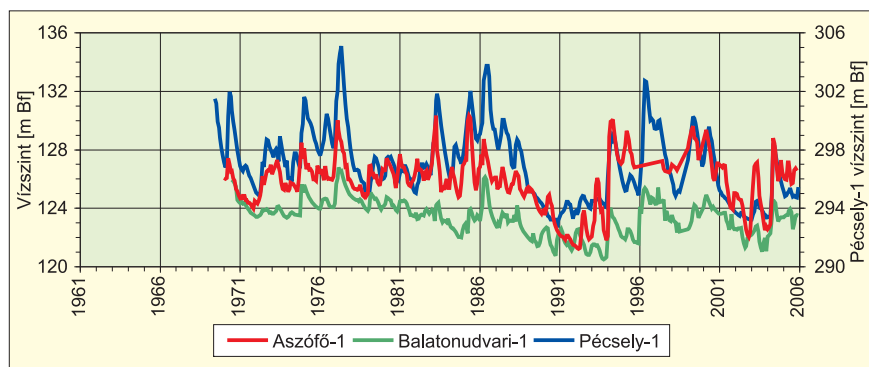
A Balaton-felvidék nem része a főkarsztvíztárolónak, területén nincsenek nagy kiterjedésű, hidraulikailag összefüggő karsztterületek. Nagyfokú tagoltság és kőzettani változatosság jellemzi, sok kisebb-nagyobb karsztos részvízgyűjtőből áll, amelyek vizét egy-egy forrás csapolja meg.

Ezeknek a helyi vízellátásban jelentős szerepük van. A részvízgyűjtők területén a karsztvízszintek nagyon változatosan alakulnak, ezért a néhány kiválasztott kútnak csak a vízjárását lehet a területre jellemzőnek tekinteni, az abszolút szintek még szomszédos részvízgyűjtők esetében is akár száz m-rel is különbözhetnek egymástól, ami a főkarsztra nem jellemző. A legmagasabb karsztvízszintek a terület Veszprémi-Bakonnyal szomszédos területein mérhetők (34. ábra), ezért az ábrán a Pécsely-1 vízszintingadozását függőleges eltéréssel és annak megfelelően az ábra jobb oldalán külön magasságbecsléssel ábrázoltuk.

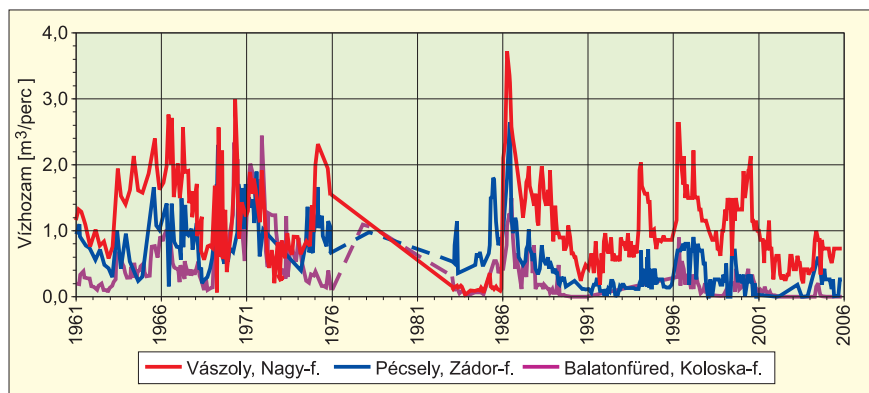
Az egyes vízgyűjtőkön a vízszintek a beszivárgás-kiürülés menete szerint változnak, így az idősorokra jellemző az éves periodicitás és az 1970-es évekhez képest a vízszintek csökkenésének tendenciája, ami az alacsonyabb maximumokban és minimumokban is mutatkozik. Az idősorokban jól látszik az utóbbi másfél évtizedben kétszer, az 1990-es évek fordulóján és a 2000-es évek elején tapasztalt több éves száraz időszak hatása.

Mivel ezeken a területeken a karsztos kőzetek kis vastagságúak, kicsi a tárolódás, a vízszintidősorok elsősorban a beszivárgás mennyiségével és intenzitásával arányosak. A bemutatott kutak vízjárása a Balaton-felvidék többi kútjára is jellemző.

A Balaton-felvidéki víztest területén a viszonylag nagy hozamú források többsége vízműként működik, ezért az ivóvízellátásra felhasznált termelési adatok nem tájékoztatnak a tényleges vízkészletről, mert a források túlfolyó hozamát nem mérik. Erről a területről összesen három törzshálózati forrás adata áll rendelkezésre.



34. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Balaton-felvidék



35. ábra. Forráshozam idősorok – Balaton-felvidék

zésre. A Balaton-felvidék karsztforrásai sekély-karsztos vízgyűjtőjű, gyors vízforgalmú források, amelyek szintén érzékenyek a beszivárgás változásaira (35. ábra). A vászolyi Nagy-forrás hozamadatai reprezentatívnak tekinthetők, és jól jellemzik a térség utánpótlási viszonyait. A forrás adataiból jól látható, hogy a nagy csapadéku időszakokban a tárolóban akkumulálódik a víz, de a kiürülés egy-két éven belül megtörténik.

A balatonfüredi Koloska-forrás aszályos időszakban többször is kiszáradt. A pécselyi Zádorkút viszonylag bővízű forrásáról, a vízmű forrásfoglalása óta (1990-től), csak bizonytalan adatokkal rendelkezünk.

A vászolyi forrásmérési adatok alapján megállapítható, hogy az elmúlt fél évszázadban a legnagyobb és viszonylag tartósan magas hozamú időszak az 1960-as évek közepén volt. A hozamcsökkenés oka a csapadék, ill. beszivárgás csökkenése, a Balaton-felvidék vízszintészlelő kútjait a bányászati víztermelés depressziós hatása nem érintette.

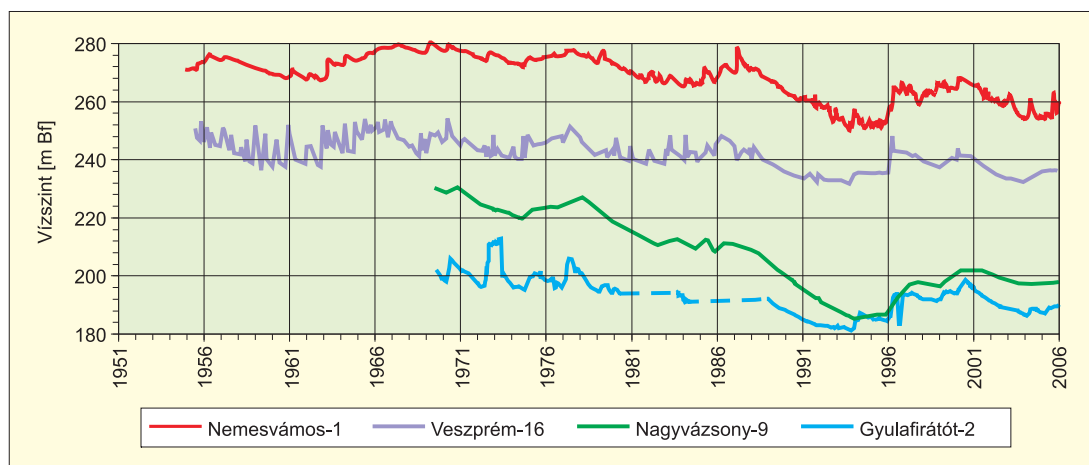
3.7.3. Keleti-Bakony–Vértes D-i víztest

A Keleti-Bakony–Vértes D-i víztest több nagy szerkezeti, vízföldtani egységre bontható. Ezek a Balaton-felvidékhez É-ről csatlakozó Veszprémi-Bakony, a Keleti-Bakony, és ezek É-i előtere, valamint a Móri-árokktól K-re, a Vértes hegység D-i része. A Veszprémi-Bakony Ny-i részét leszámítva, ezen a területen a nyírádi hatás már nem volt észlelhető. A víztest területén két jelentős depresszió, a Kincsesbányarákhegyi és a tatabányai eocén bányák hatása mellett, lokális depressziót okozott a várpalotai és a balinkai bányák karsztvíz termelése is.

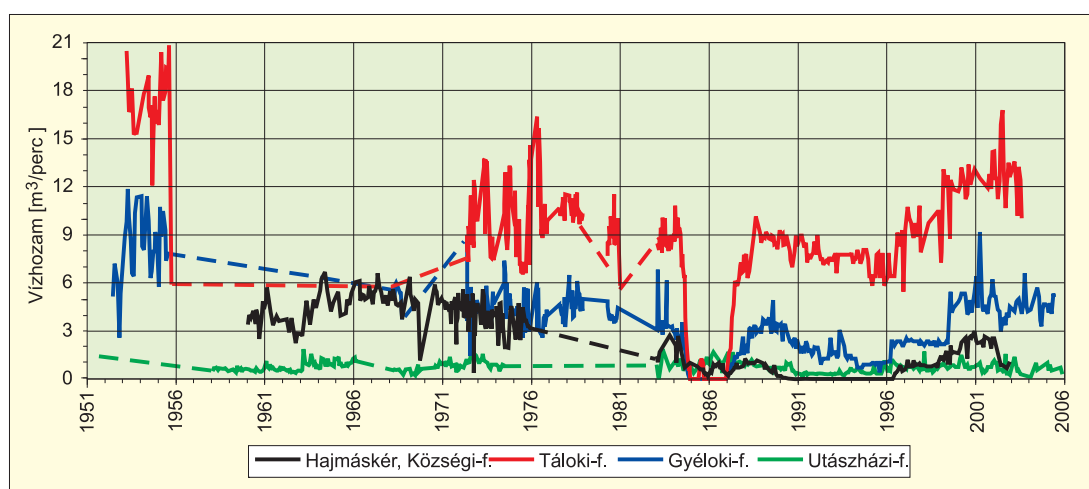
Anyirádi bányászati vízemelés okozta depressziós hatás Nagyvácszonyban határozottan, Nemesvámos környezetében kis mértékben,

Veszprém–Gyulafirátót területén pedig nem volt kimutatható (36. ábra). A maximális vízszinteket itt is az 1960-as évek közepén, végén mérték. A magasabban fekvő kutak vízszintváltozásaiban az éves beszivárgási időszakok még megfigyelhetők aszerint, hogy nőtt-e vagy csökkent az utánpótlás a tárolóból kilépő vízkészlethez képest.

A Keleti-Bakony–Vértes D-i víztest térségének legjelentősebb működő forrásai az ösküi és hajmáskéri források (37. ábra). Az ösküi források hozama az 1984–1987 közötti várpalotai karsztvízbetörés idején bekövetkezett elapadást leszámítva viszonylag kiegyenlített. Az 1996-tól tapasztalható hozamnövekedésben a csapadék növekedésének is szerepe van. A hajmáskéri Községi-forrás hozama az 1960-as évek elején lényegesen nagyobb volt a jelenleg mérhető értékeknél. 1990–1996 között ez a forrás és a többi hajmáskéri forrás is elapadt, ami a kis beszivárgás és a térségi víztermelés hatására következhetett be. A terület forrásai '96 után újra indultak, de hozamváltozásaikban éven belüli ingadozások nem nagyon jelentkezik, valószínű ezek-



36. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Veszprémi-Bakony



37. ábra. Forráshozam idősorok – Keleti-Bakony

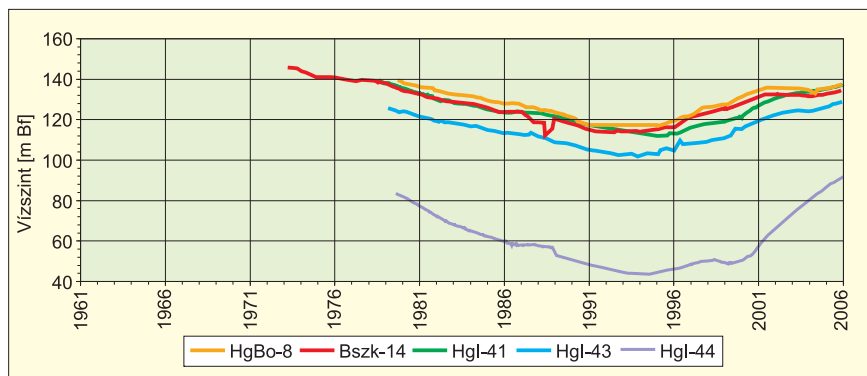
hez a forrásokhoz nagy kapacitású tároló rendszer tartozik. A kádártai Utászházi-forrás kisebb, de vízjárását tekintve kiegyenlítettebb hozamú, mint az ösküi források, a forrás vízgyűjtőjét víztermelő kút depressziója nem érinti. A források vízhozamában az 1950-es évekhez képest jelentős csökkenés látszik, ez csak részben származhat alacsonyabb beszivárgásból, feltételezhetően ebben szerepet játszanak a Keleti-Bakony egykori bányavíz kivételei is. A Keleti-Bakony vízháztartásában a legjelentősebb változásokat az iszkaszentgyörgyi, majd a kincsesbányai bauxitbánya víztermelése okozta.

Az 1950-es évek közepétől előbb a csóri, majd az 1960-as években a bodajki, fehérvár-surgói források elapadása jelezte a térségi túltermelést. A kutak részben az egykori források és a fő

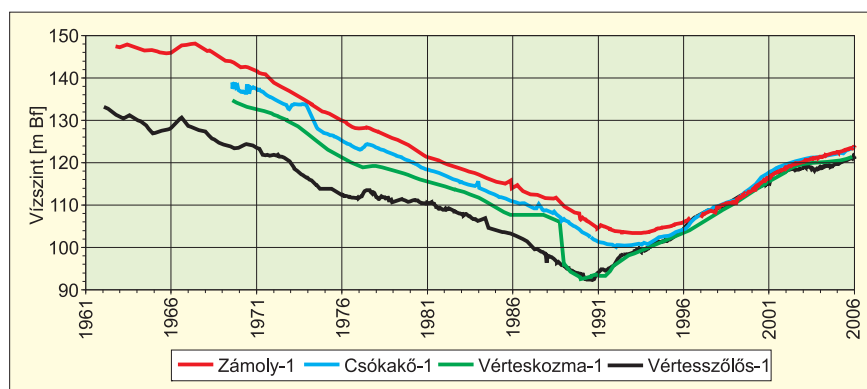
megcsapolási hely, a rákhegyi vízakna közelében, ill. a Tési-fennsík beszivárgási területén és a Keleti-Bakony É-i előterében helyezkednek el (38. ábra). (Az ábrán feltüntettük a szomszédos Magas-Bakony területére eső Bakonyszentkirály-14 észlelőkút vízszintidősorát is.)

A Vértes hegység D-i területén az eredeti vízszintek 150 mBf magasságban húzódhattak. A vízszintek süllyedése csaknem folyamatos volt a tatabányai bányászati vízemelések felfutásával összhangban, az 1960-as évek közepétől 1990-ig, a vízemelések megszűntéig (39. ábra).

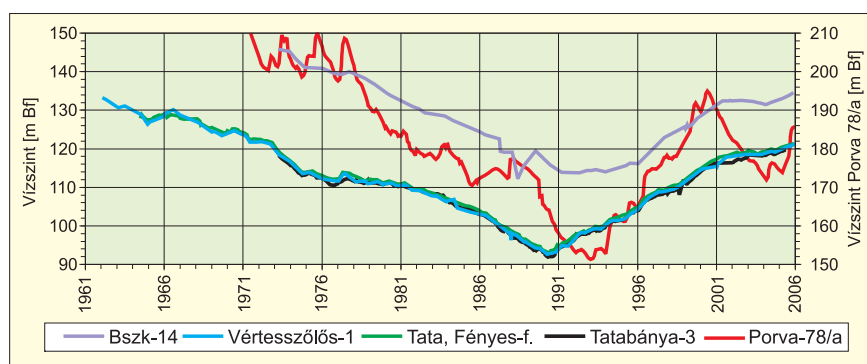
Figyelemre méltó, hogy 1990 után a Vértes és a Tata melletti Vértesszőlős térségében lényegében azonos vízszintek alakultak ki, ami a Vértes és a Gerecse szoros hidraulikai kapcsolatára utal.



38. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Keleti-Bakony és É-i előtér



39. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Vértesszeg



40. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Északi-Bakony és Tatabányai-medence (Nyugati-Gerece)

tek gyakorlatilag azonosak (40. ábra). Az egyenletes süllyedés, ill. 1990-től ug-rásszerű emelkedés a tatabányai és nagygyházai víztermelés és leállás köz-vetlen hatását tükrözi. Az Északi-Bakony területén a vízszintváltozásokban a természetes változások játszanak szerepet. A porvai kút magas vízszintje és a beszivárgást követő víz-szintingadozások a nagy vastagságú, de kiemelt helyzetű karsztos rögök jellemzője, a bakonyszent-királyi Bszk-14 kút már egy nagyobb méretű tározó kiegyenlített változásait mutatja.

A térség legjelen-tősebb ivóvízkivételei, a tatabányai XIV/A és XV/C vízaknák ivóvíztermelése 25–30 m³/perc, kb. tizede az egykori maximális vízter-melésnek. Az Északi-Bakony–Gerecsei víztest területén lévő Tata térségi forrásokat a tata-bányai bányászat víztermelése elapasztotta. Ebben a körzetben a dunaalmási Csokonai-forrás 1999 óta, a tatabányai Fényes-forrás 2002 óta működik újra, ez utóbbi hozama jelenleg 10 m³/perc körül van, és továb-bi folyamatos hozamnövekedés várható. Dunaalmáson az egy-kori Csokonai-forrás környe-zetében 1999 óta van vízfa-kadás, és az emelkedő nyomás következtében jelenleg az egyik vízműkút karsztvíze mintegy 2 m³/perces vízhozammal sza-badon elfolyik.

3.7.4. Északi-Bakony–Gerecsei víztest

Az Északi-Bakony–Gerecsei vízgyűjtő az ún. Magas-Bakonyt, a Gerecse Ny-i felét a Dunáig foglalja magá-ba. A terület nagy része fedett. A Vértesszeghez hasonlóan a Gerecse környezetében található kutakban a vízszin-

3.7.5. Az Észak-dunántúli termálkarszt

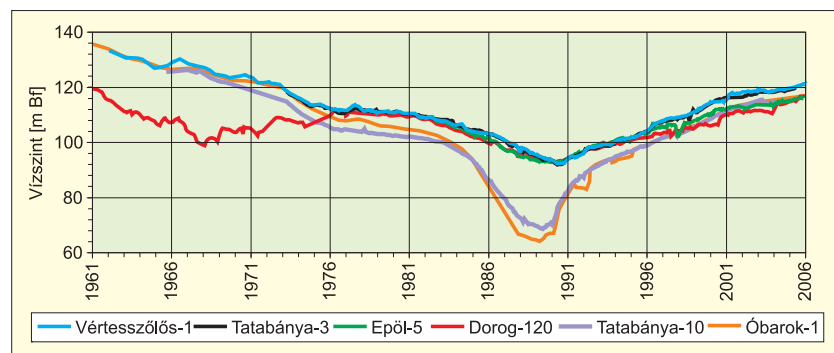
Az Észak-dunántúli termálkarsztot néhány száz m vastag, fiatalabb üledéksor fedi le. Észlelőkutak itt nem létesültek, ezért erről a területről nincse-

nek közvetlen információink. A terület felszíni utánpótlódási területtel nem rendelkezik, a termelőkutak fúráskori nyugalmi szintjei csökkentek, ezért a vízáadó utánpótlása korlátozott.

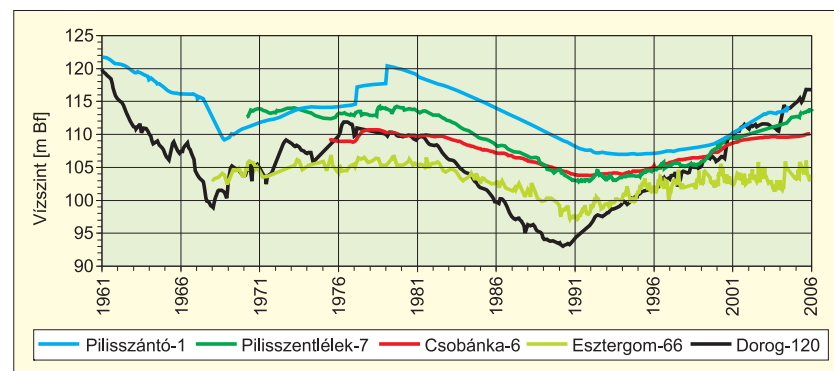
3.7.6. Északkelet-dunántúli víztest

Az Északkelet-dunántúli víztest területét több hegység alkotja, amelyek részben kőzetkifejlődésben, részben szerkezetileg elkülönülve helyezkednek el, így a Gerecse É-i, D-i és K-i területei, és a Budai-, valamint a Pilis hegység karsztos tömbje. A terület fő megcsapolási-pontjai É-on az esztergomi és sárisápi, K-en a budai langyos források voltak.

A sárisápi források már a II. világháború utáni években, az esztergomi források az 1960-as években elapadtak, az észak-budai források esetében hozamcsökkenés volt megfigyelhető. Sajnos ezeken a forrásokon megbízható mérések az utóbbi évtizedekben nem történtek, így az állapotértékelés a vízszintváltozásokra korlátozódik. A gerecsei területen történt vízszintváltozások a bányászati vízemelésekkel összhangban következtek be (41. ábra).



41. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Gerecse hegység



42. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Pilis hegység

Jellemző, hogy a terület nagy részén szinte azonos vízszintek voltak, a jelentősebb eltérések csak a nagyhozamú vízemelések idején, a depressziók közelében alakultak ki. A szomszédos területekkel való kapcsolat jellemzésére feltüntettük a Vértesszőlős-1 és Tatabánya-3 kút idősorát is. Az idősből megállapítható, hogy a dorogi bányászat hatása nem terjedt ki a Gerecse jelentős részeire, de a tatabányai és főleg a nagygyeházi vízemelések nagyobb vízszintsüllyedéseket okoztak Dorog térségében, mint amit a dorogi bányászat okozott az 1960-as években, a legnagyobb vízemelése idején. A visszatöltődés következtében a vízszinteloszlás a természetes állapothoz közelít, a Gerecse beszivárgási területei felől az áramlás egyre inkább a Duna felé mutat.

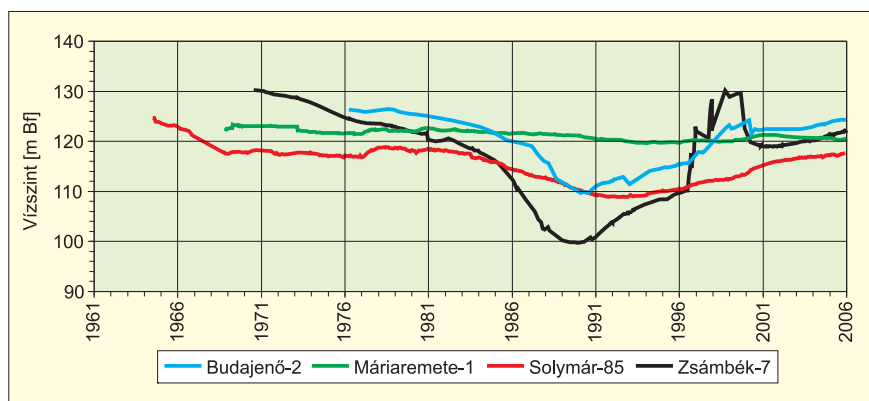
A Gerecsével szomszédos Pilis hegység területén mért vízszintváltozások a bányászati és természetes hatásokat egyaránt érzékelik. A jellemző pilisi kutak mellett feltüntettük a gerecsei Dorog-120 kút idősorát is (42. ábra).

A térség meghatározó depressziójának az okozója a Dorog környéki bányászat volt. A maximális víztermelés időszaka az 1960-as évek közepére esett. Ennek hatása a budai termálkarszt felé is kiterjedt, a Pilis beszivárgási területein azonban hatása alig jelentkezett. Az 1980-as évek tatabányai depressziója Dorogon alacsonyabb vízszinteket okozott,

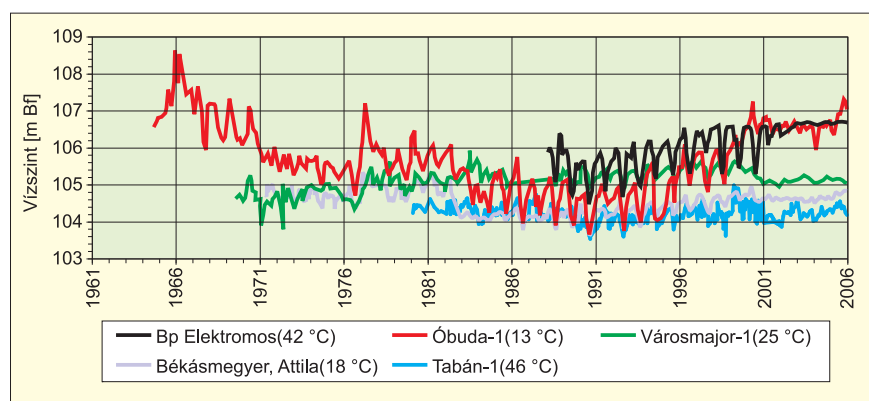
mint ezt megelőzően a helyi termelés. Dorog térségében a visszatöltődés a lencsehegyi bánya 2004-ig tartó működése ellenére folyamatos volt, és jelenleg is folytatódik.

A Budai-hegységtől Ny-ra, a Zsámbéki-medence nyomás alatti területein jelentős vízszintsüllyedések történtek, míg a Dunához közeli területeken jelentős vízszintváltozások nem voltak kimutathatók. A hegység Ny-i és középső részén napjainkra az 1970-es éveknek megfelelő vízszintek alakultak ki (43. ábra).

A középhegység legalacsonyabb karsztvízszintjei a Duna mint erózióbázis mentén mérhetők (44. ábra). A budai termális vonalon, Békásmegyertől a Gellért-hegyig fakadó langyos és meleg források természete-



43. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Budai-hegység



44. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai a budai termálkarsztban

tes depressziója rögzíti a karsztvízszinteket. Az éven belüli vízszintingadozások a mesterséges vízkivételek szezonális hatását is jelzik.

A tároló regenerálódásának hatását jelzi az Óbuda-1, a békásmegyeri Attila-kút, és a budapesti Elektromos észlelőkútja. Az első 2 kút a hideg karsztot észleli, az Elektromos kút pedig a termálkarsztot.

Az egymással szomszédos langyos és meleg karszt kölcsönhatása következtében az 1990-es évek elejétől a nyomásemelkedés hatása az észak-pesti termálkarszt kutakban is kimutatható nyomásemelkedést okozott.

A 2000-es évek elejétől az addigi víztermelés okozta évi periodicitású nyomás-ingadozások lecsökkentek, ami valószínűleg a fürdők vízforgató berendezésekkel való felszerelésével, az egyenletesebb víztermeléssel magyarázható. A középső és D-i termálkarsztot feltáró Városmajor-1 és Tabán-1 kutak vízjárása alapján a tárolóban lejátszódott depressziós hatás, majd regenerálódás ezeket a tárolórészeket nem érintette.

A térség vízforgalmában természetes állapotban a termális forrásoknak volt döntő szerepük. Az 1960-as évektől azonban ezeknek a forrásoknak a mérése megszűnt. Konkrét ismereteink az elfolyó hozamokról nincsenek. A víztermelések utóbbi évtizedben történt csökkenése, a vízszintek emelkedése következtében becslésünk szerint a szabadon elfolyó hozamok mennyisége akár 5–10 m³/perc értékű is lehet, elsősorban a Lukács- és Császár-fürdő langyos forrásai, az óbudai Árpád-forrás és a Római-fürdő forrásainak megemelkedett hozamai révén.

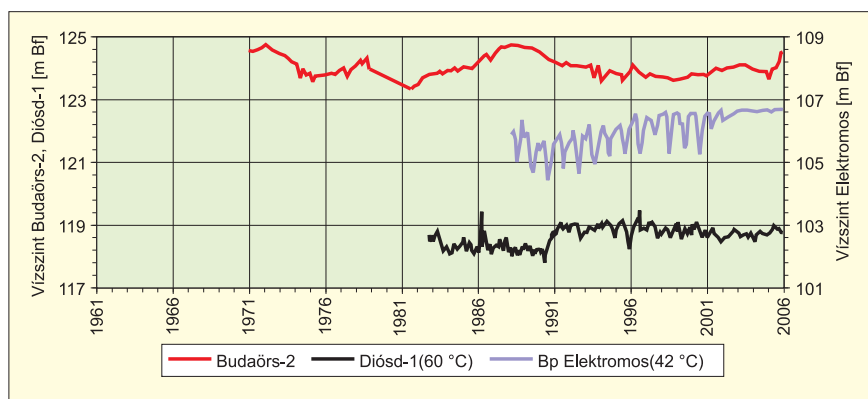
3.7.7. Budapest környéki termálkarszt

A Budapest környéki termálkarszt területén található észlelőkutak közül több termelőkútként is üzemel, ami különösen pozitív kutak esetén a mérések végzését, az adatok értékelését nehezíti (45. ábra).

A különböző mélységű és hőmérsékletű kutak mért vízszint idősoraiiban szoros kapcsolatra utaló változások nincsenek. A kutak vízjárásában megfigyelhető nagy eltérések feltételezhető oka, hogy a kutak a budapesti termálvizes területen egymástól távoli és eltérő áramlási pályán helyezkednek el és nagy tárolótereket képviselnek.

3.7.8. A Nógrádi rögök

A Nógrádi (Duna-balparti)-rögök területén csak néhány kisebb karsztos kibúvás található Szendehely és Nézsa térségében. A terület két karsztvízszintészlelő kútjában mért vízszintek jelentősen ingadoznak. A szendehelyi kútban a beszivárgó csapadék hatására a vízszint hirtelen emelkedik, de gyorsan le is süllyed, ami határo-



45. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai a dél-budapesti termálkarsztban

zott megcsapolásra utalhat. A beszivárgási területre eső kutakban a vízszintek a középhegység ÉK-i feléhez képest nagyon magasak, az éven belüli szezonális vízszintingadozások pedig a 30 m-t is elérhetik. Az ilyen vízszintváltozások sekélykarsztos jellegre utalnak, a főkarsztvíztároló nyomás állapotváltozását nem jellemzik. A beszivárgási területen történt változások ellentétesek a tároló más területein ismert változásokkal, mert a kút vízjárásában emelkedő trend figyelhető meg.

3.7.9. Nógrádi termálkarszt

A terület pontos határai nem ismertek, kevés az észlelőkút, ezért nem tudhatjuk, hogy a változások a Nógrádi termálkarszt egész területén érvényesek-e. A mért vízszintváltozások a közeli szabadfelszíni karsztvízszint-változásokkal nem mutatnak kapcsolatot. A terület vízszintváltozásainak jellemzésére a váci termálkút idősorát mutatjuk be, kiegészítve a csobánkai Pilis hegységi vízszint idősorral (46. ábra). A vízszintváltozások hasonlósága alapján a Duna-bal parti termálkarszt terület és a pilisi nyílt-karsztos tárolórész között erős hidraulikai kapcsolat valószínűsíthető.

A hosszú idejű vízszint és forrás-hozam idősorokból megállapítható, hogy a mind a vízszintek, mind forráshozamok az 1970-es évekig nagyobbak voltak, mint

napjainkban. Ez a mérési adatokkal rendelkező mindegyik vízföldtani egység területén megfigyelhető.

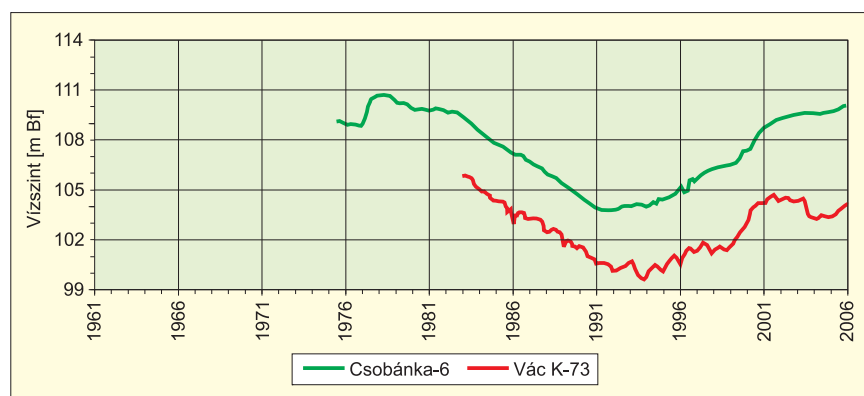
A Dunántúli-középhegységben a bányavízemelések jelentős csökkenése, gyakorlatilag megszűnése után sem várható az 1950-es évekbeli, közel természetes állapot teljes visszaállása, ugyanis Nyírád, Tatabánya, Kincsesbánya térségében az itteni vízak-

nákhoz kapcsolódva regionális vízellátó rendszerek épültek ki, így továbbra is fennmarad a természetes állapottól eltérő, koncentrált víztermelés. Ezeken a nagy hozamú vízbázisokon kívül az egyedi kutas karsztvíztermelés is növekedett az 1950-es évekbeli állapotokhoz képest. A nagy vízkivételek környezetében ezért lokális depressziók maradnak fenn. Az egyes térségek egykori forrásainak újbóli megszólalása, hozamának alakulása függ a lokális és regionális víztermelések mértékétől, a forrás fakadási helyének tengerszint feletti magasságától és – egyre inkább – az utánpótlódási területen mérhető beszivárgás nagyságától.

3.8. A főkarsztvíztároló hidraulikai modellje

3.8.1. A tároló modellvizsgálatainak áttekintése

A Dunántúli-középhegységi főkarsztvíztároló áramlási rendszerét leíró modellek összeállítá-



46. ábra. Észlelőkutak vízszintidősorai – Nógrádi termálkarszt

sára irányuló munkálatok az 1960-as évek közepéig nyúlnak vissza. Erre az időre, a legelső karsztvíz-észlelőkutak közel tíz éves adatai, a rendszeres forráshozam mérések, és a növekvő arányú bányászati célú vízkiemelések regisztrált hozamai alapján, már viszonylag pontos képet lehetett alkotni a tárolóból kitermelt és a forrásokon kilépő karsztvíz hozamokról, valamint a tároló nyomásállapot változásairól. Az 1960-as évek elejétől a bauxitbányászatban alkalmazott aktív-vízmentesítés, valamint a tatabányai és dorogi szénbányáknál, ugyanabban az időszakban végbement termelés felfutásával együtt járó növekvő karsztvíz-kivétel következtében a középhegységi tárolóban, hatásterületében és mértékében, az addigi nyomáscsökkenéseket nagyságrenddel meghaladó süllyedések indultak meg.

A karsztvíztároló egyre nagyobb területeit elérő nyomáscsökkenés és az ennek nyomán fellépő forráshozam csökkenések és elapadások, a meglévő fúrt kutak egy részének leürülése egy olyan szimulációs modell összeállításának szükségességét vetette fel, amely alkalmas a karsztvíztárolóban végbement nyomásváltozások szimulációjára, és a tervezett beavatkozások tér- és időbeli hatásának előrejelzésére. Jelentős igény mutatkozott a modell eredményei iránt a bányászat részéről is, hiszen a várható depressziós tölcser alakja, a permanens állapot kialakulásának ideje a bányászatot terhelő költségeket alapvetően befolyásolta.

Nem meglepő tehát, hogy a karsztvízszintváltozásának előrejelzésére alkalmas első modell a Bakonyi Bauxitbánya Vállalatnál készült még 1964-ben, a nyirádi karsztvízszemelés depressziós-tölcserének szimulációjára (Boros I.–Kis I. 1968). Ez a modell még elektromos analóg modell volt, nevében is utalva az alkalmazott elvi alapokra, amely a hidrodinamikai és az elektrodinamikai jellemzők közötti analógiára épül.

A modell a Nyirád környéki, nagyjából 40 x 50 km-es körzetre terjedt ki, kiindulási állapot egy equipotenciális sík felület volt, amelyen a forrásokat és vízkivételi pontokat olyan ellenállások helyettesítették, amelyeken az átfolyó áramerősség mérőszáma μA -ben megegyezett a tényleges vízhozammal m^3/perc -ben. A változó vízkivételeket változó ellenállások beépítésével, a közet tárolási tényezőjét pedig az ellenállás-síkba helyezett kondenzátorokkal állították be. A megfigyelőkutak mért vízszintidősorát a modell megfelelő pontjain végzett feszültségmérésekből

kapták meg. A mért és számított értékek optimalizálása során, a tároló transzmisszibilitásának kalibrálását az ellenállási felületre helyezett, vagy onnan elvett vezető rétegekkel érték el. A kalibrált modellt az 1965-ös év adatai alapján verifikálták, ezt követően pedig sikerrel alkalmazták a nyirádi depresszió kialakulása során felmerült előrejelzési feladatoknál.

A főkarsztvíztároló hidrodinamikáját leíró matematikai modell 1976-ban készült el a Bányászati Kutató Intézetben (HEINEMANN Z.–SZILÁGYI G. 1977). A modell első kiépítésében a Keszthelyi-hegységtől a Móri-árokig terjedő DNy-i részt foglalta magában, de nem terjedt ki a Balaton-felvidékre. 1978-ban pedig kiegészült az ÉK-i területrésszel. Ez volt az első, regionális kiterjedésű, numerikus módszerre épülő hidrodinamikai modell. A számítógépes program FORTRAN IV. nyelven készült, a szénhidrogéntelepek kétdimenziós, háromfázisú, szimulációs modelljének módosításával. A vízmozgás folyamatokat leíró differenciálegyenlet megoldásánál a véges-differenciák módszerét alkalmazták. A vizsgált területet a középhegység DNy–ÉK-i csapásirányával egyező tájolású, változó rács-távolságú, derékszögű rácshálózattal fedték le. A nyirádi és a kincsesbányai bányavíz-kivételek környezetében szűkebb, 1 km-es, másutt 2–5 km-es rács-távolságot alkalmaztak. A modell első változatában térben és időben állandó, a középhegységi csapadék átlag 35%-ában megadott beszivárgási értékkel számolt, ami a beszivárgási területeken belül állandó utánpótlásként volt figyelembe véve. A nagy hozamú peremi források rögzített nyomású peremi elemként szerepeltek a modellben.

A kalibrációt követően a modellel az 1958–1974 közötti időszak változásait szimulálták. A számított vízszintváltozások kezdeti eredményei tendenciájukban követték a mért vízszinteket, ugyanakkor az eltérések további paraméter-korrekciót és a karsztos utánpótlódás növelését tették szükségessé.

A főkarsztvíztárolóra kidolgozott, adatbázisát tekintve jelenleg is aktualizált és működő ún. *DKH modell* első változata az Országos Vízföldtani Modell (OVM) fejlesztése keretében készült a VITUKI-ban. Az azóta eltelt 20 év alatt több, a felszín alatti áramlás szimulációjára alkalmas szoftver alkalmazására és kipróbálására került sor. A modellhez kialakított önálló adatbázis és feldolgozó programok lehetővé teszik egyrészt az idő- és térbeli felbontás szükség szerinti

változtatását, finomítását, másrészt a különböző szoftverek eltérő bemeneti adatformátumához való alkalmazkodást.

A modell által lefedett terület alaptérképe, a számításba vett beszivárgási területekkel, a később hivatkozott források és észlelőkutak feltüntetésével a 47. ábrán látható. A terület magában foglalja a Dunántúli-középhegység nagy vastagságú mezozoos összletének felszíni kibúvárait és harmad-negyedkori üledékekkel fedett részeit is, határa egy ortogonális-rácsáló mentén, a tároló határait követi.

Az előrejelzési modellek kalibrálásához, az eredmények megbízhatóságának értékeléséhez elengedhetetlen a választott időszak szimulációja. A középhegységi modell esetében ez az időszak az elmúlt több mint 50 évre terjed ki, tehát a modell tartalmazza az 1951–2005 közötti időszak karsztvízháztartását befolyásoló főbb hatótényezők idősorait. A továbbiakban röviden áttekintjük a modell peremfeltételeit és legfontosabb jellemzőit.

3.8.2. A nyomáeloszlás számításának matematikai modellje

A tároló időbeli nyomásállapot változásait leíró, ún. nem permanens állapotú nyomáeloszlását, a függőleges átszivárgás figyelembevételével az alábbi differenciálegyenlet megoldásával számíthatjuk (BEAR, J.–VERRUIJT, A. 1987):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + I - S \frac{\phi - \phi^0}{\Delta t (1 - \varepsilon)} - b(\phi - \phi^0) = 0$$

ahol ϕ piezometrikus nyomás a vizsgált rétegben [m],

ϕ' piezometrikus nyomás a fedő rétegben [m],

ϕ^0 piezometrikus nyomás (kezdeti feltétel) [m],

T transzmisszibilitás [m^2/nap],

b függőleges átszivárgási tényező [$\pi\text{-nap}$],

S tárolási tényező [-],

I területegységre számított fajlagos víztermelés vagy rátáplálás [m/nap],

ε interpolációs konstans $0 \leq \varepsilon \leq 1$ [-].

A leírt differenciálegyenlet véges-elem eljárásra épülő megoldása esetén az egyenlőség teljesülését csak véges számú pontthalmazra, az ún. csomópontokra követeljük meg. A csomópontok számával egyenlő tagból álló egyenlet-rendszert numerikusan megoldva, amennyiben a kezdeti és peremfeltételek az áramlási rendszer kezdeti

nyomáeloszlásának és a peremi átszivárgásnak kielégítő pontos közelítését adták, konvergencia, mérleghibától mentes megoldáshoz jutunk.

3.8.3. Kezdeti és peremfeltételek

A modell adatbázisa a szimuláció kezdeti feltételeként tartalmazza a még természetes állapotnak tekinthető 1950-es évek első feléből, a forrás-fakadási-szintek, és az észlelőkutakban végzett mérések alapján szerkesztett karsztvízszint térkép adatait, valamint az 1970. évi karsztvízszint térkép rácsponthozként digitalizált értékeit.

Figyelembe véve, hogy a tárolót minden irányban kristályos, metamorf és palás kifejlődésű, vízzáró kőzetek határolják, a modell peremei oldalirányban vízzáró határként lettek figyelembe véve.

Tekintettel arra, hogy a fedőképződményekben lejátszódó vízszintváltozások nagyságrenddel kisebbek, mint a karsztos tárolóban, a modell csak egyréteges. Ahol vertikális kapcsolat lehetséges, pl. a Balaton mentén Balatonakalinnál, a Duna esztergomi és budapesti szakaszán, a Bakony DNY-i, és a Vértes DK-i előterében, ott a felszíni víz, ill. fedőréteg átlagos vízszintjét határfeltételként tartalmazza a modell. A két víztartó közötti vízáradódás irányát és mennyiségét a víztartók piezometrikus nyomáskülönbsége, a féligáteresztő-réteg vertikális-áteresztőképességi együtthatója és az átadódási felület alapján a modell határozza meg.

3.8.4. A beszivárgás számítása

A rácselemenkénti beszivárgó hozamot a beszivárgási terület, és a beszivárgási intenzitás szorzatából kapjuk. A beszivárgási felületként figyelembe vehető középső- és felsőtriász képződményeket 1: 50 000-es méretarányú földtani térképek alapján digitalizáltuk (ld. 3.2. fejezet). A teljes középhegységre összesített beszivárgási terület 1460 km^2 , ebből mintegy 990 km^2 a Móri-árokktól K-re, 470 km^2 pedig Ny-ra terül el (40. ábra). Beszivárgási területként a triász kori mészkő- és dolomitrétegek kibúvási területeit és az azokkal határos, néhány m-es negyedkori rétegekkel, pl. lösszel fedett területeket is figyelembe vettük, amelyek a beszivárgást késleltetik, de önálló víztartó hiányában lényegesen nem módosítják.

A beszivárgás intenzitásának meghatározásához 45 csapadékmérő állomás, valamint a középhegység területén, és környezetében lévő 5 klímaállomás hőmérséklet, napfénytartam és harmatpont havi értékei kerültek feldolgozásra. A modellezés során leggyakrabban a MORTON féle CRAE (Kiegészítő Kapcsolat a Területi Evapotranszspiráció meghatározására) számítási módszert használtuk.

3.8.5. Vízkivételek és forráshozamok

A modell adatbázisában megtalálható valamennyi középhegységi karsztvízkút koordinátája és az adatszolgáltatás típusától függően havi vagy évi víztermelése. Az üzemi adatszolgáltatásban szereplő kutak, vízaknák, forrásvízművek karsztvízkivételei, valamint az egykori bányavízaknák vízelérései az üzemi- és bányavíz adatok havi bontásának megfelelően kerültek a modell adatbázisába. Vannak objektumok, amelyek csak a KÖVIZIG-ek vízkészlet-használati járulékra vonatkozó (VKJ) adatbázisában találhatók, ezek évi adatokkal szerepelnek.

A forráshozam adatok összegyűjtése kiterjedt a VITUKI forráskataszterében a főkarsztos forrásokra vonatkozó mérésekre is. Ez mindössze 2–3 forrás esetén tartalmaz teljes idősort, kb. 30 forrásnál 1974-ig folytattak rendszeres méréseket, további 50 forrás, ill. forráscsoport vízhozama pedig csak szórványos mérési adatok alapján becsülhető.

3.8.6. Hidraulikai paraméterek

A rétegek hidraulikai tulajdonságait leíró 3 paraméter:

- transzmisszibilitás (m^2/nap),
- tárolási tényező (-),
- függőleges áteresztőképességi együttható (l/nap),

modellbeli értékei az 1970–1990 közötti időszak szimulációjával, kalibrációs futtatások eredményeként kerültek pontosításra. A bányaterületeken a nagyszámú mérési adatból származó, főként a transzmisszibilitásra vonatkozó mérési adat is hasznosult. Az adatbázisban tárolt területi jellegű input adatok (hidraulikai paraméterek, beszivárgási területek) 1×1 km-es felbontásban vannak tárolva, de az alkalmazott legyűjtő programok ettől eltérő felbontású modellvizsgálatot is lehetővé tesznek.

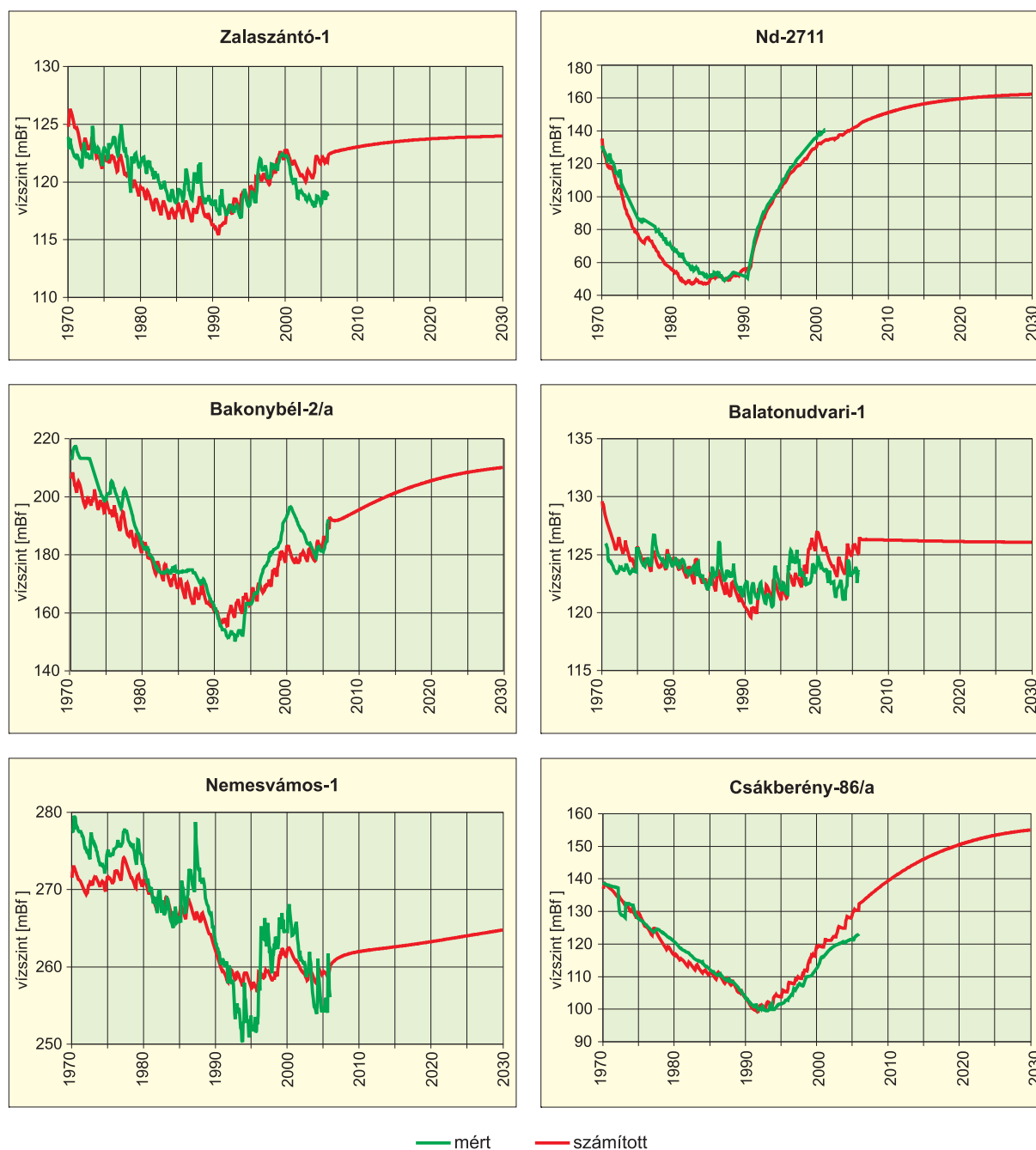
Az alkalmazott véges-differencia módszeren alapuló MODFLOW szoftverek használata csak a modellterület ortogonális rácsháló melletti felosztását teszi lehetővé. Egyenlő oldalhosszúságú rácselemek esetén, e modellezett területen előforduló, a kialakult áramlási térben meghatározó tektonikai vonalak, zónák modellbeli leképzésénél, ezek szélessége nem lehet kisebb a rács méreténél. Karsztos víztartók esetén ezért gyakran éri kritika a véges differencia módszer alkalmazását. Valójában azonban az ebből eredő pontatlanság csak a tektonikai vonalak közvetlen közelére korlátozódik, attól távolodva már elhanyagolható.

Regionális modellek esetén, amilyen a főkarsztvíztároló modellje is, ahol a távolhatások több 10 km nagyságrendűek, a szűk tektonikai sávra kiterjedő hibának kicsi a jelentősége. A gyakorlatban lényegesen nagyobb bizonytalanságot jelent, hogy nem ismerjük a szerkezeti vonalak pontos helyét. Lokális kiterjedésű feladatokról, a rácsméret arányos csökkentésével, lényegesen nagyobb feltártság esetén is alkalmazható a véges-differencia háló, ha nem a szerkezeti vonal közvetlen közelében kialakuló áramlási tér szimulációja a feladat.

Jelenlegi állapotában a hidraulikai paraméterek – elsősorban a transzmisszibilitás – értékei főként az évek során történt nagyszámú regionális és lokális modell-futtatás kalibrációjának eredményeképpen alakultak ki. A modell továbbfejlesztését, a rácsfelbontás megfelelő sürítésével együtt, a karsztvíztároló földtani-szerkezeti viszonyait ábrázoló térképek alapján, a tárolót felépítő kőzettestek és az azokat határoló szerkezeti vonalak eddiginél pontosabb leképzése jelenthetné (47a,b. ábra).

3.9. Újra indulnak-e a karsztforrások?

A főkarsztvíztároló nyomásváltozásait leíró DKH modell az elmúlt két évtizedben számos, a középhegységi karsztvíz mennyiségi és minőségi védelmét célzó döntés vagy határozat előkészítésénél hasznosult, mint a karsztvíz kivételi limitek felülvizsgálata, a bányabezárások hatásvizsgálata, a vízbázisok védőterületének meghatározása. A felsorolt modellvizsgálatok egy része a nyomásállapot előrejelzésére is kiterjedt, amihez az előrejelzési időszakra vonatkozóan a két legfontosabb tényező, a főkarsztvíztároló utánpótlásának és a vízkivételeknek a meghatározása szükséges.



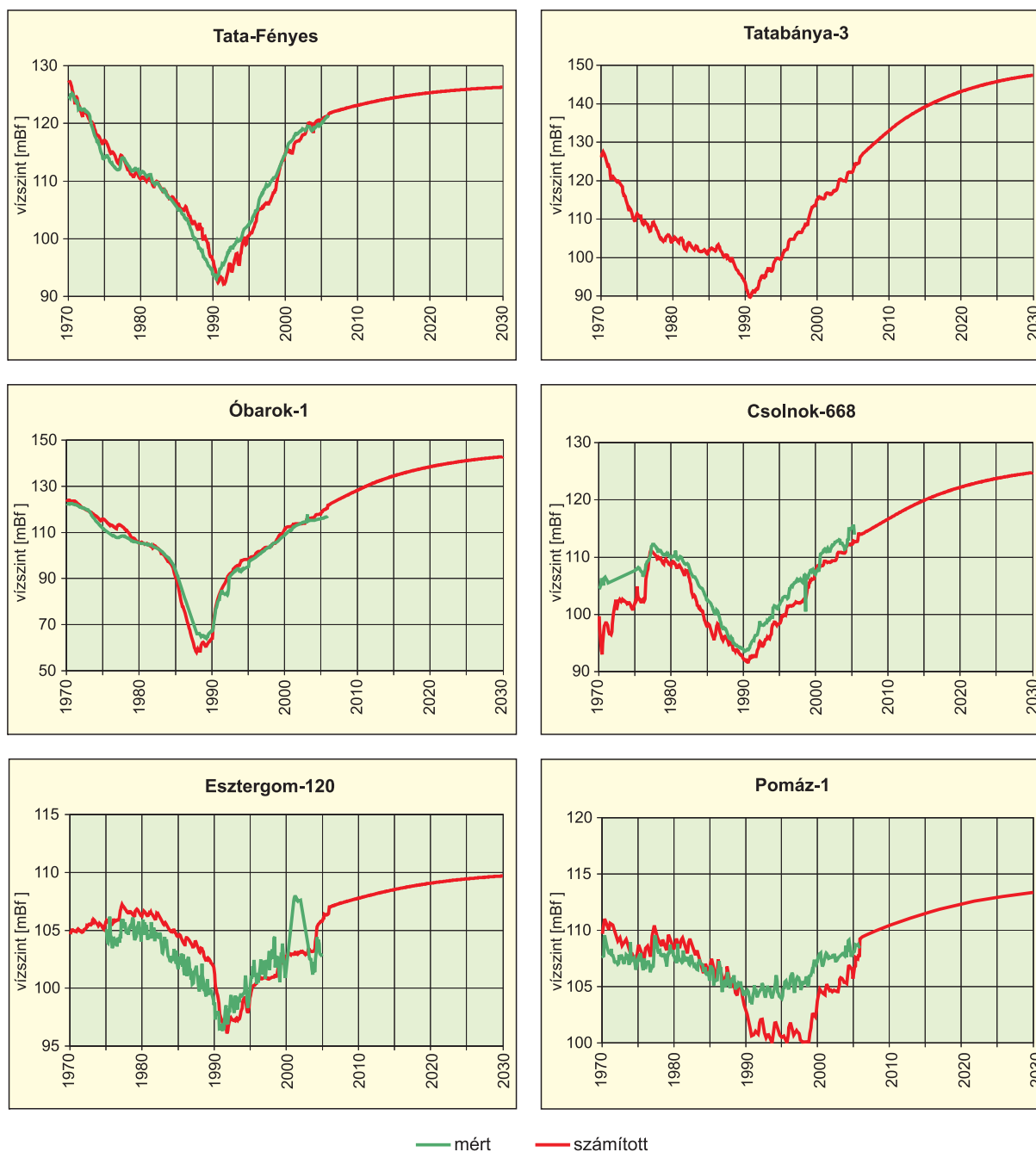
47a. ábra. Néhány jellemző karsztvízszint-észlelőkút mért és számított vízszintidősora

Tekintettel arra, hogy a csapadék és a beszivárgás jövőbeli alakulása nem jelezhető előre, a beszivárgást az elmúlt időszak, többnyire az 1970 utáni évek átlagának értékével közelítjük, ez a középhegységi tároló egészére $466 \text{ m}^3/\text{perc}$. A tényleges évi beszivárgás számított értéke ettől lényegesen, 30–50%-kal nagyobb, vagy kisebb is lehet, de 5–6 éves időszakot tekintve az átlag érték jó közelítéssel érvényes.

A karsztvíztárolót megcsapoló vízkivételek jövőbeli vízhozamai szintén nem ter-

vezhetők, ezért az előrejelzéseknél többnyire a jelenlegi víztermelési értékek fenntartásával számolunk. A kutak és vízaknák összes termelése a 2004. évi adatok alapján $142 \text{ m}^3/\text{perc}$, a források hozama pedig mintegy $72 \text{ m}^3/\text{perc}$.

A számított átlagos beszivárgást, valamint a jelenlegi vízkivételeket és forráshozamokat alapul véve a tároló vízmérleg többlete mintegy $250 \text{ m}^3/\text{perc}$. Bár a tényleges vízkivételek és forrás hozamok akár 20–25%-kal is nagyobbak lehetnek a felmérésekből kapott értékeknél, a



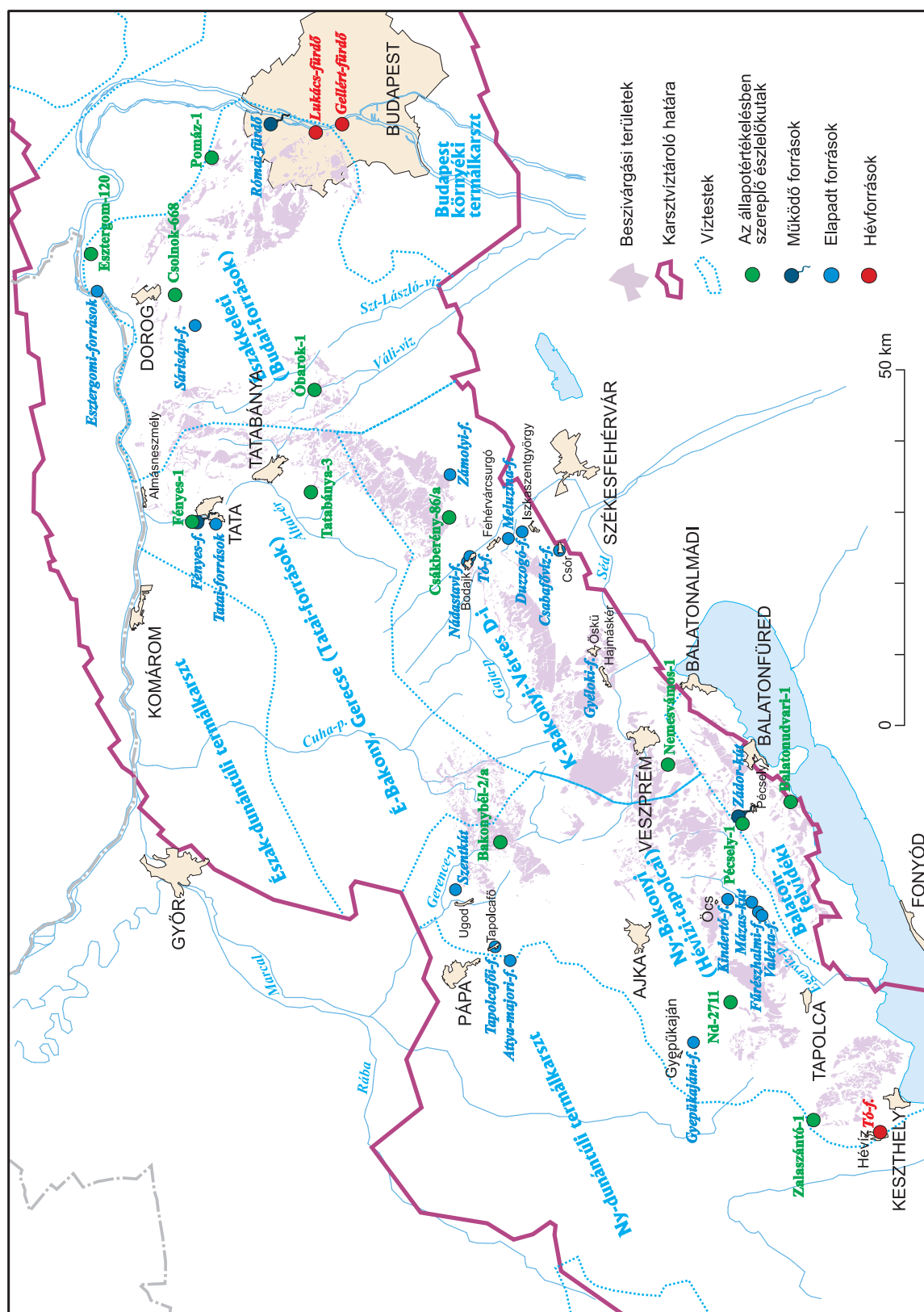
47b. ábra. Néhány jellemző karsztvízszint-észlelőkút mért és számított vízszintidősora

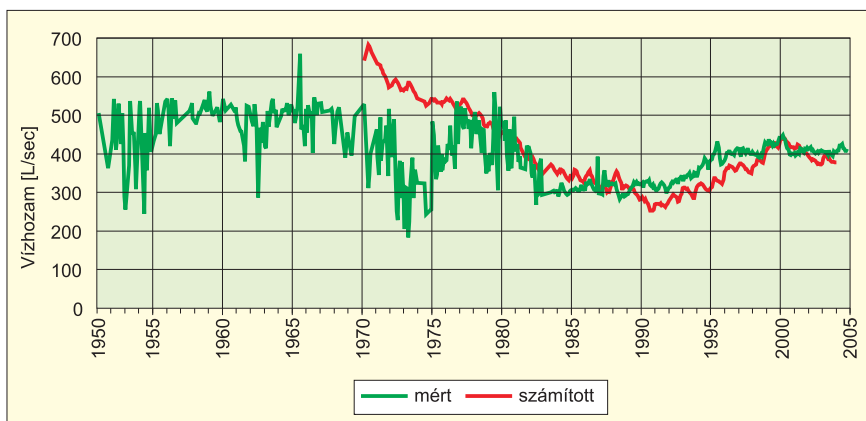
vízmérleg többlet a tároló egészét tekintve még így is meghaladhatja a $200 \text{ m}^3/\text{percet}$. Ez a többlet a karsztvíztároló nyomásának regenerálódására és a forráshozamok fokozatos növekedésére fordítódik.

A 2030-ig készült modell-előrejelzések szerint a tároló regenerálódása még mintegy 15–20 évig eltarthat. Számítani lehet ebben az időszakban a peremi hévforrások hozamának további emelkedésére és az egykor elapadt hideg és

langyos források nagy részének újraindulására is. Az észlelőkutak és források elhelyezkedése a 48. ábrán látható.

A DKH modellel a tárolóból fakadó források hozama is számítható. A Hévízi-tó 1970–2005 közötti időszakra vonatkozóan számított vízhozam idősora a mérésekkel egyező lefutású görbét adott. Az eltérés a megbízható mérési idősorral rendelkező idő intervallumban – 1983-tól – általában 10% alatt marad (49. ábra).

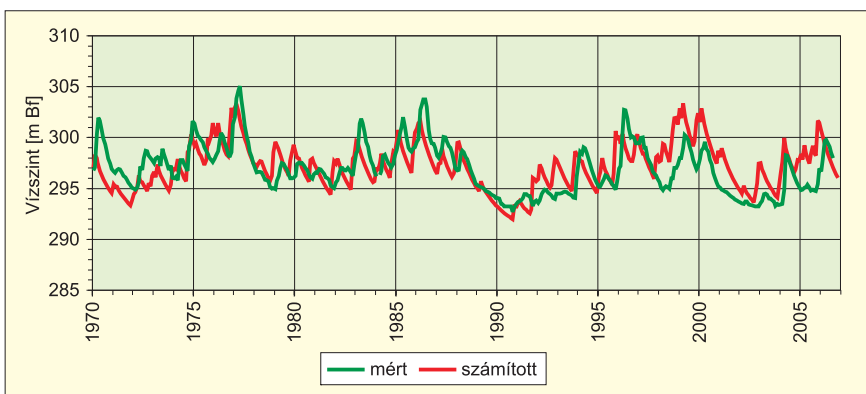




49. ábra. A Hévíz-tó mért és számított vízhozamai

A beszivárgás számítás, ill. a modell bizonytalanságát jelzi, hogy a modellben a kisebb beszivárgású évek (1989–1992) hatása a ténylegesnél nagyobb mértékben jelentkezik, így az 1990-es évek első felében és a 2000-es évek elején a számított értékek elmaradnak a mértéktől. A modell-előrejelzés szerint a tároló regenerálódásával párhuzamosan további lassú hozamnövekedés várható. Ehhez azonban szükség lehet a tó környezetében lévő, a visszatöltődés következtében pozitívvá vált kutak lezárására, a jelenlegi túlfolyás megszüntetésére, valamint a hévíztermelő kutak termelésének és esetleges új kutak építésére vonatkozó meglévő korlátozásoknak a további fenntartására és érvényesítésére. Ebben az esetben a Tó-forrás hozama távolilag elérheti a 30 m³/percet (500 l/s) is.

Pápa-Tapolcafőn az egykori forrásterületen működő vízműutak jelenlegi 6–7 m³/perces – és a nyirádi 20 m³/perces – vízelmelése mellett a forrás megindulása 10 éven belül nem valószínű. Ugyanez vonatkozik a Pápakovácsi Attyamajori-forrásokra és az ugodi Szentkútra is. A nyirádi vízaknák jelenlegi vízkivételének



50. ábra. Pécsely-1 észlelőkút mért és számított karsztvízszint idősora

fenntartása mellett nem lehet számítani a gyepükajáni langyos források újraindulására sem.

Az előrejelzések alapján, átlagos beszivárgás mellett folytatódó visszatöltődést feltételezve, a kapolcsi források, Valéria, Fűrészmalmi, Mázas-kút újraindulására lehet számítani a következő 1–2 éven belül. (A Mázas-kút jelenlegi kis hozama a környező felsőpannon mészkő-

vön beszivárgó vízből származik, a forrás főkarstból származó eredeti hozama lényegesen nagyobb volt. Az újrainduláson tehát ennél a forrásnál a főkarstos komponens visszatérését értjük.) A 2010-es évek elején lehet számítani az Öcs Kinder-tavi-forrás újraindulására. A regenerálódás a jelenleg is működő források hozamát tovább növeli, így a tapolcai források mintegy 26 m³/perc összes hozama 2020-ra elérheti a 35 m³/percet.

A Balaton-felvidék főkarstvíztárolótól független, kisebb karstos víztartóinak vízjárásában a beszivárgás alakulása a meghatározó, a helyi vízkivételek azt csak kis mértékben módosítják. A földtani felépítés következtében a bányavízelmelések depressziós hatása itt nem volt kimutatható. Tipikus balaton-felvidéki sekély mélységű karstos tároló a pécselyi Zádor-forrás vízgyűjtője. A tároló utánpótlását a Fődolomit mintegy 1,5 km²-es nyíltkarsztos felszínén beszivárgó víz adja és az egyetlen megcsapolási pont a forrás. A Fődolomitot a fekv. felől és oldal-

irányban vízzáró márga rétegek határolják, ezért a tároló határán vízcsera nincs. A tárolóban periodikusan lejátszódó feltöltődés-kiürülés folyamatát nempermanens modellel szimuláltuk. Az eredmények és az alkalmazott beszivárgás számítási módszer hitelesítésére a forrás vízgyűjtő területén mélyült Pécsely-1. észlelőkút 35 éves idősora adott lehetőséget (50. ábra).

A Keleti-Bakony területén a további regenerálódás eredményeképp várható az ösküi források hozamának további emelkedése, jelenlegi $16 \text{ m}^3/\text{perc}$ körüli hozamuk 2020-ra elérheti a $25 \text{ m}^3/\text{percet}$. Csórón, a forrásra mélyített vízakna intenzív termeltetése következtében a forrás újraindulása bizonytalan. A modell-előrejelzés alapján az iszkaszentgyörgyi Duzzogó-forrás megindulása 2010 körül, a fehérvárcsurgói Meluzina-, a bodajki Tó- és a Nádastavi-forrás várhatóan 2012–2013 körül szólalhat meg újra. A terület karsztvízszint emelkedése és a források újraindulásának szempontjából meghatározó a Rákhegyi vízakna vízemelésének alakulása.

A visszatöltődés következtében a Vértes DK-i részén 2020 után a karsztvízszintek 150 mBf felett stabilizálódhatnak. A Zámolyi-forrás megindulása ezért a következő 2 évtizeden belül nem valószínű, hiszen fakadási szintje 155 mBf -en húzódott.

Az ÉK-i tárolórész legnagyobb hozamú forráscsoportját a Tatai-források alkották. A város területén, mintegy $1,5 \text{ km}^2$ nagyságú területen mintegy 30–40 forrás fakadt, amelyek a tatabányai bányavízemelés depressziós hatására még az 1960-as években elapadtak. A folytatódó karsztvízszint-süllyedés következtében 1973-ban a várostól É-ra fakadt Fényes-források is kiapadtak.

Közel három évtized múlva, 2001-ben jelent meg újra a karsztvíz a Fényes-fürdő Katona-forrás medencéjében. A 2004-ig tartó száraz években a visszatöltődés átmenetileg lelassult, majd 2005-től a fürdő több pontján, az egykori fakadási helyeken és környékén tört fel a karsztvíz.

A területen mélyült karsztvízszint-észlelő és termelőkutak is pozitívvá váltak. A 2007. januárjában végzett mérés szerint a Fényes-források hozama közel $11 \text{ m}^3/\text{perc}$ volt, előrejelzéseink alapján a hozam 2020-ra elérheti a $25 \text{ m}^3/\text{percet}$. A város területén mélyült észlelőkutak vízszintmérési alapján, a nyomás alatt lévő karsztvíz a mélyebb fekvésű területeken a felszín fölé emelkedett.

A karsztvíztároló felett húzódó 20–40 m vastag pannon rétegekben tartósan magas réteg- és talajvízszintre kell számítani, ami az újonnan beépített területeken vízesedési és statikai problémákat okozhat (Hydrosys Kft. 1999).

A karsztvízszint emelkedése 2007–2008 körül már meghaladhatja az Öreg-tó vízszintjét, így várható a tavat tápláló Vár alatti Nagy-forrás újraindulása, 2010 után pedig a városi források is megszólalhatnak.

A vízelvezetés megoldásához az időközben betemetett egykori vízelvezető árokrendszert a források újraindulásáig fel kell újítani. A városi források összes hozama 2020-ra elérheti a $3\text{--}5 \text{ m}^3/\text{percet}$. A tatabányai vízaknák fennmaradt ivóvízemelése mellett, a legmagasabban fakadt angolkerti Tükör- és Pokol-források újbóli megszólalása bizonytalan.

Egyelőre bizonytalan a Sárisápi-forrás megindulása is, ahol az 1965-ben lemélyített karsztakna vízkivétele biztosítja a környező települések számára a jó minőségű karsztvizet. Az esztergomi források megjelenése a Dorog–Esztergom térség vízellátását biztosító már meglévő, és a karsztvíz bázisra tervezett további vízkivételek kiépülésének és tényleges terhelésének függvénye lehet.

A tároló nyomásállapota regenerálódásának köszönhetően Budapesten az É-i forráscsoport, Római-fürdő forrásainál már 2004-ben mintegy $2 \text{ m}^3/\text{perces}$ túlfolyás volt mérhető, ami a további visszatöltődés eredményeképpen 2020-ra elérheti a $8 \text{ m}^3/\text{percet}$. A középső forráscsoport Lukács-fürdő melegvízes kútjaiban az üzemi adatszolgáltatásban szereplő mérési adatok az utóbbi 6–8 évben mintegy $8\text{--}10 \text{ }^\circ\text{C}$ -os vízhőmérséklet emelkedést jeleznek. A rendelkezésre álló víztermelési adatsorok alapján nem egyértelmű, hogy ez az emelkedés a helyi vízkivételek csökkenésével, a karsztos tároló regenerálódásával, esetleg mindkét tényezővel összefüggésbe hozható-e. A Gellért-hegyi források esetében a szórványos mérések szerint a karsztvíztároló túltermelésének hatása nem volt kimutatható.

Az évtizedeken keresztül tartó nagy hozamú bányászati vízemelések megszűnésével, a jelenlegi vízigények kielégítése, esetleg kis mértékű növekedése mellett is, a főkarsztvíztároló regenerálódása még további 15–20 évig eltarthat. Ennek eredményeképpen a tároló nyomás állapota meg fogja közelíteni az 1950-es évekig jellemző eredeti állapotot.

Az előrejelzések alapján, a nagyobb ivóvízkivételek közelében fakadt forrásokat leszámítva, a visszatöltődéssel együtt, a működő források hozamának növekedésére, az egykori elapadt források újraindulására lehet számítani, bár hozamuk várhatóan nem fogja elérni az eredeti állapotban mért értékeket. A források újraéledésével az ezek által táplált patakok és a kapcsolódó vizes élőhelyek is megújulnak. Az így kialakuló új helyzetre, a források, felszíni vizek környezetének helyreállításával az érintett önkormányzatoknak kell felkészülni. A források környezetbe illő kiépítése fontos idegenforgalmi vonzerő is lehet (VITUKI, 2000).

A jövőben a vízkészlet védelme mellett egyre nagyobb szerepet kap a tároló vízminőség védelme. Ennek külön jelentőséget ad az a tény, hogy a víz-

minőség változásával kapcsolatos folyamatok időben hosszú lefolyásúak, a megindult folyamatba csak költséges módon lehet beavatkozni. A karsztfelszínnek fokozott sérülékenysége ellenére, a főkarsztvíz-tároló túlnyomórészenek még kitűnő a vízminősége. Állapotának megőrzését, néhány részterületen pedig a vízminőség javítását a karsztos felszíneknél a területhasználatokra vonatkozó jogszabályok, korlátozások érvényesítése, szükség szerint a még meglévő szennyezőforrások megszüntetése biztosíthatja.

Az értékelés elkészítésében nagy szerepet vállaltak a Hydrosys Kft. munkatársai, Ágotai Györgyné a térképek számítógépes szerkesztésével, valamint Izápy Gábor, az Állapotértékelés c. alfejezet szerzője, és az itt található nagyszámú grafikon szerkesztője. Munkájukért mindkettőjüknek ezúton is köszönetet mondok.

4. ÁLTALÁNOS TENDENCIÁK AZ ÁSVÁNYI NYERSANYAGOK HASZNOSÍTÁSÁVAL ÖSSZEFÜGGŐ GAZDASÁGI FOLYAMATOKBAN ÉS AZ ÁSVÁNYANYAG-GAZDÁLKODÁS ELVI-MÓDSZERTANI ALAPJAI

KAPOLYI LÁSZLÓ

A karsztvízszint alatti bányászkodás történetének elemzése is jelezte, hogy a lokális gazdasági és társadalmi igények kielégítése sokkal bonyolultabb elemzést kívánt volna, mint amely az adott időszak döntéseit előkészítette.

Korán bizonyossá vált, hogy a szocialista gazdasági politika sem nélkülözhetette hátrányos következmények nélkül a tudományos alapos-sággal készített sokrétű elemzéseket. A piac-gazdaság és a globalizáció hatásmechanizmusa lassan, de egyre határozottabban érvényesült az ásványi nyersanyagok hasznosításával kapcsolatban.

Vonatkozó felismerés kezdetben, az elbizonytalanodásban, a széleskörű szakmai, gazdaságpolitikai vitákban nyilvánult meg. Az időszak második felében pedig már bekerült a Magyar Tudományos Akadémia kutatási prioritásai közé. Ennek egyik eredményeként az Akadémiai Kiadó gondozásában 1981-ben megjelent, jelen fejezet címéül is választott 701 oldal terjedelmű tanulmánykötet. A kötet Bevezetésében valamint „A rendszer- és függ-vényszemléletű ásványvagyon-gazdálkodás célszerűsége” címet viselő I. fejezetben közérthető fogalmazásban leírt fő megállapítások ma is érvényesek

Úgy ítélt meg, hogy a hivatkozott fejezet segítséget nyújthat jelen kötetünk 1., 2., 3. fejezetében foglaltak jobb megismeréséhez, ezért azt eredeti szövegezésével újra közöljük.

Bevezetés

Századunk legutóbbi évtizede közgazdasági nyelven „korszakváltás a világgazdaságban”. Ez a relatív „bőségből” a „relatív szűkösségbe” való átment ideje, azaz a bőségesen folyó olaj-kutak, a környezetvédelmi vagy gazdaságossági megfontolások miatt felhagyott szénbányák, az olcsó földgáz, a szállításért versengő tankhajók,

a sokat ígérő atomenergia könnyedebb világa helyébe egy szigorúbb, ökonomikusabb, aggyalysabb, egyre inkább globálisan gondolkodó világgazdaság lépett.

Rendező elvvé válik a gazdasági hatékonyság mellett a tartalmában még szigorúbb ökonómiát hordozó takarékos-ság, s a nemzeti létet biztosító politikai jelszó, a „béke” mellett megjelenik gazdasági jelszóként az „energia” és a „nyersanyag”. Ismertek az okok, amelyek végül is a második világháborútól a közelmúltig tartó – rohamosan fejlődő technikával, civilizációval, forrás és igény egyensúlyával jellemzett – „kánaáni” korszak után annak felismeréséhez vezettek, hogy a világ nyersanyagkészletei végesek.

E folyamat tükröződése végső fokon a „korszakváltás”. Átértékelődött a nyersanyag-gazdálkodásban – ezen belül az energiahordozókkal, mint legfontosabb nyersanyagokkal való gazdálkodásban – uralkodó szemléletmód: más-képp értelmezzük ma az ásvány vagyonkészle-tet, ennek gazdaságos kitermelhetőségét, az ásványvagyonnal való ellátottságot, a felhasználás strukturális céljait, mint egy évtizeddel ezelőtt. A „relatív szűkösség” azonban nem szegénységet, vagy nélkülözést, hanem racionálisabb gazdálkodást jelent. A rövid távon értelmezett, mindenkor a legnagyobb gazdasági hatékonyságra törekvő kitermelést és feldolgozást fel-váltotta a körültekintőbb, lényegesen hosszabb távra tervezett gazdálkodás stratégiája, amely figyelembe veszi, hogy a világ nyersanyag- és energiaforrásai meg nem újuló, azaz „véges” készletek.

Hazánkban – mint saját nyersanyagfor-rásokkal korlátozottan rendelkező országban – különösen fontos a körültekintő nyersanyag-gazdálkodás. Ennek keretében olyan szemlélet-módot célszerű elsajátítani és követni, amely a nyersanyag-hasznosítás folyamatát a földtani kutatástól a végtermékig egy rendszernek te-kintett vertikumok alapulvételével vizsgálja. A szemléletmódnak figyelembe kell vennie az

előfordulás kedvező természeti adottságait, a feldolgozásban alkalmazható világszínvonalú technológiát, a közbenső- vagy végtermék importkiváltásának lehetősége révén elérhető gazdasági hatékonyság növekedését, de lehetővé kell tennie a más ágazatokban azonos ráfordítás útján elérhető hatékonysággal való összehasonlítást is.

Az olvasó kezében lévő munka a nyersanyag-gazdálkodásban, mint a priori komplex, hierarchikus szervezettségében több szintes, több tudományterületet érintő tevékenységben alkalmazható vizsgálati módszert ismerteti gyakorlati alkalmazhatóságával együtt.

A kidolgozott vizsgálati módszer a nyersanyagáramlás egészét követi az *in situ* állapottól a végtermékig. A kitűzött célnak, ill. a választott szemléletmódnak megfelelően egy rendszerben történik az ásványi nyersanyagkutatás, a kitermelés, a feldolgozás és a felhasználás tárgyalása célszerűen rendszermodellekkel leírt variábilis ipari tevékenységként. A nyersanyag-hasznosítás céljait elősegítő rendszer a már működőkkel egybeépülhet parciális jelleggel, ill. azokban aggregáltan.

A rendszermodellek paraméterei függvény szemlélettel széles sávban értelmezhetők, ill. változtathatók. Így a rendszer- és függvény-szemléletű vizsgálatok az egyes ásványi nyersanyagokra felépíthető vertikális ipari tevékenység egészének és valamennyi fázisának széles körű elemzését teszik lehetővé, és ezzel megbízható háttérrel nyújthatnak a megfelelő műszaki színvonalat és gazdasági hatékonyságot biztosító változatok kiválasztásához.

Az alkalmazott módszer célja a modellezett rendszerekben lejátszódó folyamatok optimalizálása, egyidejűleg a folyamatok fejlesztési elképzelése, variábilis felhasználási alternatívák beillesztése a népgazdasági környezetbe.

Ennek során beépülnek a vizsgálatba a közgazdasági környezeti feltételek által adott keretek, a nemzetközi munkamegosztásból levezethető összefüggések, továbbá az erőforrások korlátok – természeti adottság, munkaerő, fejlesztési forrás – a célfüggvényekben pedig szerepelnek a gazdaságpolitikai célkitűzések, ill. megfontolások.

Az adott ásványvagyonbázishoz rendelhető ipari tevékenység vizsgálata összességében és szektoronként történik, kiterjesztve a nyersanyag-hasznosítási folyamatok egészére és parciális jelleggel annak meghatározott fázisaira is,

különös tekintettel a nemzetközi munkamegosztásra. Az összehasonlítás alapját minden esetben a költséghatárként vagy létesítési feltételeként előírt – a világpiaci árakból, trendekből, nemzetközi technikai és közgazdasági értékrendszerből levezetett – műszaki és gazdasági paraméterek képezik. Ennek során az egyes ásványi előfordulások között hatékonyság szerinti rangsor állapítható meg, amely a választott cél, eszköz és feltételrendszer szerint szintén variábilis lehet.

A szemléletmód gondolatmenetéhez tartozik az erőforrás-allokáció szélesebb körű, általánosabb érvényű, variábilis kezelése is. A vizsgálat teljességéhez tartozik ugyanis annak megállapítása, hogy nem biztosítható-e eredőjében kisebb társadalmi ráfordítással az adott ásványi eredetű termék „cserébe” a külgazdasági csatornáján keresztül, a szükséges erőforráshalmazt más jellegű – feldolgozóipar, mezőgazdaság stb. – tevékenység fejlesztéséhez felhasználva. Így az adott ásványvagyon geoökonómiai értéke, ill. hasznosításának optimális gazdasági hatékonysága az időszerű nyersanyag-gazdálkodási szemléletmód alapulvételével határozható meg, a nyersanyagbázisra jellemző környezetet, ill. tágabb értelemben a népgazdasági érdekeket is számításba véve.

Az összefüggéseket kvantifikálva az ásványvagyon-hasznosítás rendszermodelljében az ásványvagyon mennyiségi és minőségi paraméterei, valamint kitermelésének és feldolgozásának műszaki-geológiai adottságokból kiindulva a kitermelés, feldolgozás és felhasználás szintjein írja le az összetett termelési folyamatot.

Így a rendszermodell tartalmazza az ásványanyag mozgását és átalakulását az *in situ* helytől a végtermékig a közben megvalósított anyag transzformációk sorozatával együtt. E dinamikus függvénykapcsolat alapján a variábilis felhasználási lehetőségekből kiindulva és a feldolgozási folyamattal szemben haladva az ásványvagyon *in situ* értékére parametrikus függvényrendszer írható fel.

Ezzel a módszerrel nemcsak az ásványvagyonnak a világpiaci árakból levezetett potenciális társadalmi értéke határozható meg, hanem egy adott konkrét feldolgozási módhoz, ill. termelési folyamathoz kapcsolódó tényleges hatékonyság is visszavezethető az *in situ* geoökonómiai paraméter halmazba. A függvényrendszer hierarchikus kapcsolati pontjain kialakul egyrészt a technikai-technológiai, köz-

gazdasági környezetből adódó, a rendszer irányába befelé ható korlátok halmaza, másrészt a rendszerből kifelé áramló továbbgyűrtetésre váró értékészlet.

A függvények alapján kiemelten mutathatók be a rendszermodell keretében működő termelési alapok és az ott foglalkoztatott létszám differenciális hatékonysága, áttekinthető az élőmunka technikai felszereltségének, az élő- és holtmunka arányának, ill. ezek változásának hatása. az ismertetésre kerülő gondolkodásmód eleget tesz annak az időszerű követelménynek, amely a világgazdaságban – és hazánkban is – a közelmúltban érvényesülő tendenciákból következik: a gazdaságnövekedés optimális üteméhez tartozó ásványi nyersanyag-politika kialakítása a két ismert asszimptota, a közel exponenciálisan növekvő igény és a biztosan korlátozott erőforráshalmaz – a földtani készletek, a termelésbe vonható alapok és a munkaerő – között.

A vizsgálati módszer alkalmas a természeti erőforrások általános, a hasznosítás eredményeiben egymással összehasonlítható – esetenként több cél szerinti – vizsgálatára. Egyidejűleg lehetőség nyílik az erőforrások jellegétől, tulajdonságaitól függő speciális elemzésekre is.

Mindezeket olyan konkrét, gyakorlati példák bemutatása igyekszik hitelessé tenni, amelyek kiemelkedő fontosságú nyersanyagok hasznosításának technikai, technológiai és gazdasági folyamatát tartalmazzák rendszer- és függvényszemléletben.

A természeti kincsek, erőforrások, ásványi nyersanyagok kiaknázása a világgazdasági korszakváltás után is csak úgy indokolt, ha egyszersmind elősegíti a gazdaság struktúrájának, hatékonyságának javítását, beilleszthető az erre irányuló iparpolitikába, ugyanakkor a nyersanyag-hasznosítás összes folyamata a legújabb tudományos-technikai eredményekre támaszkodik.

A lehetséges fejlesztési változatok tekintetében konkrét döntéseket az általános célkitűzések keretében csak tételes számítások kedvező eredménye alapján lehet hozni. E döntések megalapozásának egyik eszköze az ásványi nyersanyagok hasznosításának rendszer- és függvényszemléletű vizsgálata lehet.

Ezzel a szándékkal bocsátja munkáját a természeti erőforrások és a gazdasági élet összefüggéseivel foglalkozó minden érdeklődő rendelkezésére.

4.1. A rendszer- és függvényszemléletű ásványvagyon-gazdálkodás célszerűsége

4.1.1. Az ásványi nyersanyagforrások és a gazdaság növekedésének általános összefüggése

A szükségletek állandó növekedése bővített újratermelési folyamatokat indukál a termelés valamennyi szektorában. Az emberiségnek egyre nagyobb mennyiségű ásványi nyersanyagra van szüksége. Ezért adott gazdaság bármely termelési struktúrájának megtervezéséhez szükséges annak megismerése, hogy a gazdaság mind a jelenben, mind a jövőben milyen mennyiségű, milyen minőségű ásványi eredetű nyersanyagforrásra támaszkodhat, ezzel hogyan gazdálkodhat, amelyek a kitermelés, ill. a megszerzés feltételei.

A világgazdaság – és ezen belül egy-egy adott terület, ország gazdaságának – termelői folyamatai a termelés méreteinek minden irányban történő növekedésével az anyagi erőforrások egyre nagyobb körét vonják be a termelésbe. A nyersanyagbázis nagy részét jelentő ásványi nyersanyagok mind nagyobb szerepet játszanak a gazdasági növekedésben. Egyidejűleg az emberiség anyagigénye mind differenciáltabbá válik. Számolni kell viszont azzal, hogy az ásványi eredetű nyersanyagok a megkutatott mértékben állnak rendelkezésre az igényekhez képest. Ellentétes hatásként, a tudományos-technikai forradalom következtében, ugyanakkor szélesedik a technológiai bázis a nyersanyagok feldolgozása, ill. végső felhasználása során. Létrejön – tehát alapvetően dinamikus jelleggel – a fokozódó igények komplex kielégítésére szolgáló, egyidejűleg gazdaságilag is hatékony technika a nyersanyaghasznosítás egész folyamatában.

A gazdaságnövekedés és ásványvagyon-igénybevétel kölcsönhatásban tehát – egymással részben ellentétes – alapvető tendenciák érvényesülnek:

- az ásványi nyersanyagigények rohamos növekedése,
- az egyre rosszabbodó természeti adottságok ellensúlyozására képes termelésttechnikai és feldolgozás technológiai fejlődés.

Az időtényező szempontjából kiemelő, hogy a gazdasági környezet is szüntelenül változik. Ugyanakkor a ma döntéséhez szükséges

a jövőben tervezhető tevékenységek lehetőség szerint teljes következményrendszerének minden oldalú elemzése.

Nyilvánvaló, hogy az ásványi nyersanyagtermelés teljes folyamata – amely az adott földtani koncepcióra támaszkodó ásványi nyersanyagkutatással kezdődik, a primer és intermediér ásványi nyersanyag termelésével folytatódik, majd az ultimer ásványi nyersanyag előállításával fejeződik be – gazdaságilag annál hatékonyabb, minél rövidebb és összességében minél kevesebb társadalmi ráfordítást igényel.

Az ásványi nyersanyag-hasznosítás folyamataiban jelentkező tendenciákra visszatérve tehát alapvető kérdés, hogy adott esetben a végtermékre vetítve nagyobb hatékonyságot a kitermelési és feldolgozási technológia korszerűsítése vagy a további nyersanyagkutatás ígér. A helyes választás érdekében a földtani adottságok ismeretén alapuló társadalmi ráfordítást és találati valószínűséget szembe kell állítani a technikai korszerűsítés várható hatékonyságával. (Nem véletlen, hogy míg Magyarországon, amely bauxitban viszonylag gazdag ország, az alumíniumtermelés gazdasági hatékonyságának növelése tekintetében a bauxitkutatástól várható nagyobb eredmény, addig a bauxit előfordulásokkal igen korlátozottan rendelkező Szovjetunióban a bauxitimport mellett, a nem bauxitbázisú alumíniumgyártási technológia kialakítása volt a nagyobb eredményt ígérő feladat.) A végtermék előállítás hatékonyságnövelésének ez az alternatívája is egyértelműen igazolja a választott szemléletmód helyességét: az alkalmazott földtani kutatást, ezen belül az ásványi nyersanyagkutatást – mint termelőerőt – az ásványi nyersanyagtermelés szerves részének kell tekinteni. Ezért a teljes folyamat legelső fázisának, a nyersanyagkutatásnak a feladatait az ipari tevékenységgel összehangoltan, annak végcéljából kiindulva kell meghatározni. Minél érzékenyebb valamely ultimer nyersanyag teljes költsége a primer ásványi nyersanyag költségét meghatározó természeti adottságokra, annál nagyobb lehet a választékot potenciálisan növelő alkalmazott földtani kutatás szerepe a teljes folyamat gazdasági hatékonyságának növelésében.

A végtermékre vetített ráfordítás csökken,

1. ha a primer ásványi nyersanyag állapota minél jobban megközelíti az ultimer ásványi nyersanyag állapotát,

2. ha közel ultimer állapotban lehet az ásványi nyersanyagot primerként kitermelni,

3. ha sikerül a kitermelt primer ásványi nyersanyag eredetileg meddő alkotóit hasznosítani.

ad 1. Ez a viszony főként az alkalmazott földtani kutatás eredményei és az ezeken keresztül megismert kedvezőbb adottságú előfordulások elsődleges igénybevétel révén érhető el. Esetenként azonban a bányászati technológia alapvető megváltoztatásával, gyakorlatilag a klasszikus bányászati folyamat kiiktatásával is biztosítható hasonló állapot. (Pl. elemi kéntermelés, földgázkitermelés, cementgyártásra közvetlenül használható trassz bányászata, bazalt, termálvíz, szénsavkitermelés stb.)

ad 2. Csökken a nyersanyag-hasznosítás teljes folyamatának idő- és ráfordításigénye, ha az ásványi nyersanyagot a nem hasznosítható tárolókőzet, ill. a káros szennyező anyagok nélkül lehet kitermelni a természetben elfoglalt helyéről. Ilyen eset a primer ásványi nyersanyaggal jellegében azonos ultimer ásványi nyersanyag – pl. érc és a fém – *in situ* kioldása a tárolókőzetből. Ez különösen a nagyobb mélységben fekvő olyan ásványi nyersanyag-előfordulások esetén lehet célszerű és szükségszerű, amelyek az ultimer nyersanyagot kis koncentrációban tartalmazzák. Ekkor ugyanis az egységnyi ultimer nyersanyag előállítása érdekében – nagy mélységből – nagy mennyiségű szennyező vagy hordozó kőzetet is ki kell termelni a primer nyersanyag káros, haszontalan vagy kishasznú alkotójaként.

ad 3. Ha a primer ásványi nyersanyag eredetileg haszontalan alkotóit sikerül hasznosítani, vagy egy bányászati művelettel több hasznos komponenst lehet egy rendszerben kitermelni, szintén jelentősen csökkenthető az egységnyi társadalmi ráfordítás. Ilyen esettel találkozunk polimetallikus érceknél, több telepes művelésnél, komplex termelési rendszereknél: pl. a hazai eocén szénmedencékből a szén-bauxit karsztvíz egy rendszerben történő kitermelésénél. Parciális jelleggel az egyébként haszontalan alkotók hasznosításának eredményeit esetenként szembe kell állítani az *in situ* benthagyás révén elérhető eredménnyel, vagyis az *in situ* benthagyás és a több komponens kitermelésével elérhető hatékonyság különbségével.

Az ásványi nyersanyagok termelési folyamata az ipar klasszikus ember/gép rendszerével szemben, ember/gép/természet rendszert

hoz létre. E rendszer dinamikus fejlődésére jellemző az emberi munka az automatizálás, a gépesítés fokozódásával kölcsönhatásban egyre összetettebbé, bonyolultabbá válik. A tudományos-technikai fejlődés eredményeként növekszik a különféle technológiákhoz tartozó gépek, berendezések blokknagysága is, térben és időben koncentrálódnak a termelési folyamatok. Mindezekkel összefüggésben csökken az ásványi nyersanyagok hasznosításának valamennyi fázisában – a kitermelésben és a feldolgozásban egyaránt – az élő- és a holt-munkaigény összege és aránya. Ez a folyamat természetesen szükségszerűvé teszi az ásványi nyersanyagok hasznosításával összefüggő ipari háttér (bányagépgyártás, technológiai gépgyártás stb.) gyors fejlődését is.

A tudományos-technikai fejlődés és az ásványi nyersanyagellátás kapcsolatával függ össze az ugyancsak történelmi tapasztalat, hogy a technikai fejlődés végül is mindig gazdaságosan képes legyőzni a világ ásványi nyersanyag-előfordulásainak rosszabbodó természeti nehézségek közvetlen technikai ellensúlyozásával, vagy pedig a helyettesítésükre alkalmas új nyersanyagok termelési és felhasználási lehetőségének megteremtése révén. Az általános érvényességnek az sem mond ellent, hogy időközönként, ill. átmenetileg az egyensúly megbomlik, és csak bizonyos késéssel áll helyre.

Az ásványi nyersanyagtermelés hatékonysága csakis a végtermék, az ultimer ásványi nyersanyag szintjén mérhető. Az ásványi nyersanyagtermelés (és ezen belül a bányászat) fejlesztésének tartalmi és technikai iránya (vagyis, hogy milyen ásványi nyersanyagokat és milyen módszerekkel célszerű elsősorban termelni) csakis az ásványi nyersanyagtermelés teljes vertikumán belül határozható meg. Más szóval: helytelen minden olyan törekvés, amely az ásványi nyersanyagtermelésnek az alkalmazott földtani kutatással kezdődő és az ultimer ásványi nyersanyag előállításával befejeződő teljes vertikumán belül bármely fázisának vagy termelési folyamatnak függetlenségét, vagy a folyamat potenciális népgazdasági hatékonyságának meg nem felelő elsőbbséget kíván biztosítani.

Ezért az ásványi eredetű természeti erőforrások hasznosítását egy, térben és időben nagykiterjedésű horizonton belül, a változó körülményeket folyamatosan követő dinamikus rendszerben kell vizsgálni a következő főbb összefüggésekben:

- a tervezett gazdaságnövekedéshez tartozó nyersanyagigények,

- az ásványvagyonforrások, a felhasználói igények és a nyersanyag feldolgozási technológiák fejlődése által meghatározott körülmények és összefüggések,

- az ásványi nyersanyagokat hasznosító, minél magasabb feldolgozottsági szintet biztosító vertikális rendszerek, amelyek az egyes fajták speciális anyagtulajdonságait is figyelembe veszik,

- a termelési rendszerek kialakításához, működtetéséhez, fejlesztéséhez tartozó feltételek, a szükség ipari háttér, a munkaerő, a fejlesztési forrás, a kutatási, tervezési, építési, gépgyártási helyzet, értékelve a nemzetközi munkamegosztás lehetőségeit is,

- a nyersanyagfajtánkénti termelés és fejlesztés várható gazdasági hatékonysága, a gazdasági egyensúly viszonyai között végrehajtandó dinamikus gazdaságnövekedés és a kialakuló ásványi nyersanyag-hasznosítási koncepció közötti összefüggések,

- a koncepciókhoz rendelhető komplex urbanizációs, infrastrukturális, a munkaerő biztosításával összefüggő oktatásügyi rendszerek, a kitermeléssel járó környezeti hatások, az ott lakók életszínvonalának alakulása.

Az ásványi nyersanyagok növekvő szerephez csak szelektív fejlesztések keretében juthatnak. Annak eldöntéséhez, hogy az ásványi nyersanyagok kitermelése és az erre épülő, ezeket az anyagokat feldolgozó vertikumok milyen mértékben fejlődjenek, tételesen meg kell vizsgálni, hogy ezek mint reálisan számításba vehető alternatívák gazdasági hatékonyságukkal hol és milyen szereppel vesznek részt a termelési struktúra alakulásában. Ehhez olyan szemléletmód elsajátítása és erre alapozva olyan vizsgálati módszer kialakítása szükséges, amely a más gazdasági ágazatokban használt hatékonysági számításokkal egyeztetve alkalmas a gazdaság különböző területein kialakított lehetséges fejlesztési változatok reális összehasonlítására és objektív rangsorolására.

4.1.2. Az ásványvagyon- gazdálkodás elvi és módszertani alapjai

A nyersanyagbázis nagy részét az ásványi eredetű nyersanyagok képezik. Az ásványi eredetű nyersanyagokon belül értékben az energiahor-

dozók jelentik a nagyobb hányadot, többek között ezért is döntő részesei egy adott gazdaság alapanyag-ellátásának. Az ásványi nyersanyag-bázis fejlesztési igénye az ipari tevékenység egyre nagyobb mértékű alapanyag felhasználása miatt abszolút jellegű, másrészt a nyersanyag-bázis minőségének alakulásán keresztül (amit itt gazdasági értelemben értünk, amikor is a műrevaló ásványvagyon mennyisége és minősége a gazdasági környezet hatására módosul) az ipari folyamat intenzifikálásával függ össze. A rendelkezésre álló ásványi eredetű nyersanyagforrások, készletek és a jelentkező igények összhangját, azaz az ellátást az ásványvagyongazdálkodás biztosítja. Ennek elvi és módszertani alapjait a gazdasági környezet és a számításba vett időhorizont határozza meg. A külkereskedelemben való részvétel, a gazdaság fejlettségi szintje képezi, míg az időhorizont hatása elsősorban a szerkezeti átalakítások szükségessége, ill. lehetősége, és a műszaki fejlesztés realizálásának időigénye formájában jelentkezik.

A hosszú távon optimális ásványvagyongazdálkodásban, az ásványi nyersanyagok igénybevételét illetően – a gazdaságosság mellett – az arányosság is a gazdasági hatékonyság egyik alapvető tényezője. Itt – elsősorban a társadalomtudományi, ill. a humán szemlélet hatására – esetenként felmerül az egymással helyettesíthető, de jelentősen eltérő természeti adottságokkal rendelkező ásványi nyersanyag-előfordulások valamiféle arányos igénybevételének célszerűsége azzal az indokkal, hogy ily módon ne csak a ma élő, hanem a későbbi nemzedék is élvezze a természet által nyújtott előnyöket. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen gondolat, mint korlátozás, csak abban az esetben lenne érvényes, ha a ma embere a kedvező ásványi nyersanyag-előfordulásokat úgy venné igénybe, hogy közben a kevésbé kedvezőket megsemmisítené, vagy ha a kedvező adottságok révén olcsón kitermelt ásványi nyersanyagot – ezen keresztül magát az ásványvagyont – a felhasználás terén pazarolná. Ellenkező esetben ugyanis – a kedvező adottságok igénybevétele révén elérhető akkumuláció hiányában – éppen azon legfontosabb kötelezettség teljesítésének feltételeitől fosztanánk meg a ma emberét, amely a kedvezőtlenebb természeti adottságok eredményes legyőzésére alkalmas technikai fejlődés kialakítására kötelezi a jövő generáció érdekében. A mai generációnak tehát nemcsak joga, hanem kötelessége is, hogy fenti feltételek betartása mellett elsősorban a kedvező

adottságú természeti erőforrásokat vegye igénybe, mert így képes megteremteni azt a technikai bázist, amelyre támaszkodva a későbbi generációk leküzdhetik a természeti erőforrások esetleg jelentősen kedvezőtlenebb adottságait is.

Az ásványvagyongazdálkodás időben és térben dinamikus vizsgálati módszereinek vitathatatlan időszerűségét egyébként nem csak, sőt elsősorban nem az ásványi nyersanyag-előfordulások tételes reprodukálhatatlansága, a meg nem újuló természeti erőforrások véges volta indokolja, hanem inkább az utóbbi évtizedekben a nyersanyagok kutatása, termelése, felhasználása, helyettesíthetősége terén felgyorsult tudományos-technikai fejlődés, amely egyre jobban képes függetleníteni az emberiséget a „véges” természeti erőforrásoktól. A korunkban lejátszódó tudományos-technikai forradalom eredményei egyrészt alapvetően megváltoztatják az egyes iparágak technológiáját, másrészt megteremtik a teljes vertikum gazdasági hatékonyságát növelő változások előfeltételeit, megsokszorozzák a teljesen új, valamint a más használatos anyagokat helyettesítő végtermékek számát és fajtáit. A tudományos-technikai forradalommal függ össze az előző évszázadok, de még a közelmúlt gyakorlatától is alapvetően eltérő azon tendencia, amely a nyersanyag-szükségleteket ésszerűen minimalizálja, ill. olyan nyersanyagok és anyagok irányába tereli, amelyek korlátlan mennyiségben és kevés társadalmi ráfordítással előállítható formában állnak rendelkezésre. Ezért a gazdaság termelési folyamatainak műszaki és anyagi ellátását, ill. annak optimalizálását mindenkor dinamikus ásványvagyongazdálkodási szemlélettel, az idő függvényében kell vizsgálni. Az ásványvagyongazdálkodás feladatkörét egyidejűleg meghatározó tényezők:

- a forrás- és igényoldal egyensúlyának megteremtése,
- az egyensúlyi vizsgálatok dinamizálása az idő függvényében,
- az ásványvagyongazdálkodás alapját képező földtani kép, a nyersanyagkutatás dinamizmusa,
- a földtani technikai fejlesztés és a gazdasági áramlatok figyelembevétele,
- a társadalmi háttér, környezet fejlődése.

Az *in situ* nem reprodukálható, ásványi eredetű nyersanyagokkal való gazdálkodás rövid, közép és hosszú távon egyaránt az ember és a természet között állandóan szabályozandó

és szabályozható kapcsolat, ezért a gazdaságfejlődést döntően befolyásoló tényező.

4.1.3. Általános tendenciák az ásványi nyersanyagok hasznosításával összefüggő gazdasági folyamatokban

Az ásványi eredetű nyersanyagok a nem megújuló, *in situ* tételesen nem reprodukálható természeti erőforrások kategóriájába tartoznak, és jelentőségük a gazdasági növekedésben a népesség, az iparosodás, az élelmiszertermelés és a környezetszennyeződés távlati súlyának szintjén mozog. Ezeknek a tényezőknek növekedési tendenciája exponenciális jellegű, és erős az egymásközi, belső kölcsönhatásuk.

A világgazdaság legfontosabb szerkezeti anyagainak termelése növekvő jellegű, ennek megfelelően fokozódik a legfontosabb ásványi eredetű nyersanyagok termelése is. A világtermelés 92,5%-át képező anyagcsoport – energia-hordozók: szén, szénhidrogén, urán; fémek: réz, ón, vas, cink, arany, nikkel, ólom, ezüst; nem-fémes anyagok: kaolin, bentonit, foszfát, kálisó – termelése két évtized alatt kb. 2,5-szeresére növekedett.

A termelés ill. felhasználás trendjének általánosan emelkedő tendenciáján belül az egyes szerkezeti és alapanyagok vonatkozásában differenciált jelenségek is mutatkoznak: az idő függvényében gyors ütemben növekszik pl. a szénhidrogének termelése, ezzel szemben csökkenő növekménnyel emelkedik az alumíniumtermelés.

Az ásványi eredetű nyersanyagok, ill. a belőlük előállított végtermékek vagy külső termékek felhasználása mindig összefügg a kutatással, kitermeléssel, feldolgozással kapcsolatos technikai, technológiai, gazdasági környezettel. (A környezet ugyancsak változik az idő függvényében.)

Eltérő a megítélése az idő függvényében a hasznosítható ásványi nyersanyag-előfordulások gazdasági jelentőségének, miután változnak az erre ható, ill. az ezzel kapcsolatos gazdasági áramlatok. A megítélésben felismerhető differenciálás egy része rendszerezhető, más részére a spontaneitás jellemző. A már igénybevétel alatt álló források értékelésénél rövid távon az éppen érvényes, míg hosszú távon a távlati árak és költségek a meghatározók, és ezek közül kiemelten a forrásként még szükséges legrosszabb kerül számításba vételre.

A nyersanyagforrásoknak az igényekhez viszonyított korlátozott volta és területileg differenciált elhelyezkedése miatt a nyersanyagárak alakulásában világméretben is azonos tendenciák alakultak ki. Ezek a folyamatok általában emelkedő jelleggel értékelik a nyersanyagokat, így a nyersanyagárak emelkedéséhez vezetnek.

Az ásványi eredetű nyersanyagtermelés sajátossága az a történelmileg igazolt tapasztalat, hogy az egymás helyébe lépő ásványi nyersanyagok ultimer termékének (pl. villamosenergia, fém) költségstruktúrájában csökken a primer ásványi nyersanyagok költségének és növekszik a feldolgozás költségének aránya. Erre alapvetően az ad lehetőséget, hogy – miközben az ugyanazon ásványi nyersanyagok primer minősége csökken – az egymás helyébe lépő ásványi nyersanyagok hasznosanyag-tartalma (fűtőértéke, ill. fémtartalma) jelentős mértékben növekszik. Amíg pl. a 20. század elején a kizárólag csak szénből előállított villamos energia költségének több mint az 50%-át tette ki tüzelőanyag-költség, addig egy lelőhelyre telepített modern szén-, vagy szénhidrogén-erőműben már csak 30% ez az arány. Egy atomerőműben a töltetlen jelentő, a fosszilis energiahordozókénál több nagyságrenddel magasabb fűtőértékű tüzelőanyag költségének aránya a 20%-ot sem éri el, a primer uránérc költségének aránya pedig 5%-nál is kisebb. Ha pedig a napenergia hasznosítására sor kerül, akkor az energetikai végtermék költségén belül – a vízenergiához hasonlóan – gyakorlatilag 0 lesz a „tüzelőanyag” költségének aránya. Hasonló a helyzet az egymást többé-kevésbé helyettesíteni képes fémek esetében is. Amíg pl. a legrégebbi fémnek tekinthető réz költségén belül legalább 40%-ot tesz ki a primer rézérc költsége, addig az alumíniumon belül még a 10%-ot sem éri el a primer ásványi nyersanyagot jelentő bauxitköltség. Hasonlóan alacsony a primer ásványi nyersanyag költségének aránya a fémeket szerkezeti anyagként többé-kevésbé helyettesíteni képes műanyagok teljes költségén belül is. A vertikumon belüli költségarányok ilyen eltérése következtében – minthogy az élőmunkaigényes bányászati hányad csökken – az ásványi nyersanyagtermelés költségén belüli holtmunkaarány-növekedés tehát nem olyan folyamatos, mint a feldolgozóiparban, hanem – az egymás helyettesítésére alkalmas ásványi nyersanyagok egymás helyébe lépésének időpontjából, ill. időütemétől függően – inkább szakaszos jellegű.

Az ásványi nyersanyagok teljes vertikumban és komplexen történő hasznosításának célszerűsége nem függ az ásványi nyersanyagokkal kapcsolatos akár rövid, akár hosszabb időtartalmú konjunktúráról, sőt a komplex hasznosítás dekonjunktúra esetén még kívánatosabb, hiszen ennek révén válhatnak az adott időpontban kiaknázásra gazdaságilag nem érdemes előfordulások is műreálává. Minél magasabb vertikális lépcsőn kerül értékesítésre az ásványi nyersanyag, általában annál nagyobb gazdasági hatékonyság érhető el. Ez az egyébként általános érvényű tendencia a szorosan vett ásványi nyersanyagtermelési vertikumon belül annyiban sajátos, hogy itt meghatározó szerepet játszanak azok a szállítási költségek, amelyek a primer vagy intermedier ásványi nyersanyagok értékesítésének gazdasági hatékonyságának alapvetően leronthatják. Az „ab termelőhely” ár, ill. költséghatár ugyanis nyilvánvalóan csökken a termelőhely és az értékesítés helye közötti szállítás költségével. Ez a körülmény adott esetben az egyébként gazdaságos primer ásványi nyersanyagtermelést kifejezetten gazdaságtalanná is teheti, sőt az ásványvagyonnak a vertikum potenciális eredményével meghatározott *in situ* értéket teljesen fel is emésztheti. Az ásványi nyersanyagok esetén tehát – különösen a primer ásványi nyersanyagokra vonatkozó szállítási költségeket figyelembe véve – a feldolgozottság fokának kiemelt jelentősége van a gazdasági hatékonyság szempontjából. Ennek magától értetődő következménye egyebek között, hogy az ásvány-előkészítő, ill. feldolgozó üzemeket – különösen, ha az ásványi nyersanyag jellegéből eredően kicsi a feldolgozás súlykihozatala – mindig a bányára telepítik.

4.1.4. Az ásványi nyersanyagok hasznosítására vonatkozó rendszer- és függvényszemlélet kialakítása

Az ásványi eredetű nyersanyagok hasznosításával összefüggő termelési és gazdálkodási folyamat helyes megítéléséhez *célszerűen azt a szemléletmódot követjük, amelyben az ásványi nyersanyag felkutatása, kitermelése, közbenső-, ill. végtermékké való feldolgozása, sőt rendeltetésszerű felhasználása egyetlen egységes rendszert alkot.* A rendszer-szemléletű aspektusok az irodalomból jól ismert okoknál fogva egymástól eltérőek lehetnek; ezek közül a célkitűzéstől függően választjuk ki azt a

nézőpontot, amely a jelenségek belső összefüggéseinek figyelembevételével rendszerszinten alapozza és válaszolja meg a gyakorlat fontos kérdéseit. A „rendszer” elemei (a metaelméleti megfontolásokat most mellőzve) ebben a vizsgálatban az ásványi nyersanyag kutatásának, kitermelésének, átalakításának, feldolgozásának és felhasználásának *anyagáramait leíró „élek” és azon „csomópontok” (technikai eszközök), amelyek a vertikumokban a folyamatokat kapcsolják össze.*

A rendszer elemei, az elemek egymáshoz való viszonya és mindezek időbeli változása célszerűen választott függvénykapcsolatok formájában írható le, ill. rendelkezhető egymáshoz. Ezzel *olyan rendszer- és függvénykapcsolat meghatározható a döntéselőkészítés minden szintjén, amely nemcsak statikusan, hanem dinamikusan ábrázolja és értékeli az ásványi nyersanyagokra épülő technológiai vertikumok műszaki színvonalát és gazdasági hatékonyságát.* Mindkét tényező kapcsán ugyanakkor megtalálja az összefüggést az egyéb termelő és nem termelő tevékenységek műszaki oldalával éppen úgy, mint azok népgazdasági szintű hatékonyság-oldalával. Biztosítékot erre éppen a választott rendszer- és függvényszemlélet ad.

A rendszerszemlélet ilyen alkalmazásának időszerűségét az a körülmény indokolja, hogy a meg nem újuló erőforrások – és az ásványi kincsek éppen ilyenek – fokozott komplex kihasználása a megváltozott világ gazdasági helyzetben minden gazdasági egységnek (tehát a magyar népgazdaságnak is) alapvető, fejlődést meghatározó érdeke. Ennek jelentőségét és szerepét az igények eddigi és várható növekedése tükrében nem lehet eléggé hangsúlyozni. A „komplex, bonyolult, sokszorosán összefüggő” megállapítás talán sehol sem érvényes annyira, mint a 20. sz. végének korszerű technikája alapján folyó (vagy folytatandó) terelés szférájában. *A minden oldalú szükséglet által megfogalmazott és lényegében mind a termelő, mind a végső felhasználást szolgáló igény sokféleképpen elégíthető ki a nyersanyagtól a késztermékig értelmezett vertikumokból.* Korunk egyik új tudománya, a rendszerelmélet is felzárkózik az igényekhez, és segítséget nyújt mindazon problémák megoldására, amelyeket komplex műszaki-gazdasági szemlélet mellett a termelési folyamatok külön-külön, belső összefüggésekkel meghatározott aggregációban vagy összességükben felvetnek. A bármilyen széles bázison folyó, de körülhatárolt statikus elemzés eredményei nem adnak

– nem is adhatnak – kielégítő választ annak, aki a valóság bonyolult körülményei között megalapozottan kíván eligazodni vagy dönteni a technikai haladás, a növekvő gazdasági hatékonyság érdekében.

A rendszer- és függvény szemléletű vizsgálatokkal biztonságos háttér alakul ki a fenti kérdések megalapozott eldöntéséhez. Így lehetővé válik az egyes ásványi nyersanyagokra felépíthető vertikumok valamennyi fázisának tételes elemzése és azokból a megfelelő gazdasági hatékonyságú változat kiválasztása. Egyidejűleg figyelembe vehetők fejlesztési alternatívaként a nemzetközi munkamegosztásra támaszkodó alternatívák is.

4.1.5. A hasznosítás hatékonyságát meghatározó vizsgálati módszer

A kialakított és itt kifejtésre kerülő vizsgálati módszer az ásványvagyon hasznosítását funkcionálisan értékeli, a feldolgozás-felhasználás során létrejövő állapotváltozását műszaki és gazdasági értelemben komplex módon követi. A komplex ásványvagyonbázisra telepíthető ipari tevékenységet variábilisan alakítjuk ki, ugyanakkor figyelembe vesszük a már működő kitermelő és feldolgozó jellegű tevékenységet, de már az ott is realizálható műszaki fejlesztés szintjén. Így képezzük a leművelés alatt álló és a jövőben művelésbe vonható ásványvagyonbázis és az ehhez kapcsolt, ill. még kapcsolható ipar logikailag egységes rendszerét. Ez a rendezési elv lényegében a rendszerszemlélet. A rendszermodellek paramétereit a függvény szemlélet értelmében a tárgyalás során variábilisnak tekintjük, és a felismert korlátozó feltételek mellett optimalizáljuk a feladathoz illesztett matematikai apparátus lehetőségeinek felhasználásával.

Az alkalmazott földtani kutatás, ezen belül az ásványi nyersanyagkutatás mint megismerési folyamat meghatározza az ásványvagyonrendszer geometriáját a végtelen féltérben. Egyidejűleg a geometriai tér koordinátáihoz rendeli kvantifikáltan az ásványvagyon jellemző tulajdonságait. Az ásványvagyonrendszer ezen geometriai- és tulajdonságmezejének megismerése, továbbá sztochasztikus eloszlásfüggvényekkel való leírása két, minőségileg különböző, de egymásra épülő szintet tételez fel:

– egyrészt a földkéreg szinguláris helyein meglévő tulajdonságok konkrét (diszkrét) értékeinek rögzítését,

– másrészt a szinguláris értékekből felépíthető regionális eloszlás meghatározását.

Az ásványvagyonrendszer kitermelési folyamata szorosan összefügg a feldolgozási tevékenységgel. A természettudományi, műszaki és gazdasági paraméterek egymás mellett, együttesen jelentkezők, és meghatározzák az ásványvagyonbázisra épített kitermelő, feldolgozó és végül termékekben realizálódó vertikumok használatiérték-mezejét, amely a tér elemeinek használati értékeiből álló mezőt jelenti.

Ez az értékmező csatlakozik a hazai nép-gazdaság és az egymással kapcsolatban lévő és kapcsolatba lépő nemzetgazdaságok termelő-, export-, import-, valamint munkamegosztási potenciáljához.

Az állapotkoordináták időben elsőként az alkalmazott földtani kutatás eredményei alapján jelennek meg. Ezek az értékek – az éppen felderítendő – nagy tér „komponensei”, amelyeket általános és ásványi nyersanyagoként differenciált törvények szerint lehet rendezni. A nyersanyagkutatás, majd a kitermelés már módosítja az állapotkoordinátákat, a feldolgozás és felhasználás pedig az állapotter minőségi paramétereit is generálja a tulajdonságmezők időfüggvényes változtatásával. Mindkettővel együtt adott – ill. módosul – a használatiértékmező, amely már az alkalmazott földtani kutatási fázisában jelez potenciális használati értéket – az állapotterre vetítve értékmezőt –, és ennek realizálására éppen a vertikális tevékenységek hivatottak. Az állapotteren belüli változást az optimalizálható termelő tevékenységek teremtik meg, amelyek során a nyersanyag földkéregbeni állapotából eljut a vertikum fázisain keresztül a felhasználásig. A mai korszerű termékek köztudottan számos ilyen vertikum aggregálásából állnak. Ez további kölcsönhatások elemzését igényli, mégpedig a helyettesíthetőség mértékének megfelelően itt már a teljes, nem csupán ásványianyag-spektrumra kiterjedően. A vizsgálatok szükségszerűen eljutnak a természeti erőforrások tér- és időkoordinátákat egyaránt összefogó, a kritériumok széles skáláján értelmezendő optimális igénybevételéhez, a termelési tényezőkkel együttesen kialakítandó optimális erőforrás allokációhoz.

Az állapotter fázisai rendre más és más – horizontálisan már kifejlesztett vagy a kölcsönhatás alapján konkrétan innovációt indikáló – diszciplínákra támaszkodva valósulnak meg. a közös vonást – mint rendező elvet – éppen a ver-

tikumhoz tartozás adja meg, együttesük annak a termelési kultúrának hordozója, amelyet éppen az adott vertikum visz be a népgazdasági spektrumba. A vertikum termékének és technológiájának exportja a nemzetközi munkamegosztás egyik elemeként is felhasználásra kerülhet.

4.1.6. Az ásványi nyersanyagok hasznosítását célzó termelési rendszermo- ellek kialakításának szempontjai

Az időben és térben rendszerezett ásványvagyonbázis, a variábilisan hozzárendelhető ipar, továbbá mindkettő parciális és együttes fejlesztési lehetőségei között összefüggések tárhatók fel. Ezek az összefüggések alapvetően dinamikus jellegűek. Adott komplex ásványvagyon és a hozzárendelhető kitermelő-, feldolgozóipari tevékenység műszaki-gazdasági szempontból egy termelőrendszert képez. A rendszer alapvetően dinamikus tulajdonságokkal rendelkezik: működésével az ásványi eredetű nyersanyagbázisból társadalmi és népgazdasági szempontból jelentős mennyiségű használati értéket állít elő. E termelő folyamat – műszaki-gazdasági színvonalától függően – az ásványvagyonbázisra (s a kitermelésére alkalmazott technológiára) visszavezethető potenciális gazdasági hatékonysággal jellemezhető. Célunk ennek a hatékonyságnak a kvantitatív, dinamikus jellegű meghatározása.

Nyilvánvaló, hogy ezt a hatékonyságot, ill. az összefüggések dinamizmusát számos tényező, többek között az időtényező általában, az ásványvagyon mennyiségének és minőségének változása, a kutatás-kitermelés-feldolgozás technikai fejlettsége, az előállított közbenső- és végtermék színvonala, a kapcsolódó kereslet-kínálat trendek stb. befolyásolják ill. alakítják.

Ugyanakkor ezek a tényezők belső összefüggéseikben – pl. az időtényező befolyása, a kihasználás módjával összefüggő fejlesztési folyamatok gazdasági környezete, a környezetet formáló gazdasági áramlatok révén – szintén dinamizáltak. Ezért az ásványvagyon mindenkori gazdasági hatékonysága ettől az összetett dinamizmustól függően variábilis és potenciális jellegű, és egyúttal az adott nyersanyagbázis geoeconómiai jellemzője. A variabilitás magában foglalja a helyettesíthetőséget is és ezzel szélesíti a választékspektumot. A konkrét termelési rendszerek mindig egy közigazgatási, gazdaságföldrajzi, gazdaságföldtani megfontolások alapján

kimetszett geográfiai körzetben alakulnak ki, és részben iparfejlesztési lehetőségként célszerűen aggregált komplex nyersanyagbázisra épülnek. A termelési rendszerek kialakításához az ásványvagyonbázis tulajdonságait műszaki-geológiai, fizikai, ásványtani, kémiai, fizikokémiai, geokémiai, anyagszerkezeti vizsgálatokkal tárják fel. Egyidejűleg meghatározzák az új termelési folyamatok alapvető műszaki, gazdasági, technológiai és külgazdasági összefüggéseit. Az ásványi nyersanyagok kitermelése során megbolygatott földkéreg többfázisú, egymással szoros kauzális kapcsolatban lévő rendszer. Szükséges ezért az ezzel összefüggő természeti törvények, az emberi beavatkozás hatására kialakuló fizikai folyamatok minél mélyebb megismerése, mert így – megfelelő korlátok között – kialakítható a termelési rendszerek közötti együttműködés. A természeti adottságok egy része feltételi rendszerként jelentkezik a termelési rendszerek szempontjából, és a környezetbe való beilleszkedést határozza meg, ill. befolyásolja. Ide sorolható többek között a természeti egyensúlyok megbontása – vízháztartás, levegőszennyezés, esztétikai szennyezés stb. – a termelési rendszer működése hatásaként. A kitermeléstől a végtermékig egységes zárt, variábilis jellegű, önálló rendszerek alrendszereknek tekinthetők, és végső soron egy összefüggő rendszerre aggregálhatók a már működő kitermelő- és feldolgozóipari tevékenységet is figyelembe véve.

Adott ásványvagyonbázis összetételéből és a felhasználókhöz viszonyított földrajzi elhelyezkedéséből következik, hogy az ásványvagyonhasznosítás során jól meghatározott anyagáramok keletkeznek. Ezek egyaránt jelentenek anyagtranszportot és anyagtranszformációt. Az egyes ásványkomponensek földrajzi vonatkozásban szétterülnek a különböző feldolgozó helyeken, ott átalakulnak, és eljutnak a fogyasztókhoz. A feldolgozás során az anyagtranszport mellett jelentős anyagtranszformáció jön létre a feldolgozás mértékétől függően. A feldolgozás szintén anyagszétterítéssel jár, a szétterítés mellett esetenként párhuzamosan aggregálási folyamat is bekövetkezik.

A szétterítésnek és aggregációnak ez a kölcsönhatása, ill. párhuzamossága a komplexitáshoz vezet el. A komplexitás egyrészt szükségyszerű, másrészt célszerű. A szükségyszerűség a technikában jelentkezik, és esetenként határozható meg pl. az anyagtranszformáció anyag- és energiaigényeiből. Ezek bevitele aggregáció jellegű. A célszerűség a gazdasági hatékonyságban jelentke-

zik, és bizonyos értelemben összefügg a rendszerszemléletű tárgyalással. Esetenként eldönthető, milyen mértékig érdemes az anyagáramokat, az anyagtranszportokat és anyagtranszformációkat egy rendszerben tárgyalni, és mi a vertikális indokolt mértéke.

A szétterítés és aggregáció jellegű anyagtranszport és anyagtranszformáció egyaránt ráfordításokat és eredményeket indukál. Eközben használati érték keletkezik, amely végső soron műszaki-gazdasági mutatókkal jellemezhető. Mindezekből következik, hogy adott komplex ásványvagyonra építhető ipari tevékenység rendszer és függvényszemléletű tárgyalásához mindenekelőtt azokat a formális alapokat kell megteremteni, amelyeknek alkalmazása révén lehetőség nyílik az ásványvagyon-hasznosítás folyamatának dinamizált leírására. Az ásványvagyon-hasznosítás rendszermodelljében dinamikus függvénykapcsolatot kell kialakítani, az ásványvagyon mennyiségi és minőségi paramétereit, kitermelési rendszerük műszaki és gazdasági jellemzőit, a felhasználás variábilis lehetőségeire vonatkozó technikai és közgazdasági környezeti feltételek között, egyidejűleg a rendszert be kell illeszteni a népgazdasági környezetbe, s azt más tevékenységekkel össze kell hasonlítani.

4.1.7. A rendszerszemléletű ásványvagyon- gazdálkodás formális alapjai

A komplex ásványvagyon-gazdálkodás általános, kvalitatív rendszerelméleti alapja

- a komplexitás kvantitatív mértékének és
- a diszkrét és folyamatos kategóriák helyettesíthetőségének fogalma köré csoportosítható.

Valamely rendszer komplexitásáról mint kvalitatív jellemzőről egy intuitív kép többé-kevésbé ismert. Önkényes fogalmazással a komplexitás szó arra utal, hogy egy rendszer több alrendszerre oszlik (esetleg különböző szempontok alapján különbözőképpen), és az alrendszerek között (különböző erősségekben) kapcsolat állhat fenn. A komplexitásra vonatkozó általános kvantitatív mérték tudomásunk szerint még nem került széles körű elfogadásra, jóllehet ilyen mértékre szükség van, hiszen a komplexitás mértéke a regresszió számításokba útmutató és irányító szereppel bír.

Számos közgazdasági paraméter (beruházási, termelési költség, szakember igény stb.) a komplexitás kvantitatív mértékével szoros

kapcsolatban van. Nagyszámú alapegységből álló összetett rendszer legalkalmasabb felosztása közbenső alegységekre is a komplexitás kvantitatív mértékére támaszkodik. Egy ilyen felosztás vezérelve nyilván az, hogy a teljes rendszer „szövődöttségéből”, kapcsolatainak halmazából ne menjen túlságosan sok veszendőbe a részekre bontásnál. A minden megszorítás nélkül alkalmazható komplexitás mérték fogalma üres. A javasolt és későbbiekben ismertető entrópiikus mérték – amely vonatkozhat anyagáramra, használati érték változásra stb. – a közgazdasági és műszaki egységek szövevényének hatalmas családjára alkalmasnak látszik.

Az ásványvagyon-gazdálkodás rendszerszemléletű felfogásának másik alappillére a diszkrét és folytonos kategóriák kölcsönös helyettesíthetőségének fogalma, amely az ásványvagyon-hasznosításnál nélkülözhetetlen szemléletmód matematikai megfogalmazását jelenti. Az ásványvagyon tradicionális tervezésénél a lehetőséghez mérten számba veszünk és összehasonlítunk bizonyos diszkrét lehetőségeket. Nagy kiterjedésű vagy bonyolult műszaki-geológiai adottságú ásványvagyon-előfordulásban a diszkrét lehetőségek száma áttekinthetetlenül nagygyá válik; ilyenkor a tervezésnél bizonyos konvenciókra támaszkodunk.

A tervezésben stabilizálódó konvenciók bizonyos ciklusra vezethetnek. A megvalósított tervek és a hozzájuk tartozó beruházási, termelési költségek és egyéb paraméterek összefüggéseinek nagyszámú esetben való megfigyelésével lehetővé válik, hogy regressziós eljárással bizonyos „törvényszerűségeket” fedezzünk fel. A további tervezés során ezekre a törvényszerűségekre támaszkodunk, amikor az optimális tervet keressük. Valójában így módon legfeljebb relatív optimumhoz juthatunk, a beépített konvenció ugyanis kényszerfeltételként fogható fel, amelynek a program engedelmeskedni tartozik. Közkeletű félreértés, hogy az optimum környékén szükségtelen pontos számításra törekedni. Ez a kijelentés csak abban a ritka esetben helytálló, ha a tervezési konvenciók által becsempészett kényszerektől mentes optimum közelében vagyunk.

A tervezési konvenciók kényszerétől való megszabadulás eszköze a már említett függvényszemlélet, amely „a priori” minden körülményt változtathatónak tekint. Természetes, hogy a múltban az ilyen szemlélet nem lehetett termékeny, de ma a komputer birtokában a helyzet gyökeresen megváltozott. Ha egy-egy

konkrét technológiai feladatot kiragadunk, annak túlságosan általános formába való öltöztetése akár komolytalannak is hathat. Csakhogy a legkülönbözőbb feladatokra kidolgozott algoritmusok száma egyre nő, és ezek – ha egyszer létrejöttek – mindig rendelkezésre állnak. Így mind több területen áll elő a korábban elképzelhetetlen helyzet: valamely feladatot célszerű úgy megoldani, hogy azt bonyolultabbra vezetjük vissza. Ehhez azonban ismerni kell azt a nyelvet, amely az egyszerűt „bonyolultan”, azaz általános formában tudja kifejezni.

A komplex ásványvagyon-gazdálkodás rendszerszemléletű megfogalmazása a kutatás, a kitermelés és a feldolgozás egyidejű értékelésén alapszik. Ezért a rendszermodell egyidejűleg fejlesztési modell is, következésképpen a módszerek szükségszerűen érintik a gazdasági fejlődés matematikai tervezésével kapcsolatos utakat, módszereket. Ennek megfelelően a komplex ásványvagyon-gazdálkodás elvének rendszer-szemléleti alapokon történő kialakításánál is beleütközünk azokba a kérdésekbe, amelyek a gazdasági fejlődés matematikai tervezésével kapcsolatban felmerülnek.

A hosszú távú tervezésben, fejlesztési stratégiák kialakításánál általában még peszimizmus jellemzi a matematikai módszerek alkalmazását elősegítő információbázis megbízhatóságát. A fejlesztés tervezése egyidejűleg mindig az erőforrások elosztását is jelenti, és ez nagymértékben gazdaságpolitikai kérdés. A gazdaságpolitikai szféra viszkozitása ugyanakkor visszacsapódik a matematikai módszerek alkalmazására: a matematikai tervezés nehézségei növelik a gazdaságpolitikai szféra fenntartásait, ez utóbbi viszont járulékos nehézségként jelentkezhet a matematikai tervezés szempontjából.

A komplex ásványvagyon-gazdálkodás rendszermodelljében szükségszerűen szektorokat alakítunk ki alrendszerenként. Ezeknek a szektoroknak a technológiai fejlődési üteme eltérő. A műszaki fejlődés speciális vonatkozásai ugyanis szektoronként rendkívül differenciáltak. Szélső esetben olyan új technológiai eljárások is megjelenhetnek, amelyek egy-egy szektor termelési sémáját a jövőre vonatkozóan teljesen megváltoztatják.

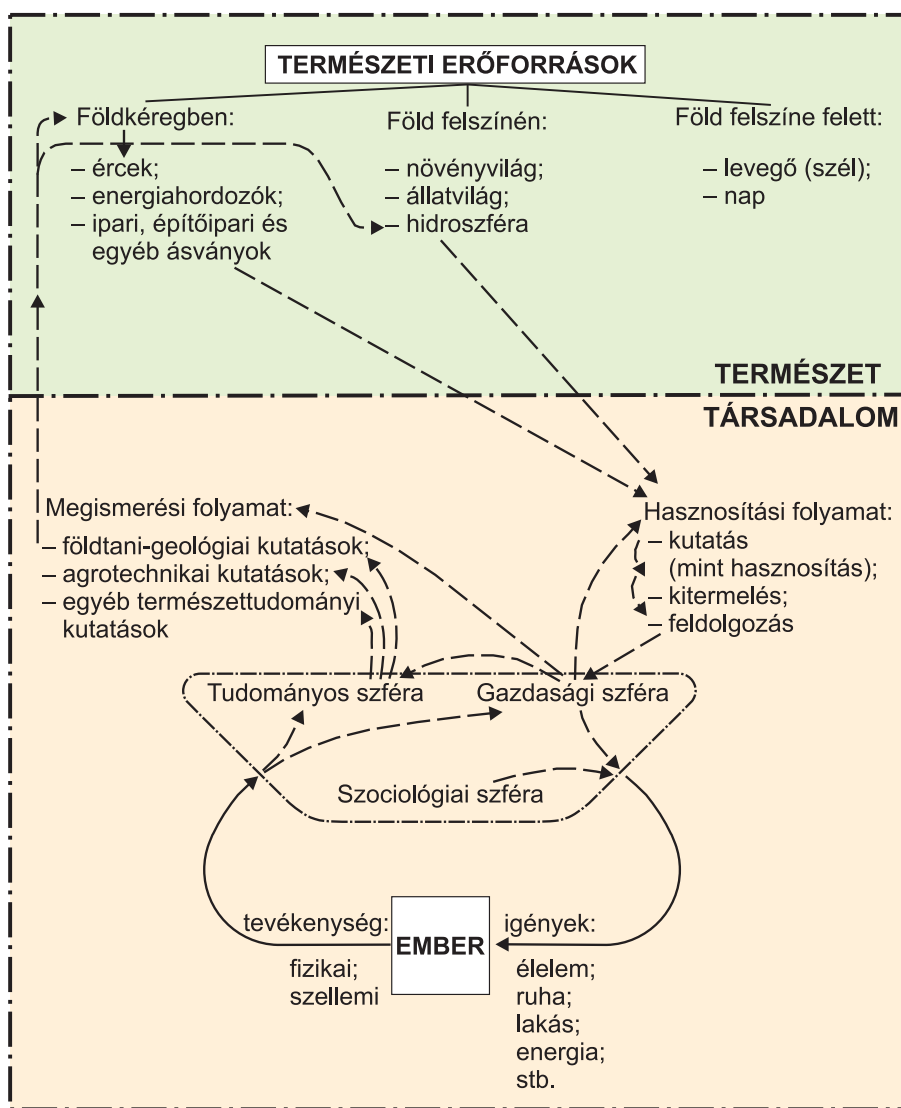
Egy átfogó rendszermodell nyilvánvalóan összehangolt optimumra törekszik. Ennek megvalósítása azonban azt is jelenti, hogy a szektorok is saját optimumokról eltérő pontban üzemelnek. Ezért a rendszermodell működésé-

nek szabályzásánál ezt az ellentétet – az általános és szektorális közötti eltéréseket – fel kell oldani. A rendszer egésze, ill. a szektorok számára nemcsak optimumot, hanem teljes (vagy legalább részleges) fázisteret határoznak meg, és erre támaszkodva a teljes népgazdaság, a teljes rendszer vagy a szektorok bizonyos csoportja szempontjából optimalizálunk. A „fázistér” kifejezést a szokásosabb „tevékenységtér” helyett használjuk. A tevékenységtér fogalma általában a technológiai bázist adottnak tekinti. A „fázistér” fogalmában, amelyet a matematikai mozgástan szótárából kölcsönöztünk, a technológiai bázis (nem a felszereltség, hanem minőségi értelemben a fejlettségi fok) dinamizmusa is helyet kap.

Az összehangolt optimum keresésénél specifikus nehézségként kell még megemlíteni, hogy az „egész ágazatok engednek egymásnak” gondolata még sokkal nagyobb mértékben függ a gazdaságpolitikai szféra viszkozitásától, mint az egy-egy ágazatom belüli alkalmazkodások az optimumhoz.

Az elmondottakból következik a *reális célkitűzés: összetett ipari tevékenységek fázistere* – technológiai dinamizmusnak is helyt adott tevékenységtér – *minél megbízhatóbb leírásának formális módszereit* célszerű kidolgozni. Az összetett ipari tevékenységek fázisterének megismerésével egyidejűleg lényeges szektorként a résztvékenységenkénti fázisterek megismerése. Ebben az esetben ugyanis a rendszer egészéről, ill. az egyes alrendszerek, szektorok egymáshoz, valamint az egészhez való viszonyáról függvényyszerűen áttekinthető képet nyerünk. Ezzel lényegesen túl lehet lépni a jelenlegi gyakorlaton, amikor csak a rendszer, ill. alrendszerek egy-egy kiragadott fázispontjának – műszaki lehetőségének – egymáshoz való viszonyára kapunk tájékoztatást. A függvényyszerűen áttekinthető kép egy lényeges része, hogy az *összetett ipari tevékenység fázistere tartalmazza a várható, de egyelőre még részleteiben nem ismert technológiai fejlődést is*.

A részleteiben nem ismert rendszerek általános leírására alakult az ún. rendszerelmélet, amely a meglévőt a nem meglévővel párhuzamosan vizsgálja. Teljesítőképességéről korai lenne nyilatkozni. Ellenzői szerint a túl általános semmitmondó, ami használható, az szükségképpen speciális. Nyilván szektoronként változik, hogy a vizsgálandó tényleges rendszert az elképzelhető rendszerek milyen tágan értelmezett halmazába beágyazva építhetünk ki olyan matematikai formalizmust, amely



51. ábra. A természeti erőforrások hasznosításának társadalmi kapcsolatai

a) egyfelől még egyáltalán kezelhető

b) másfelől a választási lehetőségek szempontjából kellő szelektivitást biztosít.

Azt a nézőpontot, amely nem a teljesen általánosságból indul ki, hogy aztán a specifikációt fokozatosan növelve annak olyan szintjéig jusson el, amely a fenti két kritériumot már teljesíti, hanem ellenkezőleg, az adott műszaki-gazdasági rendszerből indul ki, majd a specifikációt fokozatosan csökkentve az általánosság olyan szintjéig jut-e, amelyre a fenti két kritérium már alkalmazható, rendszerszemléletű tervezésnek fogjuk nevezni.

A rendszerszemléletű látásmód a technológiai fejlesztés munkáját természetesen nem pótolja, de alkalmas arra, hogy hatalmas időmegtakarítással ráirányítsa a figyelmet a fejlesztés szükséges helyére és mértékére. Szükségképpen alkalmas a

rendszerszemléletű formalizmus kiépítésére, és ezt igényli a komplex értelemben vett ásványvagyon-gazdálkodás.

A komplex ásványvagyon-gazdálkodásra irányuló vizsgálódás folyamán körülhatárolandók a vizsgálatok keretéül, ill. háttéréül szolgáló tér-, idő- és tevékenységtartományok. Az időtartomány lehatárolása szempontjából lényeges körülmény, hogy egyrészt a nyersanyag-hasznosítás alapfázisát jelentő alkalmazott földtani kutatás már felhalmozódott ismeretanyagra támaszkodhat, másrészt, hogy maga a vizsgálódás tárgyául szolgáló földkéregrés is állandóan változik. A hasznosítás kezdőpontját jelentő időpillanatban tehát egyrészt a kezdőpontig terjedő állapotváltozások sorozata a maga lassú dinamizmusával egy adott szinten már ismert, másrészt az adott

földkéregrészen ezt a lassú dinamizmust az emberi beavatkozás hatására intenzív változások sorozata váltja fel

Az emberi beavatkozás – *nyersanyagkutatás, bányászat* – a földkéregben elhelyezkedő természeti erőforrások megszervezésére irányul, tehát a földkéreg azon részét érinti, amelyben a hasznosítási tevékenység bázisát jelentő ásványi nyersanyag helyezkedik el. A hasznosítás során az erőforrásokat az *in situ állapotból* kiszakítjuk – kitermeljük –, majd a felszínre hozott terméket feldolgozzuk, abból használati értéket állítunk elő, meghatározott társadalmi–gazdasági igényt elégítünk ki. E tevékenység során *különböző szférákat érint az emberi beavatkozás*: a földkéregből indul ki, a felszínen folytatódik, és kihatással van az atmoszférára és a hidroszférára is. Mivel e tevékenységek térbeli keretét nyújtó *különböző szférák intenzív dinamikus és komplex kölcsönhatásban* állnak egymással, így a hasznosítás emberi tevékenysége összetett módon befolyásolja ezen szférák nyugalmi állapotát. A hasznosítási folyamatok *anyagátalakulásait* a tárgyalás során csupán a *kémiai felbonthatóság határáig* követhetjük nyomon, az anyagszerkezet finomabb módo-

ulásaival (pl. az atommagok átalakulásaival) a vizsgálatok során nem foglalkozunk.

A már kellően megismert természeti erőforrásokat az ember saját szolgálatába állítja, hasznosítja. *E hasznosítási folyamat a társadalom gazdasági szférájának része, attól csupán mesterségesen határolható el.* Ezen elhatárolás azonban a tárgyalás keretének kijelölése szempontjából szükséges, a továbbiakban *a földkéregben elhelyezkedő természeti erőforrások hasznosításának folyamatelmzésével foglalkozunk*, annak egységes rendszerbe történő illesztésével, a folyamat társadalmi és természeti kapcsolatainak feltárásával párhuzamosan. E komplex hatások elemzésének módszertanát jelen könyv tárgyául szolgáló rendszervizsgálat szolgáltatja. A tárgyalásmód lényeges mozzanatait az 51. ábra mutatja – igen vázlatosan – a természet és a társadalom egymásra ható rendszerén belül.

Vizsgálataink keretén kívül esnek tehát a föld felszíne felett (szél-, nap-, stb. energia) elhelyezkedő természeti erőforrások, de nem vizsgáljuk a földkéregben nyerhető megújuló erőforrásokat sem. Ilyen például a hőmérséklet gradiense.

FÜGGELÉK

1. fejezet írásánál felhasznált jelentések, határozatok és események időrendje

1.1. A hazai szénfeltárás és kutatás kezdetei

1781. A dorogi szénbányászat első írásos emléke.
1858–1859. A Pusztá-fornai, Pusztá-nánai szénkutatás vékony szénrétegeket talált.
1871. Tata-Bicske környéke címen HANTKEN M. és VINKLER J. szerkesztette földtani térkép készült.
1873. Első nagy vízbetörés az esztergomi szénmedencében.
1894. A tatabányai bányászatot megalapozó használatbavételi szerződés aláírása.

1.2. Az első nagy eocén szénkutatási láz

1895. Az első szénkutató fúrások Felső-Gallán.
1897. Széntermelés kezdete a Tatabányai-medencében. HOFFMAN R. Piszke, Gyermely, Szomor térségét javasolja kutatásra.
1898. TELEGDY RÓTH K. A Csordakúti-völgy torkolatába kutató fúrást javasolt. A javasolt két fúrás szénzsinórokat harántolt. Ranzinger V. Csordakút, Csapdi és Bicske kutatási terület feladását javasolja.
1900–1902. A MÁK Nagygyeháza térségében három eredménytelen fúrást mélyít, egy fúrás szénpalát harántolt.
1902–1905. A MÁK további négy fúrása eredménytelen.
1905. Ranzinger, Jex és Taeger H. a Csordakút-Mány-Nagygyeháza kutatási területet improduktívnak nyilvánítja.
1920. VITÁLIS I. javasolja a Salgó Rt.-nek Csordakút, Kis- és Nagynémetgyeháza térségére szénjog megszerzését.
1920. Salgó Rt. 30 évre szóló szénkutatási és kiaknázási szerződést köt HOFFMAN E.-vel.
1921–1922. Salgó Rt. Mány határában eredménytelen fúrást mélyít.
1923. Salgó Rt. Csapdi területén eredménytelen.
1924. VITÁLIS I. Bicske község területére szénkutatást javasolt. VITÁLIS I. javasolja a Bicskétől Csordakút, Héregtarján felé húzódó paleogén teknő kutatását. Salgó Rt. Nagygyeháza II. sz. fúrása a felsőtelep alatt három telepben 7,6 m vastag szenet harántolt. Az alaphegységben az öblítővíz elszökött.
1926. 02. 06. Elkészült a Nagygyeháza gróf Bethlen-akna tervtanulmánya.
1926. 04. 26. Hatfős szakértő bizottság elfogadta SCHMIDT J. bányanyitási és vízvédelmi koncepcióját.
1926. 04. 29. HOFFMAN R. írásban nyilvánít különvéleményt.

1927. Böck H., VITÁLIS I. a terület produktivitásáról és vízveszélyességéről bejárásos szakvéleményt készít.
1928. Salgó Rt. a szénjogot eladja a MÁK Rt.-nek.
1940–1942. MÁK Nagygyeháza térségében 13 fúrást mélyített, amelyekből nyolc produktív volt.

1.3. Az eocén szénkutatás utolsó fellángolása

1948. VITÁLIS I. publikációja a „Németgyeháza-, Csordakút-Pusztá terület alatt felkutatott fényes barnaszén” c. tanulmány
1945–1950. SÓLYOM F. tatabányai főgeológus földtani térképet készít a térségről.
1951–1952. Tatabányai Szénbányák a Csordakúti-medence É-i kiterjedését kutatja, 12 fúrásból 7 meddő, 5 vékony szénzsinórokat harántolt.
1955. MT határozott az Országos Ásványvagyon Bizottság felállításáról.
1955. MT határozat az Országos Földtani Főigazgatóság megszervezéséről.
1958–1960. Az OFF 7 db perspektivikus fúrást mélyített a korábbi nagygyeházai fúrások ellenőrzésére.
1961. A Nagygyeházai-medence környékének összefoglaló földtani jelentése és barnaszén készlet számítása (felderítő fázis OFKFV). Csordakút, Mány felderítő és Bicske, Zsámbék, Héregtarján kutatási terve. Tatabányai Szénbányák.
1962. OAB elfogadja a nagygyeházai kutatási jelentést, a részletes kutatást indokoltnak tartja, 7 db hidrogeológiai főcélú fúrás mélyítését írja elő.
1962–1965. A nagygyeházai részletes kutatás során 86 db kutatófúrást mélyítettek le. 1966. Kutatási zárójelentés a nagygyeházai barnaszén területéről. OFKFV. Tájékoztató jelentés és kiértékelés a Csordakút-Mány kutatási terület 1965. évi felderítő kutatási munkáiról. OFKFV. A Bicske-Zsámbék és Héregtarján terület felderítő kutatási terve. MÁFI.
1967. Földtani kutatási jelentés a csordakúti barnaszén összletről. OFKFV Dunántúli-középhegység karsztvíz megfigyelő-hálózata tervezet. VITUKI (1970-ig 80 db fúrás).
1968. Befejeződik a mányi előzetes kutatás.
1971. A Nagygyeházai-medence kiegészítő hidrogeológiai kutatásának terve. Tatabányai Szénbányák.
1971. Első részletes, teljes körű nagygyeházai ásványvagyon gazdálkodási tanulmány. Aktív víztelenítési javaslat. ALUTERV.
1971. BÁTI beruházási javaslat Nagygyeháza-Csordakút területén a kevésbé vízveszélyes terület leművelésére. OMFB megtárgyalja a Komárom megyei komplex iparmű létesítésére vonatkozó tatabányai javaslatot. Lemélyítik a kulcsfontosságú M50, M51, M52 számú hidrogeológiai célú fúrásokat, átfúrják a dolomittörmeléken fekűt.

1.4. A karsztvízszint alatti bányászkodás bezárásához vezető út

1972. ALUTERV beruházási javaslat Nagygyeháza aktív vízvédellel, külszínről mélyített aknafúrásokkal való vízvédellel. Elkezdődik a csordakúti bányatelepítés külszíni előkészítése. A szénhidrogének az ország energiafogyasztásának mintegy 50%-át fedezik, a szénfelhasználás gyors ütemben csökken. NIM. Folyamatban van a bükkábrányi erőmű és külfejtés beruházási javaslatának előkészítése. NIM. A széntermelő aknaüzemek száma évek alatt 126-ról 59-re csökken a bányabezárások következtében. NIM. Az energiaszerkezet átalakulásával összhangban a széntermelés folyamatosan csökken. Az MSZMP Gazdaságpolitikai Osztálya javasolja a földgáz erőművi felhasználásának korlátozását és készletre való termelést.
1973. 09. SZEKÉR Gy. nehézipari miniszter előterjesztése az MSZMP Gazdaságpolitikai Bizottsághoz. A népgazdaság energia helyzete különös tekintettel a szénbányászat gazdasági és szerkezeti stabilitásának kérdéseiről. Javaslat Budapesten szerveződő Szénbányászati Tröszttről.
1973. 09. 20. NÉMETH J. észrevételezi a GB előterjesztést, a Tröszt létrehozását vidéki telephellyel javasolja.
1973. 10. 14. HAVASI F. Komárom megyei első titkár a Tröszt Tatabányára való telepítését javasolja.
1973. 10. 19. HAVASI F. első titkár Menyhárt L. NIM miniszterhelyettes tárgyalási emlékeztetője szerint a Tröszt tatabányai elhelyezése biztosított.
1973. Vállalati költségből lejtakna-párt telepítenek és megkezdik a széntermelést Nagygyeházán.
1974. 03. Az OT előterjesztést nyújt be a GB-nek „Az V. ötéves népgazdasági terv iparpolitikájának főbb vonatkozásai” címmel.
1974. 05. OT „Tájékoztató az V. ötéves népgazdasági terv kidolgozásának irányelveivel kapcsolatos elgondolásokról a tervezőmunka jelenlegi állása alapján”. Szorgalmazza a hazai szénvagyon erőművi célokra való hasznosítását. Megkezdtek a bükkábrányi lignitbánya előkészítését.
1974. 09. A Szénbányászati Tröszt tanulmánya; a hazai széntermelés legnagyobb fejlesztése adja a legkiemelkedőbb népgazdasági eredményt.
1974. 10. 04. HAVASI F. írásban hőerőmű építését javasolja.
1974. 12. 30. SZEKÉR Gy. tájékoztatja az OTB-t a geológiai kutatások helyzetéről.
1974. Új szénbázisú hőerőművek építésének a lehetősége. BÁTI tanulmány. Javaslat a Nagygyeháza–Csordakút–Mány kutatási területen további hidrogeológiai kutatásokra. Tatabányai Szénbányák. Jelentés Nagygyeháza–Csordakút hidrogeológiai kutatás jelenlegi állásáról. Tatabányai Szénbányák.
1975. 05. SZEKÉR Gy. GB előterjesztése a Dunántúli Gyűjtőerőművet a reális célok között megnevezi.
1975. 05. 13. A GB megtárgyalta az energetikai programot. A Komáromi Gyűjtőerőmű és a Bükkábrányi Erőmű létesítési sorrendjében nem döntött.
1975. 09. NIM, OT előterjesztés a GB-hez „A népgazdaság távlati energetikai fejlesztésének irányelvei” szerint az V. ötéves terv elején meg kell kezdeni a Márkushegy, Nagygyeháza új bányák létesítését, amelyek a Dunántúli Gyűjtőerőmű ellátását is szolgálják.
1975. Értékelő tanulmány a dunántúli eocén bányák vízföldtani helyzetéről. Magyarhoni Földtani Társulat Szakértő Bizottsága. BKI jelentés a dunántúli barnaszénre telepítendő bányák hidrogeológiai viszonyainak értékelése és a víz elleni védekezés optimális módszerének és berendezéseinek meghatározása. Tanulmány a dolomitban hajtott vízvágatokban végzett előzetes feszültségmentesítésről. BÁTI. Alapozó tanulmány dolomitban hajtott vízvágatokból végzett előzetes feszültségmentesítő csapolással. ALUTERV. Tatabányai Szénbányák ALUTERV-vel azonos elvi alapon készített feltérési vázlata, figyelemmel a Dunántúli gyűjtőerőmű tervezett helyére. Nehézipari Műszaki Egyetem telepítési koncepciója Nagygyeháza, Mány barnaszén és bauxit előfordulás feltérására, két telepítési változatban, termelő rendszertől független vízaknával.
1975. 09. 15. NIM Energetikai Hatóság V. ülésén javaslat hangzik el szovjet segítség igénybevételére.
1975. 10. 21. Lázár–Koszigin megállapodás négy új bánya és egy hőerőmű építésében való műszaki-technikai együttműködésről.
1975. 10. 28. SIMON P. nehézipari és Bratcsenko szovjet szénbányászati miniszter megbeszélése a miniszterelnökök megállapodásával kapcsolatos tennivalókról.
1975. Az ÁTB 5004/1975 határozata figyelemmel az 1976–1990 között várható energia igényekre. A dorogi kísérleti karsztvízszint süllyesztés kérdésének vizsgálata. OMFB koncepció tervezet. A bányászattal felszínre hozott vízmennyiség jobb gazdálkodási lehetőségének vizsgálata. OMFB koncepció. A Nagygyeháza–Csordakút–Mány kutatási terület szénfekü összetételen végzett vízföldtani vizsgálatok. ELTE.
1976. 01. 14. SIMON P. tájékoztatja SZEKÉR Gy.-t a tett intézkedésekről, szovjet szakértők Magyarországra küldéséről.
1976. A Nagygyeházai szén, bauxit és vízföldtani kutatás összefoglaló földtani jelentése. (BKI 3 kötet). Északkelet-dunántúli térség komplex vízgazdálkodási vizsgálata. OVH Vízkészletgazdálkodási Központ (OVH állásfoglalásnak tekintett anyag). A Dunántúli-középhegység vízföldtani adottságainak értékelése a működő és barnaszénre telepítendő bányák vízelvonásából származó környezeti hatások vizsgálata. BKI–VITUKI. ÁTB jóváhagyta a Lencsehegy II. bányauzem fejlesztési célját. ÁTB jóváhagyta a Mányi Bányauzem fejlesztési célját. Elkészült a mányi beruházási javaslat. Az ÁTV nem hagyta jóvá. Bányaterv telepítési vázlata, vízaknákkal Mányra. A mélyművelésű eocén bányák és azok termelését felhasználó Dunántúli gyűjtőerőmű fejlesztési célja. BÁTI tanulmány. MT határozat arról, hogy a Bicskei Hőerőmű és a kapcsolódó bányauzemek létesítése előzze meg a bükkábrányi fejlesztést. ÁTB 5071/76 sz. határozata a Bicskei Hőerőmű és a kapcsolódó bányák fejlesztési céljáról.

1976. A budapesti karsztvíz hasznosítások vízgazdálkodási vizsgálata különös tekintettel az Északkelet-dunántúli térség tervezett bányászati vízelérésére. VGI tanulmány. OÁB állásfoglalás a nagygyeházai szén-, bauxit- és vízföldtani kutatások összefoglaló értékeléséről, az ásványvagyon megkutatottak nyilvánította. A Nagygyeháza szén-, bauxit- és vízföldtani kutatások összefoglaló értékelése. Tatabányai Szénbányák.
1977. A Bicskei Hőerőmű I. ütem beruházási javaslatának tárcaközi egyeztetése sikertelen. Módosítják a Lencsehegy II. beruházást, 34% erőművi szén mellett minőségi fogyasztói célú termelést irányoztak elő. Az eocén-program megvalósításának bányavízvédelmi és vízgazdálkodási kérdései. BKI tanulmány. Nagygyeházai beruházás megvalósítása elkezdődik. BREINICH M. és KAPOLYI L. megállapodást írt alá a budapesti hévízmegfigyelő rendszer kiépítéséről. SIMON P. NIM miniszter és GERGELY I. OVH államtitkár vízgazdálkodási megállapodásban rögzíti a bányavíz felhasználást és a térség vízelési limitjét 230 m³/percben rögzítették. A mányi kutatási terület összefoglaló zárójelentése. BKI, ELTE, OFKfV, Tatabányai Szénbányák, Bauxitkutató. A Bicskei Gyűjtő Erőművet kiszolgáló bányák vízelésének hatását megfigyelő hálózat bővítése és költségirányzata (felszínalatti vizek). VGI tanulmány.
1978. Mányi Szénmedence felderítő bauxitkutatási jelentése. Bauxitkutató V. Kutatási jelentés a mányi kutatási terület bauxit előfordulásainak részletes fázisáról. Zárójelentés BKI.
1978. Mányi elő- és felderítő bauxitkutatási zárójelentés. Vízföldtan. Bauxitkutató. MSZMP Politikai Bizottsága megtárgyalta és jóváhagyta az energiapolitikai irányelveket.
1979. Az ÁTB 5029/79 határozatával engedélyezte a mányi lejtősakna kihajtásának megkezdését. Az ÁTB módosította a hőerőmű és a bányák fejlesztési célját. Az ÁTB a VI. Ötéves Terv erőmű építési programjára vonatkozó előterjesztést napirendre készült tűzni. Az előterjesztés „a koncepcionális kérdéseket érintő vita következtében az erőmű építési program végrehajtása a Bicskei Hőerőmű létesítésére vonatkozó korábbi állami döntések végrehajtására nem volt lehetőség”. K0085/E/1979 sz. energiagazdálkodási kormányprogram. OT, NIM.
1980. Az ÁTB a mányi beruházás szüneteltetését rendelte el. A Lencsehegy II. beruházási javaslatot módosítják, teljes egészében lakossági célú széntermelésre. Az OT Lencsehegy II.-t az állami nagyberuházások sorából törölte. Az MT megvitatta az 1978. évi energetikai irányelveket és a program végrehajtásáról döntött.
1981. Az ÁTB 5001/1981 sz., az 5071/1976 sz. és az 5029/1979 sz. határozatának a Bicskei Hőerőműre vonatkozó részeit hatályon kívül helyezte és a kivitelezést leállította. Lencsehegy II. vállalati beruházásként folytatódik. Minisztériumi döntés a mányi bányauzem I-es ütemének megvalósításáról. Nagygyeházán az üzemszerű széntermelés megkezdődik. GB határozat az energiaprogram gyorsítására.
1983. A Paksi Atomerőmű megkezdte termelését.
1985. Az ÁTB hozzájárul a mányi fejlesztési előirányzatok megemeléséhez. Aprószen mosó céljából.
1985. A mányi beruházás 85%-ban megvalósul. A széntermelés indul. ALUTERV-FKI a karsztvíz visszasajtolás lehetőségének és hatásának vizsgálata.
1986. ÁTB határozat arról, hogy a Lencsehegy II. beruházás megvalósítását az Állami Fejlesztési Bank finanszírozza. Elkészül a csordakúti komplex kutatási zárójelentés.
1987. A pénzügyminiszter a Tatabányai Szénbányáknál állami szanalási eljárás lefolytatását rendelte el. Tájékoztató az országgyűlési képviselők bányászati és energetikai szekciója részére. Bányászati Egyesülés, JENEI Sz. Elkészült a Mány-Kelet, Zsámbék komplex kutatás zárójelentése.
1988. Tájékoztató az eocén-program keretében létesített széntermelő kapacitások helyzetéről. Az országgyűlés ipari bizottsága ad-hoc bizottságának állásfoglalása, egyetértett az eocén bányák visszafejlesztésével. KVM szakértő bizottsága bányavízvédelmi felülvizsgálatot tart.
1989. A KVM és az Egészségügyi Minisztérium közös szakértő bizottsága javaslatot tesz az ÁTB-nek a vízelés lehetőségének erőteljes csökkentéséről.
1990. A térségre vonatkozó vízelési limitet 160 m³/percre csökkentették, ezen belül a bányászatnak 26 m³/perc jutott.
1992. Előterjesztés a kormány részéről a szénbányászat szervezeti irányítási és tulajdonosi rendszerének átalakításáról. SZABÓ I. miniszter.

Dokumentumok jegyzéke

1. *dokumentum*. Leporellószerűen összehajtható német nyelvű fúráshegy-térkép. Kéksínű másolat a Vitális hagyatékban.
2. *dokumentum*. Másolatrészlet a Vitális hagyatékban lévő eredeti kéziratból (1920). Vitális I. javaslata a szénjog megszerzésére.
3. *dokumentum*. Másolatrészlet a Vitális hagyatékban lévő eredeti kéziratból (1924). Vitális I. pozitív véleménye a Bicske határában fellelhető széntelepről.
4. *dokumentum*. Címlapmásolat a Vitális hagyatékban lévő eredeti „A nagynémetgyeházai gróf Bethlen-akna tervezete” kéksínű keménykötésű borítójáról (1926).
5. *dokumentum*. Másolat a gróf Bethlen-akna elektropneumatikus aknakiszolgálásának eredeti tervezetéről (1926).
6. *dokumentum*. A nagygyeházi medence földtani körülményeit jellemző fúráshegy térkép földtani szelvényvel az 1977. évi összefoglaló jelentésből.
7. *dokumentum*. „A Dunántúli-középhegység észak-keleti térségének kiépített és tervezett vízszállítási rendszere” című térkép „Összefoglaló tájékoztató az eocén program bányáinak műszaki-gazdasági vizsgálatáról” című. 1988. májusi anyagból, amelyet az Országgyűlés ad-hoc Bizottsága készített.

8. *dokumentum*. Az eocén bányák vízjogi létesítési engedélye. Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság 1984.
9. *dokumentum*. Címlapmásolat az Országgyűlés ad-hoc Bizottsága döntés-előkészítő anyagáról 1988. május. Az eocén program kifejezés hivatalos használata.
10. *dokumentum*. Az Országgyűlés Ipari Bizottsága ad-hoc Bizottságának állásfoglalása 1988. november. Kicsinyített címlapmásolat.
11. *dokumentum*. Jelentés „A Komárom megyei komplex iparmű koncepció tervezete” című tanulmány tárgyában, részlet.
12. *dokumentum*. SZEKÉR Gy. 1973. évi 2 példányban készült előterjesztésének, eredeti címlapjának és határozati javaslatának (válogatott) másolata.
13. *dokumentum*. NÉMETH J. „Észrevételek a népgazdaság energetikai helyzetével és a szénbányászat problémáival foglalkozó GB előterjesztéshez.”. Részletek.
14. *dokumentum*. HAVASI F. levele PÁRDI I.-hez az MSZMP Központi Bizottság Gazdaságpolitikai Osztályára Komárom-megye érdekeinek védelmében. Az eredeti kézirat kicsinyített másolata.
15. *dokumentum*. Az Állami Tervbizottság a Bicskei Hőerőmű és bányák fejlesztési célját jóváhagyta. Címlap kicsinyített másolata.
16. *dokumentum*. Az ÁTB 1979-ben módosította a Bicskei Erőmű és a mélyművelésű eocén bányák fejlesztési tervét. Meghívó másolat az ÁTB vonatkozó ülésére. Kicsinyített másolat.
17. *dokumentum*. Villamos energia igény prognózisok, az Országgyűlés ad-hoc Bizottságának előkészítő anyagából. (6. sz. mellékletből) Kicsinyített másolat.
11. HOFFMAN R.: Jelentés a nagynémetegyházi szénterület vízveszélyességéről. 1926.
12. FALLER J.: Jelentés „a Gróf Esterházy leánytestvérek bírtok-, ill. szénterületéről. 1926.
13. VITÁLIS I.: Jelentés Oroszlány reménybeli területeiről. 1926.
14. BÖCK H.: Jelentés a Salgótarjáni Szénbánya Részvénytársulatnak átnézetes megvizsgálódásáról. Fordítás angol eredetiből. 1927.

A Magyar Földtani Szolgálat adattárából

15. VENKOVITS I.: Jelentés a Tatabánya akna hidrológiai és geológiai viszonyairól. 1948.
16. SÓLYOM F.: Jelentés Tatabánya vízellátásáról. 1949.
17. 2204/1955 (IX. 10) MT határozat az OÁB felállításáról és tagjainak kinevezéséről. 1955.
18. LANDESZ I.: A nagygyeházi medence és környékének összefoglaló földtani jelentése és barnaszén készletei, 1961. december 1. állapot. 1961.
19. GIDAI L.: A Bicske–Zsámbék és a Héreg-tarjáni terület felderítő kutatási terve. Jegyzőkönyv az OAB üléséről. 1966.
20. LÁNG J.: Tájékoztató jelentés és értékelés a Csordakút–Mány kutatási terület 1965. évi felderítő kutatási munkáiról. 1966.
21. NÉMEDI V.Z.: OFKFB, Komló: Kutatási zárójelentés a nagygyeházi barnaszén területéről. Részletes kutatási fázis. 1966.
22. OFKFB, Tatabánya: A nagygyeházi medence kiegészítő hidrogeológiai kutatási terve. 1971.
23. GERBER P.: Javaslat Nagygyeháza–Csordakút–Mány kutatási területek további hidrogeológiai kutatására. 1974.
24. GERBER P.: Jelentés a Nagygyeháza–Csordakút hidrogeológiai kutatás jelenlegi állásáról. 1974.
25. dr. HORVÁTH L.: A mányi terület kutatási jelentésének bányászati szakértői véleményezése. 1974.
26. dr. VÉGH S.-né: Jelentés a Nagygyeháza–Csordakút–Mány kutatási terület szénfekvő összleten végzett vizsgálatokról. 1974/75.
27. OMFB: A bányászattal felszínre hozott vízmennyiség gazdasági lehetőségeinek vizsgálata. Melléklet: a dorogi kísérleti karsztvízszint süllyesztés kérdéseinek vizsgálata. Koncepció tervezet. 1975.
28. Nyitó értekezlet jegyzőkönyv. Tárgy: A nagygyeházi szén és bauxit és vízföldtani kutatások összefoglaló földtani jelentéséről. 1975.
29. SZILÁGYI G.–ALFÖLDI L.: Kutatási jelentés. A Dunántúli Középhegység vízföldtani adottságainak értékelése a működő és barnaszénre telepítendő bányák vízelvonása. Környezeti hatások vizsgálata. 1976.
30. JÁKI R.: A nagygyeházi medence vízföldtani viszonyainak vizsgálata. 1976.
31. Nagygyeháza szén-bauxit- és vízföldtani kutatások összefoglaló értékelése. 1976.
32. ALTNÖDER A.–Izsó K.: A Bicskei Gyűjtőerőművet kiszolgáló bányák vízemelésének hatását észlelő hálózat bővítése (felszín alatti vizek) és költségelőirányzat. 1977.
33. SIMON K. – OMFB: A bányászattal felszínre hozott vízmennyiség jobb gazdálkodási lehetőségének vizsgálata. 1976.

1. fejezet írásához felhasznált kéziratok

Vitális hagyatékból (az MFSZ adattárában)

1. Bohrlocke Terzeihness in tortischer – Revier. 1898.
2. RÓTH F.: Jelentés a tatai szénbányászatról. 1904.
3. TOBORFFY G.: Geológiai szakvélemény a Fehér megyei Vértessacska község határába tervezett szénkutatás és mélyfúrások ügyében. 1918.
4. VITÁLIS I.: Jelentés a HOFFMAN-féle németegyházi területen tervezett kutatásokról. 1923.
5. VITÁLIS I.: Jelentés a Komárom megyei Tarján község szénterületéről. 1924.
6. VITÁLIS I.: Jelentés Bicske község esetleges szénelőfordulásáról. 1924.
7. VITÁLIS I.: Jelentés Grünfeld Jenő Kossuth és Kútvölgy és Darányi Ignác Belizöldes tanyájának reménybeli szénelőfordulásáról. 1924.
8. VITÁLIS I.: Jelentés a Vértessolnaki tardosi eocén medencéről. 1924.
9. SCHMIDT J.: Nagynémetegyháza, Bethlen-akna tervezete. 1926.
10. RÓTH F.–HOFFMAN R.–SCHMIDT J.–SCHMIDT S.–FALLER J.–NÉMETH E. jegyzőkönyv Nagynémetegyházára küldött műszaki bizottság tárgyalásáról. 1926.

34. TÓTH M.–BARABÁS A.: Az Országos Ásványvagyon Bizottság állásfoglalása a nagygyűházi szén-bauxit- és vízföldtani kutatások összefoglaló értékeléséről. 1976.
35. SIMON P.–GERGELY I.: Megállapodás a mélyművelésű eocén, szén és bauxit-bányászat, valamint a Bicskei Hőerőmű térségében létesítendő vízgazdálkodási beruházások megvalósításának műszaki, gazdasági alapjairól. 1977.
36. NIM, KFH.: Állásfoglalás tervezet a Rák-hegyi regionális vízmű vízkészletének szétosztási problémái című előterjesztéshez. 1977.
37. SCHMIEDER A.–SZILÁGYI G.–KESERŐ ZS.–GESZLER Ö.: Az eocén-program megvalósításának bányavízvédelmi és vízgazdálkodási kérdései. 1977.
38. BEKE I.: Az eocén szénbányák és a Bicskei Hőerőmű vízgazdálkodási kérdései. 1977.
39. LÉVAI T.–ÁDÁM O.: Az eocén bányák vízemelésének hatását észlelő és értékelő rendszer létesítéséről szóló állásfoglalás tervei.
40. Bauxit b.v. BKI–ELTE–OFKV–Tatabányai Sz.b.: A mányi kutatási terület összefoglaló földtani zárójelentése. Részletes kutatás. 1977.
41. BREINICH M.–KAPOLYI L.: Állásfoglalás az eocén bányák vízemelésének hatását észlelő hálózat és értékelő rendszer kialakításáról. 1977.
42. Országos Bányavíz Bizottság évi munkaterve. 1977.
43. SZANTNER F.: A mányi szénmedence elő- és felderítő bauxit kutatási jelentése. 1978.
44. WILLEMS T.–SZILÁGYI G.–GESZLER Ö.: Kutatási jelentés. Mány kutatási terület bauxitelőfordulásának részletes fázisú vízföldtani zárójelentése. 1978.
45. LIEBE P.: Az eocén-program és a bauxitbányászat vízgazdálkodási hatását figyelemmel kíséző megfigyelő hálózat egységes rendszerének megtervezése. 1979.
46. Bauxit: Jelentés a Csordakút II, IV. és V., a bauxitlep komplex, részletes és a csordakúti bányauzem műszaki határain belül eső bauxitlepeinek felderítő kutatásáról. 1986.
47. PETRÁSSY M.: Az eocén bányák tervezett és tényleges eredményeinek összefoglaló kiértékelése. 1987.
48. dr. SZABÓ N.: A magyar szénkutatás és szénbányászat története különös tekintettel az eocén-programra. 1992.
49. VIZY B.: Bauxitkutatás és- letermelés története. 1992.

*SCHMIEDER-féle hagyatékából
(az MFSZ adattárában)*

50. ILLYÉS GY.–FALLER G.–KAPOLYI L.–KESZLER H.–POHL K.–SCHMIEDER A.–TÓTH J.–SZAKVÁRI I.: A karsztvíz-nívó süllyesztéssel összefüggő Tata–dorogi szénbányászat feltételének vizsgálata. OMFB elemző tanulmány, 1973. május.
51. A bányászattal felszínre hozott vízmennyiség jobb gazdasági lehetőségeinek vizsgálata, sokszerzős OMFB tanulmány, 1974.
52. A dunántúli-bányászat karsztvízszint süllyesztés és termálvízellátás kérdése. OMFB tízszerzős tanulmány, 1977. október.

53. Javaslat a karsztvízszint elleni instantán védekezés bevezetését célzó kutató-fejlesztő munkára. BKI tanulmány, 1978. Húsz N., Dr. SCHMIEDER A.
54. Bizottsági vélemény a Komárom megyei Pártbizottság tervezetéről, az MTA elnökének felkérésére, a Kémiai Tudományok Osztályának vezetésével létrehozott komplex bizottság véleményéről. SZENDI K. akadémikus elnök, 1974. december 19.

Az Országos Levéltárból

55. SEBESTYÉN J.–SZEKÉR GY.: Levél Nyers Rezsőnek az MSZMP KB titkárának Gál István, Komárom megye küldöttének a X. pártkongresszuson a barnaszenek komplex hasznosításának lehetőségéről felvetett javaslatról. 1971.
56. OMFB–NIM: Jelentés „A Komárom megyei komplex iparmű koncepció tervezete” c. tanulmány tárgyában. 1972.
57. MSZMP, KLÉZL R.: Tájékoztató a szénbányászatban kialakult helyzetről. 1972.
58. SZMP, KLÉZL R.: Emlékeztető a Szénbányászati Tröszt vidéki telepítésével kapcsolatos megbeszélésről. 1973.
59. SZMP, NÉMETH J.: Észrevételek a népgazdaság energetikai helyzetéről és a szénbányászat problémáival foglalkozó GPB előterjesztéséhez. 1973.
60. Nehézipari Minisztérium, SZEKÉR GY.: Előterjesztés a GPB részére. Tárgy: a népgazdaság energetikai helyzete, különös tekintettel a szénbányászat gazdasági és szervezeti stabilitásának kérdéseire, valamint javaslat az energiagazdálkodás irányítási rendszerének korszerűsítésére. 1973.
61. Tatabányai Szénbányák – GÁL I.: Levél, NÉMETHI J., MSZP Gazdaságpolitikai Osztály. 1973.
62. Magyar Szénbányászati Tröszt: A hazai szénvagyon igénybevételeének gazdaságossága a hosszú távú energia ellátásban. 1977.
63. MSZMP – HAVASI F. megyei első titkár levele PÁRDI I.-nek MSZMP Központi Bizottság Gazdaságpolitikai osztály, 1974. október 9.
64. MSZMP – KLÉZL R.: Feljegyzés PÁRDI et-nek a Komárom megyei PB javaslatával. 1974, november 14.
65. MSZMP – PÁRDI I.: Válaszlevél HAVASI et.-nak a bányas és erőmű-telepítés ügyében. 1974. november 25.
66. MSZMP: Mellékletek „Az 1968. évi energiapolitikai koncepció végrehajtásának tapasztalatai és az energiagazdálkodás időszerű feladatai” tárgyú GPB előterjesztéséhez. Az energiatermelő ágazatok jellemzése. 1975.
67. LÁZÁR GY. és KOSZIGIN A. miniszterelnök megbeszéléséről szóló jegyzőkönyv a szovjet-magyar technikai együttműködésről. 1975. Moszkva. Orosz nyelvű. b pont: 4 db 7,8 millió tonna termelésű szénbánya és egy 1500 MW teljesítményű hőerőmű építéséről.
68. SIMON P. 1975. évi jelentése a szovjet-magyar együttműködésről. (Szigorúan titkos tájékoztató) Aknamélyítési szakértők és fúróbrigádok hazai

- közreműködésével kapcsolatos, minisztériumok közötti megállapodásról.
69. Nehézipari Minisztérium: Előterjesztés az Állami Tervbizottság részére. Tárgy: a VI. ötéves terv erőépítési programja. 1979.
 70. Nehézipari Minisztérium: Előterjesztés az Állami Tervbizottság részére. Tárgy: Bicskei Hőerőmű és mélyművelésű eocén szénbányák fejlesztési célja egyes adatainak módosítása. 1979. május.
 71. MSZMP – PATYI K.: Feljegyzés a Bicskei Hőerőmű és mélyművelésű eocén szénbányák fejlesztési célja egyes adatainak módosítása tárgyában az Állami Tervbizottság részére készített előterjesztésről. 1979. május 31.
 72. MSZMP – PATYI K.: Feljegyzés a VI. ötéves terv erőmű-építési, valamint a Bicskei Hőerőmű és mélyművelésű eocén szénbányászat fejlesztési célja főbb adatainak módosítás/tárgyú Állami Tervbizottsági előterjesztésekről. 1979. június 4.
 73. Országos Tervhivatal: Összefoglaló az energetika területén a Nehézipari Minisztérium és az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság által kidolgozott műszaki-gazdasági koncepciókról. 1979. augusztus.
 74. Országos Tervhivatal: Előterjesztés az Állami Tervbizottsághoz. Tárgy: Javaslat természeti kincseink és nyersanyagaink hatékony hasznosítására. 1979. február.
 75. NIM: Előterjesztés az Állami Tervbizottság részére. Tárgy: A VI. ötéves terv erőmű-építési programja. 1979.
 76. Állami Tervbizottság: NIM 0020/2/1979 előterjesztés az ATB részére. Tárgy: Bicskei Hőerőmű és mély fekvésű eocén szénbányák fejlesztési célja egyes feladatainak megvalósítására. 1979.
 77. Állami Tervbizottság: a.) Jelentés az 1978. évi népgazdasági terv végrehajtásáról. b.) Javaslat az 1979. évi népgazdasági terv végrehajtásával összefüggő kormányzati teendőkről. 1979.
 78. Országos Tervhivatal: Javaslat természeti kincseink és nyersanyagaink hatékony hasznosítására. 1979.
 84. Kutatási program-tervezet a Nagygyeháza–Csordakút–Mány-i eocén terület vagyonának komplex hasznosításához. 1970.
 85. ALFÖLDI L.: A tervezett nagygyeházai víztelenítés várható hatása a budapesti hévizekre. 1971.
 86. Tatabányai Szénbányák: Vállalkozási szerződés. Tatabányai energetikai szénbányászat tervezett komplex ásvány vagyongazdálkodás, a vonatkozó műszaki gazdasági vizsgálatok tanulmányterve. 1971.
 87. ALFÖLDI L.: Az eocén szénbányászat víztelenítésének vízföldtani kérdései. 1971.
 88. BARDÓCZ B.: A Délnyugat-Dunántúli Medencerész (Ia. Zalai Kutatási Tájéegység és Ib. Dráva-völgyi Kutatási Tájéegység) előkutatási programja. 1973.
 89. Tatabányai Szénbányák: Vállalkozási szerződés 6/B melléklet. Nagygyeháza, Csordakút, Mányi bauxitkutatási terv 1973. júniusában tárgyalva. 1971–73.
 90. SOLYOS M.: Feljegyzés Pohl K. igazgató részére. A nagygyeházai bányatervezés előzményei. 1973.
 91. VÉGH S.-né-NÉMETH E.: Előzetes szakvélemény Nagygyeháza, Csordakút, Mány területeinek szén- és bauxit előfordulásaival. 1973.
 92. Magyar Szénbányászati Tröszt: A hazai szénvagon igénybevételének gazdaságossága a hosszútávú energia ellátásban. 1974.
 93. Szerző nélkül: Emlékeztető 1975. szeptember 11–19. között Magyarországon tartózkodó szovjet delegáció tatabányai konzultációjáról. 1975.
 94. Szerző nélkül: A magyar szénbányászat helyzete és problémái. 1979.
 95. NIM, SIMON P.: Kiegészítés a „Bicskei Hőerőmű és mélyművelésű eocén szénbányák fejlesztési célja egyes adatainak módosítása” tárgyú előterjesztéshez. 1979.
 96. ALFÖLDI L.: Szakbírálat. Gerecse DK-i előterének kutatási jelentése hidrogeológiai megállapításairól. 1983.
 97. VITUKI. Szén- és bauxitbányászat vízgazdálkodási hatásai a DKH térségében, különös tekintettel a Hévízi-tóra és a budapesti hévforrásokra. T.sz.: 7611/1.23.
 98. ALFÖLDI L.: Szakmai vélemény a „Jelentés a Nagygyeházai medence bauxitkutatásáról és a készletszámítás eredményeiről” című ALUTERV FKI 1986. összeállítás hidrogeológiai vonatkozásáról. 1986.
 99. ALFÖLDI L.: Szakmai bírálat a „Csordakút II–IV., V. bauxitlep és körzetük komplex értékelése, valamint a Csordakút bánya bányaműszaki határain belül eső terület felderítő szintű értékelése” című jelentés hidrogeológiai fejezetéről. 1986.
 100. Szerző nélkül: Emlékeztető. Az eocén bányák helyzetével kapcsolatos miniszteri beszámoltatásról és konzultációról. 1986.
 101. ALFÖLDI L.: Kiegészítő vélemény. Nagygyeháza, Mány, Csordakút hidrogeológiai viszonyairól, különös tekintettel a nagygyeházai 1987. február 11-én bekövetkezett vízbetörésről. 1987.
 102. KBFI: Az eocén bányák tervezett és tényleges eredményeinek összefoglaló kiértékelése. 1987.

A Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság irattárából

79. Az eocén bányák bányavíz kiemelésének vízjogi engedélye.

Magán irattárakból

80. ALFÖLDI L.: A népligeti kutató fúrás indoklása. 1963.
81. ZÁMBÓ J.: Összefoglalás. A Nagygyeháza–mányi terület ásványvagyonának komplex hasznosítási kérdéseinek belül jelen tanulmányban a szénvagon meghatározásáról és vízveszély kérdéséről.
82. ALFÖLDI L.: Az eocén szénbányászat víztelenítésének vízföldtani kérdései. 1964.
83. ALFÖLDI L.: A népligeti hévízkutató fúrás eredményeinek összefoglaló értékelése. 1967.

103. KBFI eocén bányászati-vízjogi létesítési engedélyezés dokumentáció. (KFBI. TSZV. DSZV., ALUTERV. FKI. 1983–1984).
104. SCHMIEDER A.: Tájékoztató az OVB Bányavíz Szakbizottsága részére. A Dunántúli-középhegység térségében folyó szén- és ércbányászattal kapcsolatos legfontosabb bányavíz problémákról. 1987.
105. Ipari Miniszter: A népgazdaság energiaszükséglete, nyers- és alapanyagigénye. Alternatív szükséglet prognózisok és ellátási stratégiák az ezredfordulóra és 2010-ig. 1987.
106. ALFÖLDI L.–SCHMIEDER A.: Észrevételek a Móri-árok-tól K-re fekvő térség vízgazdálkodási-bányavíz-védelmi felülvizsgálatához. 1988.
107. KAPOLYI L.: Tájékoztató NÉMETH M., a Magyar Szocialista Munkáspárt Központi Bizottságának titkára részére. 1988.
108. Szerző nélkül: Tájékoztató az eocén-program keretében létesített széntermelő kapacitások helyzetéről. Az Országgyűlés Ipari Bizottsága ad-hoc Bizottsága részére. 1988.
109. Szerző nélkül: Az Országgyűlés Ipari ad-hoc Bizottságának állásfoglalása. Tájékoztató az eocén-program keretében létesített széntermelő kapacitások helyzetéről az országgyűlés Ipari Bizottsága ad-hoc Bizottságának állásfoglalása. 1988.
110. Reprezentatív tájékoztató az eocén-program bányáinak, műszaki–gazdasági vizsgálatáról + függelék a tatabányai szénbányák gazdálkodása.
111. JENEI SZ. – Bányászati Egyesülés, igazgató: Tájékoztató az országgyűlési képviselők bányászati és energetikai szakága része. A szénbányászat problémái. 1989.
112. SZABÓ I.: Előterjesztés a Kormány részére. Tárgy: a szénbányászat szervezeti megújítása és tulajdonosi rendszerének átalakítása. 1992.
113. BÁRDOSY GY.–BÁRDOSY A.–VÍZI B.: A nyírádi aktív vízszinttűllesztés értékelése geomatematikai, geostatistikai módszerekkel. 1993.
114. KDT–VIZIG a DKH bányabezárások óta történt változások számbavétele, helyzetértékelés és a fő feladatok meghatározása. KDT–VIZIG Székesfehérvár. 1995.
- ALFÖLDI L. 1975. A szénbányászattal kapcsolatos karsztvíz kérdések. – VITUKI Tudományos Napok.
- ALFÖLDI L. 1979. Budapesti hévizek. – VITUKI Közlemények 20.
- ALFÖLDI L. 1981. A budapesti geotermikus áramlási rendszer modellje. – Hidrológiai Közlöny.
- ALFÖLDI L. 1982. A felszín alatti vízáramlások szerepe a vízkészletek megújítására. – MTA X. Osztályának Közleményei.
- ALFÖLDI L.–LORBERER Á. 1976. A karsztos hévizek háromdimenziós áramlásának a vizsgálata kútdatok alapján. – Hidrológiai Közlöny.
- ALFÖLDI L. 1982. A layered thermal water twing flow system Journal of Hydrology.
- ALIQUANDER E. 1966. A magyar bauxitbányák művelésének és művelésének fejlődése. – Hidrológiai Közlöny.
- ANDREICS J. 1896. A Salgótarjáni Kőszénbánya Rt. szénbányászatának rövid ismertetése. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- ARADI J. 1909. Az állami kőszénbányászat. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- BADINSZKY-BOHN P. 1969. A zuglói (Pascal) hévíz kutató fúrás. – Földtani Kutatás.
- BAGÓ F. 1948. Felső eocén (fornai) széntelepek felfedezése és bányászata a dorogi szénmedencében. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- BALÁZS D. 1963. A keveredési korrózió szerepe a karsztosodásban. – Hidrológiai Közlöny.
- BÁLDINÉ BEKE M. 2003. A magyarországi eocén transzgresziók ideje, a nannonplankton biosztratigráfiai és megnetosztratigráfiai eredmények együttes értékelése. – Földtani Közlöny.
- BALLA Z. 1988. A Kárpát-Pannon régió nagyszerkezeti képe a felső eocénban és a kép hatása a mezozoós Tethys rekonsztrukciókra. – Földtani Közlöny.
- BALOG A.–HAAS J. 1990. A váci Nagyszál Dachsteini Mészkövénének szedimentológiai jellegei és diagenezise. – Földtani Közlöny.
- BECKER F. 1974. Az eocén szénbányászat vízvédelmének kérdései a széntermelés perspektívájával összefüggésben. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- BÉLTEKY L.–GELLEI A.–LÁNG S. 1962. A Csepel II. sz. melegvízes kút. – Hidrológiai Közlöny.
- BENKŐ F. 1965. Az ásványi nyersanyag előfordulások gazdasági értékelése a földtani kutatás során. – Mérnök Továbbképző Intézet.
- BENKŐ K.–FODOR L. 2002. Csóvár környékének szerkezet földtana. – Hidrológiai Közlöny
- BIRCHER E. 1888. A magyar szénbányászat kezdetei az 1872. évi törvényhatósági jelentések tükrében. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- BOROS I.–KISS I. 1968. Karsztvízszint változásokat előrejelző elektromos modell. – Hidrológiai Közlöny.
- BÖCKER T. 1965. A nyírádi bauxitelfordulás vízföldtani viszonyai. – Hidrológiai Közlöny.
- BÖCKER T. 1972. A karsztvizek nyomásviszonyai természetes körülmények között. – Akadémiai Kiadó.
- BÖCKER T. 1976. Karsztvízszint-észlelés, értékelés. – Hidrológiai Közlöny.
- BÖCKER T.–HÓRISZTI GY. 1992. A Dunántúli-középhegység fő-karsztvízszintjének előrejelzése 1992–2010 közötti időszakra. – Hidrológiai Közlöny.

Az 1. és 2. fejezetben felhasznált irodalom

- AIBEL F. 1950. Újabb elgondolások a karsztvíz-kérdéssel kapcsolatosan. – Hidrológiai Közlöny.
- AIBEL F. 1952. Tanulmány a dorogi bányamező vízelzáró tömítő fúrásairól és vízbekötéseiről. – Hidrológiai Közlöny.
- AJTAY Z. 1952. A triász dolomit hidrológiai viszonyai. – Hidrológiai Közlöny.
- ALFÖLDI L. 1952. A Pilis-hegy földtani viszonyai. – ELTE geológus szakdolgozat.
- ALFÖLDI L. 1965. Budapesti hévízkutatás kérdései. – Vízügyi Közlemények.
- ALFÖLDI L. 1973. A budapesti hévizek és a Gerecse „aljai” barnaszén bányászat vízföldtani kapcsolatának kérdései. – Bányászati és Kohászati Lapok.

- CZIRÁKY J. 1954. A Hévízi-tó forráskráterének bűváros vizsgálata. – Hidrológiai Közlöny.
- CZIRÁKY J. 1957. A hévízi tómeder felmérése és változásának vizsgálata. – Hidrológiai Közlöny.
- CZIRÁKY J. 1957. Felszíni áramlásvizsgálatok a hévízi tavon. – Hidrológiai Közlöny.
- CZIRÁKY J. 1959. Hőmérsékletmérés a hévízi tavon. – Hidrológiai Közlöny.
- CZIRÁKY J.–HEGYESY L. 1968. A hévízi gyógyító és artézi kutak hévizeinek együttes vizsgálata. Hidrológiai Közlöny.
- CSANÁDY Z. 1929. Bányászatunk vízveszélyessége és a vízveszély elleni óvintézkedések. – Bányászati Kohászati Lapok.
- CSEPREGI A. 1989. A karsztos beszivárgás számítási módszereinek összehasonlítása a vízszint változások elemzése alapján. – Hidrológiai Közlöny.
- CSISZÁR I. 1994. 100 éves a tatabányai nagyüzemi szénbányászat. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- D. KMETTY J.–SOLYMÁR J. 1988. A dorogi bányászat vázlatos története és kiemelhető vízmennyiségei. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- DEÁK J. 1972. Izotóptechnikai módszerek alkalmazása a Tiszántúlon a talaj-, mélységi- és felszínvíz kapcsolatának vizsgálatára. – Beszámoló a VITUKI 1972. évi munkájáról.
- DOROGI K.–GLERITZKY I. 1988. Lencsehegy II. bányá-üzem, a dorogi bányászat jelene. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- EDELÉNYINÉ JOCHA E. 2002. Karsthydrogeology of the Transdanubian Range, Hungary Geological constraints and human impact on a unique karst reservoir. Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary
- EINCZINGER F. 1932. Esztergom melegforrásai. – Hidrológiai Közlöny.
- ESZTÓ P. 1942. A magyar bányászat időszerű problémái. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- ESZTÓ P.–SZÁDECZKY KARDOSS E.–TÁRCZY HORNYCH A.–VENDL M. 1947. Szénbányászatunk karsztvíz veszélyességének leküzdéséről. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- ETTRE L.–ROMWALTER A.–SZÁDECZKY-KARDOSS E.–TAKÁCS P. 1952. A kőszén képződése és kémiája. – Nehézipari Könyv és Folyóirat Kiadó.
- FALLER G. 1992. Az ásványvagyon-értékelés kritikai elemzése. – Magyar Tudomány.
- FALLER J. 1954. 200 éves a magyar szénbányászat. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- FODOR L.–KOROKNAI B.–BALOGH K.–DÜNKI I.–HORVÁTH P. 2003. A Dunántúli-középhegység egység (Bakony) takarós helyzete, szlovéniai adatok alapján. – Földtani Közlöny.
- FODOR L.–MAGYARI Á.–FOGARASI A.–PALOTÁS K. 1994. Tercier szerkezetfejlődés és késő paleogén üledékképződés a Budai-hegységben. A budai vonal új értelmezése. – Földtani Közlöny.
- FÖLDVÁRY A. 1933. A Dunántúli-középhegység eocén előtti karsztja. – Földtani Közlöny.
- FÖLDVÁRY A. 1934. Hidrológiai megfigyelések a Budai-hegység nyugati peremén. – Hidrológiai Közlöny.
- FÜLÖP J. 1989. Az ásványi nyersanyagok története Magyarországon. – Műszaki Könyvkiadó.
- FÜLÖP J. 1989. Bevezetés Magyarország geológiájába. – Akadémiai Kiadó.
- FÜLÖP J.–DANK V. 1987. Geological map of Hungary without the cenozoic formations (1:500 000). – Hungarian Geological Institute Budapest.
- GALLI L. 1957. A naszályi karszt. – Hidrológiai Közlöny.
- GEDEON T. 1931. Hidrológiai megfigyelések a Vértes hegység délkeleti részéből. – Hidrológiai Közlöny.
- GERBER P. 1977. A Dunántúli Gyűjtőerőmű szénbázisával kapcsolatos földtani és vízföldtani kutatási, valamint bányaföldtani feladatok a tatabányai szénbányánál. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- GERBER P.–VECKINGER L. 1983. A tatabányai szénbányák vízgazdálkodásának elemzése, valamint távlatai a nagygyháza, mányi medence vízföldtani és vízvédelme tükrében. – Bányászati Lapok.
- GERHARDT J. 1976. A bányavíz hasznosítás gazdasági kérdései. – Hidrológiai Közlöny.
- GESZLERNÉ SZENTPÁLI Á. 1984. A Dunántúli-középhegység karsztvíztárolójának hőmérlege. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- GIDAI L. 1979. Az eocén kőszén kutatási lehetőségei a Mátyás-Zsámbék közötti területen. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- GRUBER GY.–PAPP GY. 1969. A karsztvízszint-süllyesztés és vízemelés összefüggéseinek vizsgálata a nyírádi területen. – Bányászati és Kohászati Lapok, Budapest.
- GRUBER GY.–PAPP GY. 1969. Tervszerű vízszintsüllyesztés a bauxitbányászatban. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- GYÖRGY I. 1923. Bauxittelep Halimbán és környékén. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- HAAS J. 1954. Az északi Gerecse felsőtriász karbonát platform képződményei. – Földtani Közlöny.
- HAAS J. 1983. Magyarország litosztratigratiái alapegységei Triász. – MÁFI Kiadvány, Budapest.
- HAAS J. 1987. Felsőtriász szelvények korrekciója a Loferciklusok alapján. – Földtani Közlöny.
- HAAS J. 1988. A Dunántúli-középhegység felső triázi karbonátos kőzeteinek fácies elemzése a Loferciklusok alapján. – Földtani Közlöny.
- HAAS J. 1992. Carnian basin evolution in the Transdanubian Central Range Hungary.
- HAAS J. 1993. A Kösseni medence kialakulása és fejlődése a Dunántúli-középhegységben. – Földtani Közlöny.
- HAAS J. 1995. Felsőtriász karbonátos platform fáciesek az Észak-Bakonyban. – Földtani Közlöny.
- HAAS J.–KOVÁCS S.–TÖRÖK Á. 1995. Early Alpin shelf evolution in the Hungarian segments of the marpi Tethys margin. – Acta Geologica Hungarica.
- HAAS J.–BUDAI T.–HIPS K.–KONRÁD GY.–TÖRÖK Á. 2002. Magyarországi triász faciesterületek szekvenciaretegtani elemzése. – Földtani Közlöny.
- HANTKEN M. 1876. Az esztergomi barnakőszén terület földtani viszonyai (német nyelven). – Földtani Intézeti Évkönyv.
- HANTKEN M. 1878. A Magyar Korona Országainak széntelepei és szénbányászata. – Magyar Földtani Intézet kiadvány.

- HAVASY I.–DUSZA L. 1988. Karsztos víztároló rendszer anyag- és hőáramlási folyamatainak regionális szimulációja. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- HEGEDŰSNÉ KONC M.–SEBESTYÉN I.–SZANTNER F. 1985. A csabpusztai-gyepükajáni bauxit előfordulás felső bauxitszintjének vízföldtani viszonyai. – Bányászati Lapok.
- HEINEMANN Z.–SZILÁGYI G. 1977. A Dunántúli-középhegység karsztvíztárolójának szimulációja. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- HOFFMANN G. 1929. A bakonyi szénterületek. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- HOFFMANN K. 1871. Buda-kovácsi hegység földtani viszonyai. – Földtani Intézet Évkönyv, I. kötet.
- HORUSITSKY F. 1942. A víz a föld belsejében. – Hidrológiai Közlöny.
- HORUSITSKY F. 1943. A Budai hegység hegyszerkezetének nagy egységei. – Földtani Intézet vitauilés.
- HORUSITSKY F. 1961. Magyarország triász képződményei a nagy szerkezetek tükrében. – MÁFI Évkönyv.
- JAKUCS L. 1971. A karsztok morfogenetikája. A karsztfejlődés variációi. – Akadémiai Kiadó.
- JASKÓ S. 1935. A földtani felépítés és a karsztvíz elterjedésének kapcsolata a Dunántúli-középhegységben. – Hidrológiai Közlöny.
- KÁLLAI G. 1923. A trianon és a magyar energia kérdései. – Hidrológiai Közlöny.
- KÁLMÁN Gy.–PETHŐ J. 1950. Úrkút és Ajka környékének részletes karsztvíz térképe. – Hidrológiai Közlöny.
- KAPOLYI L. 1976. A vízveszély elleni védekezés egy új lehetőségéről. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- KAPOLYI L. 1978. Az eocén program jelentősége. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- KARÁCSONYI S. 1976. A bányavíz hasznosítás vízellátási kérdései. – Hidrológiai Közlöny.
- KASSAI F. 1948. Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. Hidrológiai Közlöny.
- KASSAI M. 1990. A Dél-Dunántúl perm végi ősföldrajzi rekonstrukciója és a környező országokkal kapcsolatos néhány rétegtani hasonlítás. – Földtani Közlöny.
- KECSKEMÉTI T.–KOPEK G. 1965. Az eocén kőszénkutató várható eredményei a Bakony hegység területén. – Hidrológiai Közlöny.
- KESSLER H. 1954. A karsztból tartósan kitermelhető vízmennyiség és a beszivárgási százalék megállapítása. – Hidrológiai Közlöny.
- KESSLER H. 1954. Magyarországi források nyilvántartása. – VITUKI kiadvány.
- KESSLER H. 1956. A karsztos hévforrások utánpótlódásának a kérdése. – Hidrológiai Közlöny.
- KESSLER H. 1959. Országos forrásnyilvántartás. – VITUKI Kiadvány.
- KISS I. 1991. A nyirádi bauxitbányászat karsztvízvédelmi tapasztalatai. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- KISS M. 1986. Vízemelési adatok feldolgozása a dorogi medencében. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- KORPÁS L.–JUHÁSZ E. 1992. Paleokarszt földtani modellek. – Karszt és Barlang.
- KOVÁCS Gy. 1972. A szivárgás hidraulikája. – Akadémiai Kiadó, Budapest.
- KOVÁCS Gy. 1975. Töredezett, repedéses kőzetek szivárgási tényezője és áteresztő képessége. – VITUKI 1975. évi Tudományos Napok.
- KOVÁCS Gy. 1985/86. Szempontok a Dunántúli-középhegység vízforgalmát szimuláló modellek felülvizsgálatához. – Hidrológiai Közlöny.
- KRIVÁN P. 1959. Mezozoos karsztosodási és karsztlefedési jelenségek. – Földtani Közlöny.
- KUMÁNOVICS Gy. 2002. Karsztvízgazdálkodás a Dunántúli-középhegységben. – Vízügyi Közlemények.
- LÁNG S. 1942. A karsztvíz kérdése Budapest Székesfőváros vízellátásban. – Hidrológiai Közlöny.
- LÁNG S. 1942. Karsztforrásokra vonatkozó mérések eredményei 1940–1942-ben. – Hidrológiai Közlöny.
- LÁNG S. 1948. Karszt tanulmányok a Dunántúli-középhegységben. – Hidrológiai Közlöny.
- LÉCFALVY S. 1956. Adatok és eljárások a Tata környékén kialakuló karsztvízszint számításához. – Hidrológiai Közlöny.
- LEÉL-ŐSSY S. 1995. A budai Rózsadomb és környékének különleges barlangjai. – Földtani Közlöny.
- LENKEI T. 1943. A tatai langyos források 1941–1942 évi hozam és hőmérséklet mérése. – Hidrológiai Közlöny.
- LÉVÁRDI F. 1951. A dorogi szénmedence gyakorlati karsztvízproblémái.
- LITSCHAUER L. 1902. A Magyar Általános Kőszénbánya Rt. alsó gallai bányái barnaszén bányavízemelési, bányaszimuláció. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- MAGYARI Á. 1994. Késő-eocén hidraulikus breccsásodási jelenségek a Budai-hegység déli részén. – Földtani Közlöny.
- MAJOROS L. 1980. A perm üledékképződés problémái a Dunántúli-középhegységben. Egy ősföldrajzi modell és néhány következtetés. – Földtani Közlöny.
- MATYI-SZABÓ F. 1966. Az É-bakonyi Szénbányák vízemelésének hatása a Gaja-patak vízháztartására és a karsztvízszint alakulására. – Hidrológiai Közlöny.
- MAUCHA L. 1990. A karsztos beszivárgás számítása. – Hidrológiai Közlöny.
- MEINHARDT V. 1953. Ajka és Úrkút hidrológiai viszonyai a szénbányászat szempontjából. – Hidrológiai Közlöny.
- MIKLÓS E.–RUMPLER L. 1978. A vízszintsüllyesztés gyakorlati megoldása az iszkaszentgyörgyi bauxitmedencében. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- MOLL K. 1941. A Hévízi tó hőmérséklet viszonyairól. – Hidrológiai Közlöny.
- NAGY E.–NAGY G.–SZÉKI F. 1965. A Budaörs I. sz. alapfúrás. – MÁFI évi jelentés.
- NOVÁK S. 1994. A karsztvízszint felengedésével megvalósítandó ívó-, és hévízkinyerés Kincsesbányán a bauxitbányászat befejezése után. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- ORAVECZ J. 1963. A Dunántúli-középhegység felső triász képződményeinek rétegtani és fácies kérdései. – Földtani Közlöny.

- ORAVECZ J. 1968. A Budai-hegység földtani felépítése. Budapest hévizei. VITUKI.
- ÖLLÖS G. 1964. A karsztrendszerben lejátszódó hidraulikai folyamatok kisminta vizsgálata. – Hidrológiai Közlöny.
- PÁLFY M. 1921. Tengeralatti forráslerakódások a budapesti triászkorú képződményekben. – Földtani Közlöny.
- PANTÓ G. 1949. A Hévízi-tó hidrológiai vizsgálata. – Hidrológiai Közlöny.
- PAPP K. 1897. Forna eocén medence a Vértesben. – Földtani Közlöny.
- PÁVAI VAJNA F. 1948. A bauxit keletkezéséről. – Bányászati és Kohászati Lapok
- PÁVAI VAJNA F. 1950. A „karsztvíz” és „karsztvíz térképek”. – Hidrológia Közlöny.
- PETERS, K.F. 1859. Geologisch Studion Ungarn II. Die Umgebung von Visegrad Graú Totis und Zsámbék. – In Geol. R. A. Wien.
- PETRESSY M.–SCHNIEDER A. 1988. Tények és lehetőségek a nagygyházai bányázás védelmében. – Bányászati és Kohászati Lapok
- PHILIPS W.J. 1974. Hydraulic fracturing and mineralization. – J. Geol. Soc. London.
- POHL K. 1966. A bányavíz termelés jelenlegi helyzete és várható alakulása a Közép-dunántúlon. – Hidrológiai Közlöny.
- POHL K. 1976. Bányavízvédelmi módszerek. – Hidrológiai Közlöny.
- POHL K.–BEKE I. 1974. A bauxitbányászat fejlesztési kérdései. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- POHL K.–SOLYMOSS M. 1970. Az aktív vízszintsüllyesztés létjogosultsága a karsztvíz-veszélyes bauxitbányászatban. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SÁRVÁRY I. 1991. A Hévízi tó utánpótlódásának a kérdése. – Hidrológiai Közlöny.
- SÁRVÁRY I. 1992. A budapesti termálkarsztvíz készletek veszélyes túlfogyasztása. – Hidrológiai Közlöny.
- SÁRVÁRY I.–CSEPREGI A.–IZÁPY G. 1992. Javaslat a Hévízi tó hozamának növelését szolgáló vonal menti karsztvíztáplálás megvalósítására. – Hidrológiai Közlöny.
- SAS E. 1972. A Gerecse-hegység délkeleti előterének szelvényfordulásai. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SCHMIDT (RÁDAI) J. 1917. Széntermelés biztosítása a háború után. Bányászati és Kohászati Lapok.
- SCHMIDT E.R. 1970. A budapesti Paskál malmi hévízfúrás és az utóbbi tíz év fedett karsztban végzett vizkutatásainak tapasztalatai. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SCHMIDT S. 1897. A bányászat 1896. évi ezredéves országos kiállítása Budapesten. – Földtani Közlöny.
- SCHMIDT S. 1920. Az esztergomi szénmedence gyakorlati karsztvíz problémái. – Bányászati Kohászati Lapok.
- SCHMIDT S. 1942. A hazai szénbányászat és a víz. – Hidrológiai Közlöny.
- SCHMIEDER A. 1977. A bányában fakadó karsztvízhozam analitikai meghatározásának lehetőségei. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SCHMIEDER A.–KESERŰ Zs. 1978. Az eocén program vízkérdései. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SCHMIEDER A.–POHL K. 1975. Geohidrológiai kutatások eredményei a magyar szén és bauxitbányászatban. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SCHMIEDER A.–SZILÁGYI G. 1988. A Dunántúli-középhegység fő karsztrendszerének terhelése és terhelhetősége. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SÓKI I. 1996. A nagygyházai Csordakút, Mátyás szén-, és bauxit előfordulások földtani kutatásának tapasztalatai. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SOLYMOSS A. 1996. Az eocén program áttekintése a tatabányai bányászattal kapcsolatban. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SÓLYOM F. 1950. Észak-Vértes és Déli-Gerecse földtani felvétele. – MÁFI évi jelentés.
- SCHWEITZER F.–SCHEUER Gy. 1980. A budai hévforrások fejlődéstörténete felső pannontól napjainkig. – Hidrológiai Közlöny.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1948. A Dunántúli-középhegység karsztvíz térképe. – Hidrológiai Közlöny.
- SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1950. A Dunántúli-középhegység karsztvizének néhány problémájáról. – Hidrológiai Közlöny.
- SZAKVÁRY J. 1954. A bányavíz hasznosítás szerepe a vízgazdálkodásban. – Hidrológiai Közlöny.
- SZÉKELY L. 1948. Az esztergomi szénmedence gyakorlati karsztvíz problémái. – Bányászati és Kohászati Lapok.
- SZÉKELY L. 1954. Feküvízbetöréses bányák művelésének elvi kérdései. – Hidrológiai Közlöny.
- SZÉLES L.–GONDOZÓ Gy. 1968. Oroszlány–Pusztavám–Móri eocén szénmedence újabb karszthidrológiai adatai. – Hidrológiai Közlöny.
- SZENTES F. 1961. A magyarországi mezozoós kéregmozgások. – MÁFI évkönyv.
- SZENTTORNAYI A. 1938. Az esztergomi szénmedence triász vizei. – Hidrológiai Közlöny.
- SZEPESHEGYI I. 1971. Tervszerű vízszintsüllyesztés a bauxitbányászatban. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SZILÁGYI G. 1976. A nyírádi karsztvízszint süllyesztés hatása a hévízi tóforrás működésére. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SZILÁGYI G. 1995. Volt egyszer egy KBFI. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SZÜCS J. 1987. Az üzemelés és karsztvízszint alakulása a dorogi medencében, különös tekintettel a Dunával való kapcsolatra. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- SZÜCS L. 1988. A dorogi bányászat karsztvíz emelésének környezeti hatása. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- TILES J. 1932. A vértessomlói barnaszén bányászat, a magyar bányaművelés és fejlődés története. – Hidrológiai Közlöny.
- TILES J. 1935. A Magyar Általános Kőszénbánya Rt. fejlődéstörténete 1891–1901. – Hidrológiai Közlöny.
- TÓTH I. 1988. Kerekasztal beszélgetés az eocén programról. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- TÓTH M. 1976. A bányavíz hasznosítás bányagazdasági jelentősége. – Hidrológiai Közlöny.

- TÓTH M. 1996. A magyar hőerőművek optimális tüzelőanyaga. – Miskolci Egyetem közleményei, A sorozat, bányászat.
- TÓTH M. 1996. A természeti erőforrások védelmének optima. – Miskolci Egyetem közleményei, A sorozat, bányászat.
- TÓTH M.–FALLER G. 1992. Törvényszerű-e szén és ércbányászatunk visszafejlődése. – Magyar Tudomány.
- TÓTH M. 2002. Mikor fakadnak újra a Tatai Források? – Vízügyi Közlemények.
- TÓTH-ZSIGA J. 1987. A halimbai bauxitelfordulás vízföldtani viszonyai, fedő oldalú vízbetörés veszély elhárításának lehetősége. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- VADÁSZ E. 1940. A Dunántúli karsztvizei. – Hidrológiai Közlöny.
- VADÁSZ E. 1940. A Tatabányai medence földtani megismerése. – Hidrológiai Közlöny.
- VADÁSZ E. 1952. Kőszénföldtan. – Akadémiai Kiadó.
- VADÁSZ E. 1957. Bauxitföldtan. – Akadémiai Kiadó.
- VADÁSZ E. 1960. Magyarország földtana. – Akadémiai Kiadó.
- VÁNDORFY R. et al. 1987. A fábiánsebestyéni gőzkitörés műszaki-gazdasági értékelése, a hasznosítás lehetőségei. – OMFB 3. 8701-Et. Bp.
- VARGHA B. 1969. Karsztvíz-veszélyes bányák tervszerű regionális karsztvízszint süllyesztése aknákkal és csapoló vágatokkal. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- VAS L. 1994. A szénbányászat szerkezeti átalakítása. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- VÉGHNE NEUBRANDT E. 1960. A Gerecse hegység felső triász képződményeinek üledékföldtani vizsgálata. – Geol. Jüking. Ser. Geol.
- VÉGHNE NEUBRANDT E. 1961. A Gerecse és Vértes-hegységi felső triász dolomit és mészkő összlet. – Földtani Intézeti Évkönyv.
- VÉGHNE NEUBRANDT E.–MENSÁROS P. 1982. Karsztvíz-áramlási anomáliák földtani okai a Dunántúli-középhegységben. – Nemzetközi Bányavíz Szövetség I. Kongresszusának Kiadványa.
- VENKOVICS I. 1949. Adatok a dorogi mezozóos alaphegység szerkezetével kapcsolatos üregekhez és vízfolyamokhoz. – Hidrológiai Közlöny.
- VERESS M.–FUTÓ J. 1990. Fedett, paleokarsztos térszíneken végbement lepusztulás és felhalmozódás kimutatása a Bakony-hegységben. – Földtani Közlöny.
- VIDA J. 1950. Karsztvíz probléma a bányászatban. – Hidrológiai Közlöny.
- VÍGH F. 1944. Az esztergomi szénmedence hidrológiai viszonyai és a víz elleni védekezés módzatai. – Hidrológiai Közlöny.
- VÍGH Gy. 1940. A karsztvíz kutatás kérdései a Budai hegységben. – Hidrológiai Közlöny.
- VITÁLIS I. 1939. Magyarország szénelfordulásai. – Sopron.
- VITÁLIS I. 1947. Szénkészleteink, vízveszélyesség, védekezés. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- VITÁLIS I. 1948. A Németegyháza–Mesterbek–Csordakút-pusztta terület alatt felkutatott paleogén fényes barnaszén. – Hidrológiai Közlöny.
- VITÁLIS S. 1974. Kőszénkutatásunk fejlődése. – Földtani Közlöny.
- VIZY B. 1974. A bauxitbányászat vízvédelmének gazdasági kérdései. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.
- VIZY B. 1999. Bauxitkutatás Magyarországon. – Magyar Alumíniumipari Múzeum, Székesfehérvár.
- VIZY B.–HÖRIST Gy. 2005. Vízföldtani kutatások a bauxitbányászatban. – Földtani Kutató.
- WALKDEN, G.M. 1974. Paleokarstic surface in the Upper Vosean (Carboniferous) limestones of the Derbyshire Block England. – Your of Sed. Petr. 44.
- WEIN Gy. 1967. Délkelet-Dunántúl hegységszerkezeti egységeinek összefüggései az Ó-alpi ciklusban. – Földtani Közlöny.
- WEIN Gy. 1972. A Budai-hegység tektonikája. – Földtani Közlöny.
- WEIN Gy. 1977. A Budai-hegység szerkezete. – Földtani Közlöny.
- WILLEMS T. 1973. Karsztvízveszélyes nyersanyag előfordulások hegységszerkezeti igénybevétele. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat.

A 3. fejezetben felhasznált irodalom

- ALFÖLDI L. 1979. Budapesti hévizek. – VITUKI Közlemények.
- BEAR, J.–VERRUIJT, A. 1987. Modeling Groundwater Flow and Pollution. – Dordrecht, D. Reidel Publishing Company
- BÖCKER T. 1975. A barlangi csepegés és a beszivárgás kapcsolata a Bükk-hegység keleti részén. – Karszt- és Barlang.
- BOROS I.–KIS I. 1968. Karsztvízszint-változásokat előrejelző elektromos modell. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat, 101. évf. 8. sz.
- HEINEMANN Z.–SZILÁGYI G. 1977. A Dunántúli-középhegység főkarsztvíz-rendszerének szimulációja. – Bányászati és Kohászati Lapok, Bányászat 110. évf. 1977. 11. sz.
- Hydrosys Kft. 1999. A tatai források visszatérésének vizsgálata. – Megbízó: Tatai Polgármesteri Hivatal
- Hydrosys Kft. 2006. Bakonybél 5/A vízműkút védőterületének meghatározása. – Megbízó: Bakonykarszt Zrt. Kéziratoss jelentés.
- KASSAI F. 1948. Paleogén szénbányászatunk, a karsztvíz és a védekezés módjai. – Hidrológiai Közlöny, XXVIII. 1–4. sz.
- KESSLER H. 1954. A beszivárgási százalék és tartósan kitermelhető vízmennyiség megállapítása karsztvidéken.
- KVVM, 2005. Jelentés a Duna vízgyűjtőkerület magyarországi területének jellemzőiről, az emberi tevékenységek környezeti hatásairól és a vízhasználatok gazdasági elemzéséről. – 2005. évi Nemzeti Jelentés az EU-nak.
- MAUCHA L. 1990. A karsztos beszivárgás számítása. – Hidrológiai Közlöny, 70. évf. 3. sz.
- MAUCHA L. 2000. Az Aggteleki-hegység karszthidrológiai kutatási eredményei és zavartalan hidrológiai idősorai. – VITUKI Rt. kiadványa.

MORTON, F.I. 1983. Operational estimates of areal evapotranspiration and their significance to the source and practice of hydrology. – Journal of Hydrology, 66.

PAPP F. 1937. Budapest gyógyvizei. – Hidrológiai Közlöny

PAPP F. 1941. Dunántúl karsztvizei és a feltárás lehetősége Budapesten. – Hidrológiai Közlöny, 1–6. sz.

SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1941. A Dunántúli Középhegység karsztvizének néhány problémájáról. – Hidrológiai Közlöny, 1–6. sz.

SZÁDECZKY-KARDOSS E. 1941. A Keszthelyi-hegység és Hévíz hidrológiájáról. – Hidrológiai Közlöny, 1–6. sz.

TÓTH MÁRIA 2002. Mikor fakadnak újra a tatai források? – Vízügyi Közlemények, LXXXIV. évf. 2. sz.

VITÁLIS S. 1937. Budapest székesfőváros vízellátásának problémái. – Hidrológiai Közlöny

VITUKI, 1968. Budapest hévizei. – VITUKI kiadvány.

VITUKI, 1986. A Dunántúli-középhegység karsztvíz-földtani és vízgazdálkodási helyzetfelmérése és döntés előkészítő értékelése. – VITUKI témajelentés.

VITUKI, 2000. Karsztvízvédelem a Közép-Dunántúli Régióban. – VITUKI Rt.–BKMI Kft.– VITUKI Innosystem Kft.– Promine Kft. konzorcium témajelentése.

Víz keretirányelv, 2000. Az Európai Parlament és a Tanács 2000. okt. 23-i 2000/60/EK Irányelv az európai közösségi intézkedések kereteinek meghatározásáról a víz politika területén.

1976–1980. Kapolyi László
1981–1983. Kapolyi László energetikai államtitkár
1983– Czipper Gyula

Tatabányai Szénbányák felelős vezetői

1951–1952. Nagy Lajos
1953–1980. Gál István
1981– Fekete Lajos
Solymos András

Főmérnökök

Kreffly Gábor
Becker Ferenc
Solymos András

Főgeológusok

Sólyom Ferenc
Gerber Pál

Országos Földtani Főigazgatóság, ill. Központi Földtani Hivatal vezetői

Reich Lajos
Benkő Ferenc
Kertai György
Bese Vilmos
Fülöp József
Dank Viktor

Az eocén szénkutatással és széntermeléssel kapcsolatosan állami döntéshozatallal rendelkezők

Nehézipari miniszterek

1951–1953. Czottner Sándor
1953–1956. Hidass István
1956–1971. Lévárdi Ferenc
1971–1975. Székér Gyula
1975–1981. Simon Pál

Ipari miniszterek

1981–1983. Méhes Lajos
1983–1987. Kapolyi László
1987–1990. Berecz Frigyes
1990–1991. Both Péter Ákos
1991–1993. Szabó Iván

Bányászati miniszterhelyettesek

1951–1953. Haracska Imre
1953–1954. Tihanyi Alajos
1955–1956. Bese Vilmos
1957–1964. Haracska Imre
1964–1971. Nem volt helyettes
1971–1974. Menyhárt László
1974–1976. Halász Tibor

RÖVIDÍTÉSEK

ALUTERV-FKI – Alumíniumipari Tervező és Kutató Intézet
ALUTERV – Alumíniumipari Tervező Vállalat
ÁTB – Állami Tervbizottság
BÁTI – Bányászati Tervező Intézet
BKFI – Bányászati Kutató-fejlesztő Intézet
BKI – Bányászati Kutató Intézet
DKH – Dunántúli-középhegység
GB – MSZMP Központi Bizottságának Gazdaságpolitikai Bizottsága
KDT VIZIG – Középdunántúli Vízügyi Igazgatóság
KFH – Központi Földtani Hivatal
MÁFI – Magyar Állami Földtani Intézet
MÁK Rt. – Magyar Általános Kőszénbányák Részvénytársaság
MFSZ – Magyar Földtani Szolgálat
MT – Minisztertanács
MTA – Magyar Tudományos Akadémia
NIM – Nehézipari Minisztérium
OÁB – Országos Ásványvagyon Bizottság
OFF – Országos Földtani Főigazgatóság
OFKfV – Országos Földtani Kutató Fúró Vállalat
OMFB – Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság
OT – Országos Tervhivatal
OVF – Országos Vízügyi Főigazgatóság
OVH – Országos Vízügyi Hivatal
SALGÓ Rt. – Salgótarjáni Szénbányák Részvénytársaság
VGI – OVH Vízgazdálkodási Kutató Intézet
VITUKI – Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet

Kiadja a Magyar Tudományos Akadémia Földrajztudományi Kutatóintézet
Felelős kiadó: SCHWEITZER FERENC igazgató
www.mtafk.hu

Nyomdai munkák:
Mackensen Kft

Budapest, 2007