

ban volt víz, tehát ez annyit jelent, hogy kb. 650—700 mm évi csapadéknál már az 1. kútban van némi víz. A 2. kútnál teljes elszökést a bánya működése alatt nem észleltek. Ez is inkább az iszapodásra utal.

Összefoglalva megállapítható, hogy:

1. A község vízhiányának oka igen kedvezően hidrogeológiai viszonyokban kereshető, amelynek alapján ha a csapadék éves mennyisége 600 mm alá esik, a minimális vízigény kielégítése is nagy nehézségekbe ütközik.

2. A bányászati feltárások jelenlegi mérték-

kének hatása, habár két ásott kútnál valószínűsíthető, azokra a kutakra, melyek az egész községet ellátnak vízzel, semmiféle behatással nem lehet.

#### IRODALOM:

Trojanszkij: Hidrogeologija i oszuseniyje mesztorozsgejenij poleznüh iszkopajemüh. Moszkva. 1956.

Vidacs Aladár: A Nyugatmátrai érc kutatások összefoglaló értékelése. Összefoglaló földtani jelentés. 1964.

## Béléscsőrakatok ültetése

Írta: Hoznek István

A Magyarországon folyó mélyfúrási tevékenység felszínre hozott néhány problémát, melyek rávilágítottak hazánk területén talált rétegsorok néhány egyedi sajátosságára. Egyes helyeken a fúrások lemélyítése során a kutatók szembetaláltak olyan nehézségekkel, melyek jelenlétével több mélyfúrásnál rendszeresen számolni kellett. Ezek némelyike sok tekintetben sajátos, hazai adottságnak tekinthető.

Elsősorban említhető a mélyfúrásokban mért szokatlan geotermikus grádiens, mely a világátlagnak vehető 1°C/33 m-rel szemben sok helyen eléri az 1<sup>o</sup>/16 m értéket. Ez a körülmény részben a mélyfúrások cementezésénél jelent problémát, mivel a cementtej kötését nagymértékben befolyásolja; sok esetben még a fúróluk cementezés előtti lehűtése után sem sikerült az egész cementmennyiséget a helyére jutani (pl. N1—108. sz. fúrás 6 5/8"—7" béléscső cementezése.) Hasonlóképpen rendkívül fontos a hőmérsékleti adottságok szem előtt tartása mellett végzett béléscső ültetés, mert továbbfúrásnál a visszatérő iszapáram hőmérsékletét a béléscső is átveszi, hűlött a leültetés idején a hőmérséklet jóval alacsonyabb volt. Mivel a hőmérséklet növekedés a csőoszlop nyúlását eredményezi, a béléscső megfelelő mérvű húzófeszültség mellett felfüggesztésével biztosítani kell, hogy a csőoszlop a kút élete folyamán feszített állapotban maradjon és kihajlás ne következzen be. Ezt a szempontot a múltban sokszor elhanyagolták; a béléscsőoszlop tervezésére igen nagy gondot fordítottak, ugyanakkor a béléscsővezetés utáni jelentős igénybevételekkel nem törődtek, és a béléscsővet számítási alap nélkül válasz-

tott megemelés, vagy ráengedés mellett ültették. Így előfordult, hogy a hőmérséklet okozta nyúlás egyszerűen kiemelte az ékes felfüggesztésű béléscsőfejből a béléscsőoszlopot. Ha nincs is a béléscső kihajlásának mindig ilyen látható jele, mindenesetre némiképp érthetővé teszi a sok béléscsőserülést (kidörzsölés, szakadás), minek következtében sok kút termelési szempontból értéktelenné vált.

A magyar medence rétegtani felépítése is sok fúrástechnikai problémát rejt. A viszonylag nagy vastagságú Felső-Pannon és ennél fiatalabb képződmények rétegsorának adottságai sok tekintetben megnehezítik a fúróluk lemélyítését. A hidrosztatikusnál magasabb rétegnyomások megkövetelik az aránylag nagy iszapfajsúly használatát, mely a fúrószerszám, vagy a béléscsőoszlop beépítése következtében fellépő nyomáshullámszám miatt előidézheti egyes rétegek felreperesztését. Példaként említhetjük a pusztaföldvári mező északi szárnyán a pliocén rétegeknek alsóbb szintből származó gázzal való feltöltését (Pf—50 sz. kútban történt átféjtés eredményeként). A levantei rétegekben jelentkező gáz megköveteli, hogy a technikai béléscsőrakatot aránylag kis mélységben (300 m felett) helyezzük el. Ennek következtében a termelő béléscsőrakot aránylag hosszú szakasza nyitott lyukszakaszban kerül beépítésre, ami veszélyforrást rejt magában a megbomlott, instabil rétegek megmozdulása esetén. Az orientált (egyoldali) stressz impulzív creje túllépheti a béléscső kritikus külső nyomását, mely a cső deformálódását eredményezi; ezt látszik igazolni az az Újfalú—Budafa-i területen megfigyelt eset, amikor a beépítés közben



megszorult  $6\ 5/8''$  beléscsőoszlop megszabadítása és kiépítése után kitűnt, hogy a cső egyik oldalán erősen belapult, valóságban begyűrődött. Mively az ilyen ritka dokumentum napfényre hozatala csak szerencsés véletlennek köszönhető, valószínű, hogy más esetben is előfordult hasonló eset; nemcsak a beléscső beépítése közben, de később is. Az ilyen természetű, nem kalkulálható nagyságú erőhatás a húzófeszültség mellett ültetett beléscső szelvényre nézve (különösen a csőszakat felső szakaszán, a technikai csőszakat saruja közelében), a többtengelyű igénybevételek törvénye szerint a csőben ébredő feszültséget a teherbírás határán túl, veszélyes mértékben megnövelheti. Azonban gazdasági megfontolás folytán nincs kellő indok a beléscső túlméretezésére. Inkább a gondosan méretezett függesztő terhelés megválasztásával kell biztosítani, hogy a várható igénybevételek határán túl szilárdságilag kellő biztonság maradjon a nem kalkulálható erőhatások abszorbeálására. Ugyanakkor azonban ügyelni kell arra is, hogy ezzel a törekvéssel ne kerüljünk az ellenkező végletbe; azaz ügyelni kell arra, hogy a cementkötés után a szabad beléscsőszakasz semmilyen körülmények között ne legyen kihajlásra igénybevéve. A cementezéstől számítva a kút élete folyamán előállt állapotváltozások csupán a szabad beléscsőszakaszra lesznek kihatással, ezért értékelni kell az optimális igénybevételnek és egyéb járulékos igénybevételeknek a beléscső szilárdságára gyakorolt hatását.

Optimális igénybevétel alatt értendő a szabad csőszakasz súlyának és a hőmérséklet emelkedés következtében a csőben ébredő feszültségváltozásnak előjel szerinti összege (pozitív előjel húzófeszültséget, negatív előjel nyomófeszültséget jelent). Ez tehát megfelel annak a legkedvezőbb helyzetnek, amikor a szabad beléscsőszakasz feszültségi állapotára az önsúlyon kívül csupán a kitermelt rétegfolyadék hőmérséklete van behatással, mely a befogási pontban a környezetnél nagyobb hőfokú, ennélfogva a beléscső feszültségét csökkenti.

Optimális igénybevétel esetén, vagyis abban az esetben ha a kút életében a hőmérsékletemelkedésen kívül a beléscső feszültségi állapotát befolyásoló, egyéb járulékos igénybevételek nem várhatók, az optimális igénybevétel figyelembevételével számítható a beléscső ültető terhelése, mely számszerűleg a teljes csőoszlop súlyánál (és egyben a cső megengedett maximális húzóigénybevételénél) kisebb értéket fog adni.

Ha a kút élete folyamán egyéb járulékos terheléseket (nyomás növekedésből, hőmérséklet csökkenésből eredő feszültségnövekedést) is figyelembe kell venni, meg kell határozni ezeknek a cementezéskori állapothoz viszonyított változását. Mivel a beléscsőben ébredő járulékos feszültségek rendszerint túllépik az optimális terhelés hőmérsékletemelkedés okozta

komponensét, ellenőrzendő, hogy a számított ültető terhelés hatására ébredő kútfejterhelés nem haladja-e meg a beléscső megengedett legnagyobb húzóigénybevételét.

**Az ültetés számítása**

1. Meghatározandó a szabad beléscsőszakasz hossza cementhőmérséklet méréssel (vagy ennek hiányában nyújtási módszerrel, Hook képletéből).

2. Meghatározandó a szabad csőszakat súlya (lásd: 1. sz. ábrát).

3. Meghatározandó a teljes beépített beléscsőszakat súlya: a cementezés befejezése után a terhelésmérőn leolvasott súlyból le kell vonni a cementezőfej, a szállítószék, a kengyelek, a csigasor és a fúrókötél súlyát.

4. A szabad csőszakasz közepes hőmérséklete függ a kút életében várható legnagyobb hőmérsékleti érték behatásától

$t_1$  — a beléscső cementezésekor

$t_2$  — a kút termelő állapotában

$$t_{1,2} = t_0 + (t_3 - t_0) \frac{L_2}{2 L_1}$$

ahol  $t_0$  — a külszíni évi átlaghőmérséklet ( $C^0$ )

$t_3$  — talphőmérséklet ( $C^0$ )

$L_1$  — lyukmélység (m)

$L_2$  — a szabad beléscsőszakasz hossza (m)

5. A szabad csőszakasz átlaghőmérsékletének változása (a cementezéskori állapothoz viszonyítva)

$$\Delta t = t_2 - t_1$$

6. A hőmérsékletnövekedés okozta húzóigénybevétel csökkenés

$$P_1 = 33,3 w \Delta t \text{ (lásd: 1. sz. ábra)}$$

ahol  $P_1$  — húzóigénybevétel változás (kg)  
 $w$  — a szabad beléscsőszakasz fajlagos súlya (kg/m)

7. A szabad beléscsőszakasz optimális igénybevétele:

$$7 = 2 - 6$$

esetén ennek az igénybevételnek húzófeszültségben kifejezett súlyértéke adja az ültetéshez szükséges csőfeszültséget.

8. A hőmérséklet csökkenés okozta húzóigénybevétel növekedés

$$P_2 = 33,3 w \Delta t \text{ (lásd: 1. sz. ábra)}$$

9. A cementezéskori állapothoz viszonyított belső túlnyomásnövekedés okozta húzóigénybevétel növekedés

$$P_3 = 0,191 w \Delta F \frac{D}{t}$$

(lásd: 1. sz. ábra)

ahol  $P_3$  — húzóigénybevétel változás (kg)

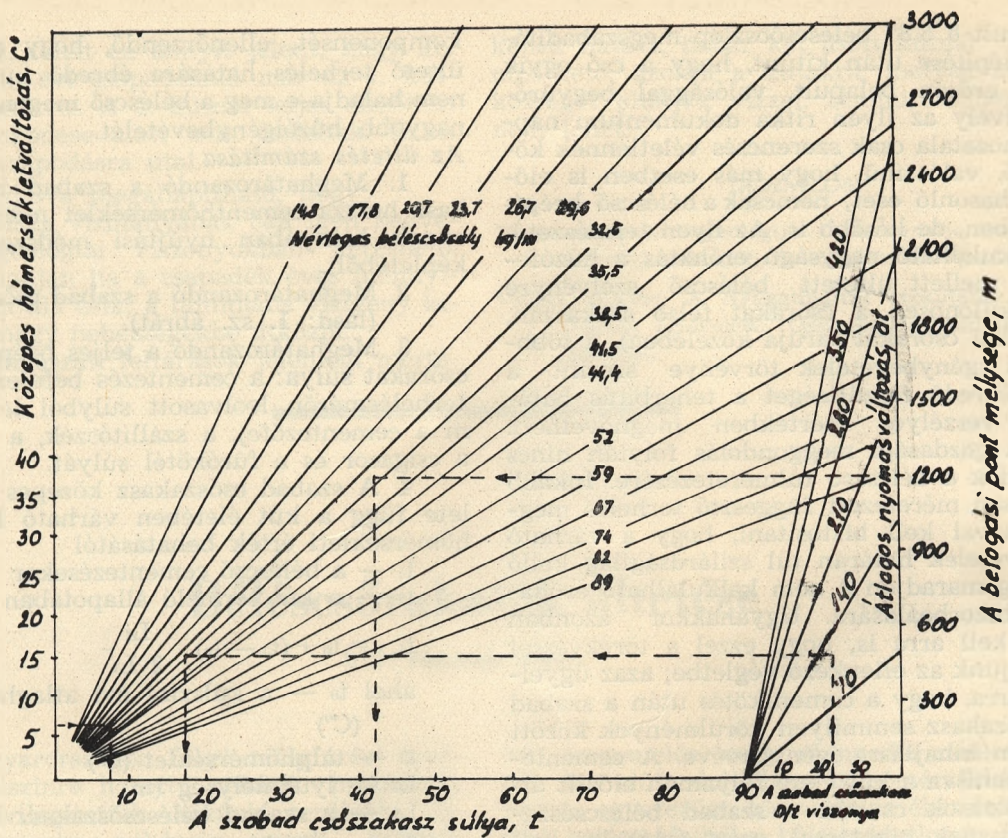
$\Delta P$  — a belső túlnyomás változása ( $kg/cm^2$ )

$\frac{D}{t}$  — beléscsőátmérő — falvastagság viszony

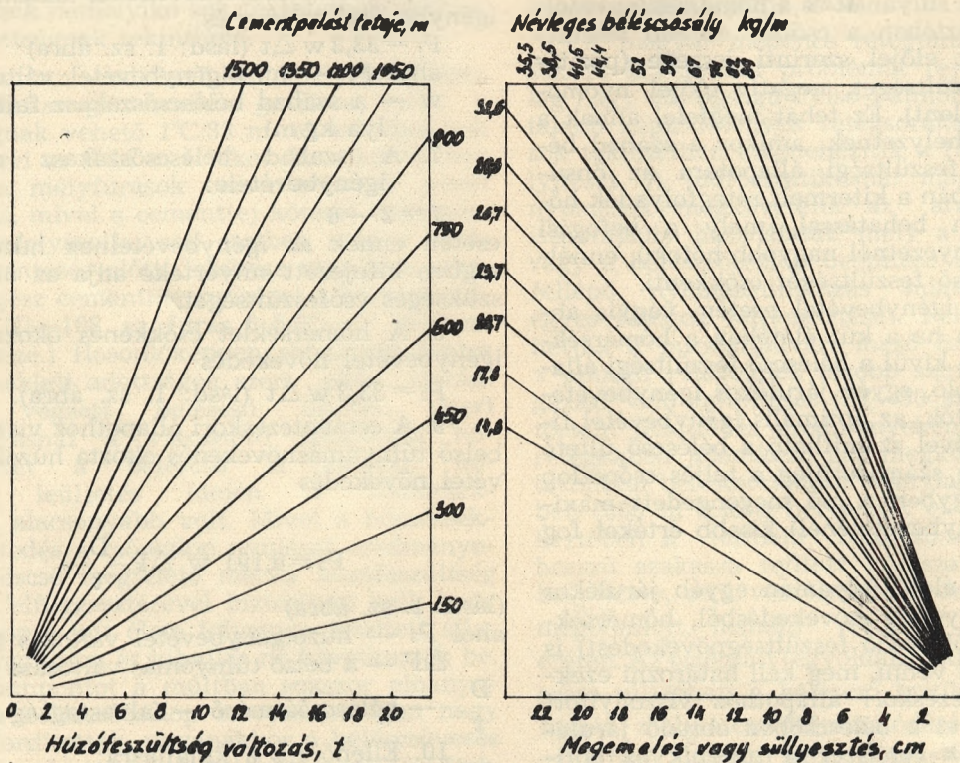
10. Ellenőrzés a kihajlásra:

$$F_c = P_k A_k - P_b A_b$$





1. sz. ábra. A húzóigénybevétel változása a hőmérséklet és a belső nyomás változásának függvényében



2. sz. ábra. A belsőcsőszál megemelése vagy süllyesztése a húzóigénybevétel változásának függvényében



ahol  $F_c$  — kritikus kihajlási erő (kg)

$P_k$  — a gyűrűs térben levő nyomás a befogási pontnál ( $\text{kg/cm}^2$ )

$A_k$  — a béléscső külső átmérő szerinti keresztmetszete ( $\text{cm}^2$ )

$P_b$  — a béléscsőben levő nyomás a befogási pontnál ( $\text{kg/cm}^2$ )

$A_b$  — a béléscső belső átmérő szerinti keresztmetszete ( $\text{cm}^2$ )

Ha  $F_c$  pozitív, a befogási pontban a csőoszlop az összenyomási igénybevétel  $F_c$  értékig kihajlás nélkül elviseli. Ha  $F_c$  negatív, a csőoszlop  $F_c$  értékénél kisebb feszültséget bír el kihajlás nélkül.

11. A szabad béléscsőszakasz legnagyobb várható igénybevétele:

$$11 = 2 - 6 + 8 + 9$$

Az így számított súlyérték mellett, a cementezés után mért szerszámsúlyból (3) levett ráengedés (lazítás), vagy azon túli megfeszítés beállításával a csőoszlop a béléscsőfejben leékelhető, természetesen hozzá kell számítani az ékek üléséhez szükséges többlet feszültséget.

12. Ellenőrzés a menetszilárdságra: a legfelső csőszál menetszilárdságára nézve a biztonsági tényezőnek 2-nél nagyobbak kell lenni, azaz a számított ültetési terhelés nem érheti el a cső menetszilárdságának felét. Ha a biztonsági tényező 2-nél kisebb, más anyagminőséget (vagy más karmantyú típust) kell választani. Erre nézve a csővezetés előtt tájékoztató kalkuláció végzendő.

13. Ültetéskor a béléscső feszültsége a teljes beépített csőhossz súlyának és az ültető terhelésnek a különbségével változik; éspedig ha ez utóbbi nagyobb, a csősúlyon túli megfeszítés, ha pedig kisebb, lazítás mellett történik az ültetés.

14. A béléscső ültetéskori hosszváltozása:

$$l = \frac{P L_2}{26,8w}$$

ahol  $l$  — az asztalszintben mért csőnyúlás, vagy kontrakció (cm)

$P$  — a béléscső ültetéskori feszültségváltozása (t)

Fenti eljárás alkalmazható, ha

a) az iszapfajsúly nem haladja meg az 1,5  $\text{kg/dm}^3$  értéket

b) húzásra és külső túlnyomásra a szokásos biztonsági tényezők vehetők számításba

c) A kútfejszerelvény alkalmas a cső húzószilárdságával azonos értékű függesztő terhelés átadására anélkül, hogy a cső megsérülne

d) a felső cső menetszilárdsága elegendő ahhoz, hogy ellenálljon az ültető terhelésből, a termelőcső súlyából és a további munkálatok járulékos terheléséből adódó, összegzett igénybevételnek.

## P é l d a

A mintapéldában 1500 m-ig beépített és 1200 m-ig felcementezett 7" átmérőjű, 8,05 mm falvastagságú béléscsőszakasz cementezés utáni igénybevételét vizsgáljuk. A technikai csőoszlop sarúállása 650 m-ben van, a fúrás tervezett végső mélysége 1700 m.

1. Tétélezzük fel, hogy a 7" béléscső állandó befogási pontja az 1200 m-ben levő cementpalást tetőnél van; így a szabad béléscsőszakasz hossza 1200 m.

2. A szabad csőszakasz súlya: 41 340 kg.

3. A teljes beépített béléscsőszakasz súlya: 51 675 kg.

4. A szabad csőszakasz átlaghőmérséklete cementezéskor,  $1^\circ\text{C}/17$  m geotermikus gradienssel számítva:

$$t_1 = 10 + (88,2 - 10) \cdot \frac{1200}{2 \cdot 1500} = + 41,28^\circ\text{C}$$

A szabad csőszakasz átlaghőmérséklete a kút termelő állapotában:

$$t_2 = 10 + (117,6 - 10) \cdot \frac{1200}{2 \cdot 1700} = + 47,66^\circ\text{C}$$

5. Az átlaghőmérséklet változása:  
 $\Delta t = + 6,38^\circ\text{C}$

6. A hőmérsékletnövekedés okozta húzóigénybevétel csökkenés:

$$P_1 = 33,3 \cdot 34,45 \cdot 6,38 = 7 319 \text{ kg.}$$

7. Az optimális igénybevétel számításánál  $P_1$  értéke a húzó igénybevételt csökkentő hatása miatt negatív előjellel szerepel.

$$7 = 41340 - 7319 = 34 021 \text{ kg.}$$

8. Tétélezzük fel, hogy adott esetben hőmérséklet csökkenést előidéző körülmény nem játszik szerepet.

9. Feltéve, hogy a kút túlnyomásos 1700 m-ben megütött tárolóból 200 at nyomás mellett gáztermelő, a cementezéskori legnagyobb 80 at szivattyúnyomáshoz képest a nyomáskülönbség a 7" béléscsőben 120 at.

$$P_3 = 0,191 \cdot 34,45 \cdot 120 \cdot 22,1 = 17 439 \text{ kg.}$$

10. Mivel a befogási pontban (1200 m) 1,3 iszapfajsúly mellett a béléscsőre ható külső nyomás 156 at, a belső nyomás pedig azonos a 200 at rétegnyomással, a kritikus kihajlási erő:

$$F_c = 156 \cdot 248,9 - 200 \cdot 205 = - 2171,6 \text{ kg.}$$

11. Adott esetben az ültető terhelés a legnagyobb várható igénybevétel számításával:

$$11 = 41340 - 7319 + 17439 = 51 460 \text{ kg.}$$

12. A 156 t menetszilárdságú csőre nézve a legnagyobb várható igénybevétel figyelembevételével 51,46 t ültető terhelés mellett a biztonság 3,03-szoros, tehát jóval az előírt határon belül van.

13. A cső feszültségváltozása ültetésnél:

$$P = 51675 - 51460 = 215 \text{ kg,}$$

tehát jelen esetben gyakorlatilag a teljes béléscsőoszlop súlyán történik az ültetés.



**Megjegyzés:** az Amerikában kialakult gyakorlat mellőzi a részletes számításokat (kivéve a nagymélységű fúrásokat és néhány különleges körülményt), az előírt szabályzat szerint a béléscsőoszlop teljes, cementezés utáni súlyával végzik az ültetést.

14 A béléscső hosszváltozása (ebben az esetben rövidülése):

$$l = \frac{215 \cdot 1200}{26,8 \cdot 34,45}$$

= 0,28 cm (jelen esetben grafikus úton nem érzékelhető)

#### IRODALOM

1. Dr. Alliquander Ödön — Komornoki László: A Nagylengyel—108. sz. fúrás, Magyarország legmélyebb fúrása. Nagymélységű fúrások roblémái. — Bányászati Lapok 1962. május.
2. J. P. Dehetre: Casing-landing practice — Drilling and Production Practice 1946.
3. Formulaire du Foreur — Institut Francais du Pétrole, 1958 és 1959.

## Vizsgálatok a fúrési sűrűség szükséges és gazdaságos mértékének meghatározására

Irta: Csillag Pál

Az első hazai szénbánya megnyitása óta (Brennberg 1753) 213 év telt el. Ez idő alatt hazánk ismert szénvagyonára a kutatások révén megnőtt, abszolút értelemben azonban — terméshozamát tekintve — csökkent. E csökkenés — gazdaságossági szempontok következményeként — elsősorban a bányászati könnyen megfogható, illetve a magas fűtőértékű szénrel rendelkező területek vagyonában jelentkezik. A külszíni műveléssel lefejtendő lignitterületektől eltekintve a jelenleg még művelés alá nem vont, de többé kevésbé már megkutatott előfordulások jobbára a környező művelt mezőkönél nagyobb mélységben fekszenek, környezetükönél víz-, gáz-, vagy tűzveszélyesebbek, tektonikailag zavartabbak, minőségi illetve vastagsági paramétereik a környezetnél rosszabbak, azonos elhelyezkedés esetén pedig az egyéb okokból nehezebben, vagy gazdaságatlanabban művelhető telepek maradtak vissza.

Reménybeli szénterületeinken a már ismert, de még művelés alá nem vont területeknél is nagyobb bányászati nehézségek várhatók (Balinka III., borsodi VI—VII. telep, pusztavám — bokodi mélymező, stb).

A fenti nehézségekből fakadó, egyre növekvő beruházási költségigények és a növekvő termelési önköltség követelően állította eléink a feladatot, hogy az új szénterületek feltárását célzó kutatási munka az évtizedekkel ezelőttnél rendszeresebb, koncentráltabb, megbízhatóbb, de gazdaságosabb is legyen.

Elsősorban világosan meg kell fogalmaznunk az ipari kutatások célját.

Alapvető cél a földtani megismerés egy reális fokának elérése. Ezen belül elsőrendű és közvetlen cél a kitermelhető nyersanyagkészletre vonatkozóan a lehető legtöbb és legjobb adat szolgáltatása a távlati, majd a konkrét bányatelepítési tervezéshez, a bányanyitáshoz és feltáráshoz, mindez pedig a lehető legkisebb anyagi ráfordítással.

A kutatástól (térképezési, fúrési, anyagvizsgálati munkáktól) tehát elvárjuk, hogy a tervezéshez és a termeléshez minél nagyobb biztonságot nyújtson, de elvárjuk azt is, hogy ne terhelje túlságosan a bányászat beruházási hitelkeretét sem. Ki kell hangsúlyozni, hogy *minél nagyobb*, és *nem teljes* biztonságról van szó. A bányászat mind gazdaságosság, mind életbiztonság szempontjából eddig is, és ezután is bizonyos kockázatot fog jelenteni. E kockázatot, mely az előre nem látott, de nem is látható természeti jelenségek következménye, a minimumra kell csökkenteni, de csak észszerű keretek között, úgy, hogy a pénzügyi teher ne legyen *túlságosan* nagy. Meg kell találni a kompromisszumot a két követelmény között, de ennek előfeltétele, hogy a „biztonság” konkrét mérőszáma, a megkutatottság mértéke, objektíve és numerikusan értékelhető legyen.

A Magyar Tudományos Akadémia 1961-ben vizsgálat tárgyává tette az elsőrendű energetikai bázisként szolgáló kőszén kutatásának magyarországi helyzetét. E vizsgálat eredményeként — többek közreműködésével — készítettem el a Bányaművelési és Kőzetmechanikai Albizottság 5. számú Tudományos Helyzetképet, melyben egyebek között a magyarországi