IRODALOM

1. *Antropov, P. J.:* Podszcsot zapaszov poleznih iszkopajemih. Goszgeoltehizdat, Moszkva, 1960.
2. *Benkő Ferenc:* Magyarország kőszénelőfordulásainak készletszámítása. II. k. Budapest, 1962. (Kandidátusi értekezés. Kézirat.)
3. *Benkő Ferenc:* A kutatási távolság meghatározása. Budapest, 1964. (Mérnöktovábbképző Intézet előadás sorozatából 4212)
4. *Insztrukcija* GKZ po primenyenyiju klasszifikacii zapaszov k mesztorozsgyenyijom uglej i gorjucsih szlancev. Goszgeoltehizdat, Moszkva, 1961.
5. *Krejter, V. M.:* Poiszki i razvedka mesztorozsgyenyii poleznih iszkopajemih II. k. Goszgeoltehizdat, Moszkva, 1961.
6. *Szmirnov, V. J.:* Geologicseszkije osznovi poiszkov i razvedok rudnih mesztorozsgyenyii. Izd. MGU. Moszkva, 1957.

A tárgyalt három cikk teljes címe:

1. *Barabás Antal:* Kutatási hálósűrűség meghatározásának elméleti módszerei a visontai külfejtés alapján. Földtani Kutatás 1963. VI. évf. 2.
2. *Dr. Mészáros Mihály — dr. Szabó Nándor:* Az Ódorog XXI—XXII. akna készletkategorizálási feltételeinek vizsgálata. Földtani Kutatás 1963. VI. évf. 2. szám.
3. *Kovács Endre — Némedi Varga Zoltán:* Javaslatok a Mecsek-hegységi feketekőszénkutatás módszerének kialakításához. Földtani Kutatás 1963. VI. évf. 2. szám.

ÁSVÁNYI NYERSANYAG KÉSZLETMEGHATÁROZÁS HIBASZÁZALÉKÁNAK SZÁMÍTÁSA

Bevezetés

Írta: dr. Szebényi Lajos

A készletbecslési utasítások megadják, hogy az egyes készletkategóriákban, a készletszámításnak mennyi lehet a maximális hibája, (B: 10%, C_1; 30%, C_2; 50%). Ennek ellenére szubjektív alapon, — legfeljebb a hosszabb-rövidebb gyakorlati tapasztalat alapján kialakult nézetek szerint adják meg, hogy az egyes kategóriákhoz milyen kutatási pont (fúrási) sűrűséget vettek alapul, illetőleg tartanak szükségesnek. Pedig az utasítás által megadott hibaszázalék szilárd alapot nyújt arra, hogy ebből kiindulva kiküszöböljük a szubjektivitást.

Különösen új területeken, ahol még kellő tapasztalat nincs, az alkalmazott távoli analógiák miatt igen nagy eltérések lehetnek a véleményekben és tekintélyes népgazdasági kár keletkezhet a helytelen kategória elhatárolás alapján. Hiszen az a célunk, hogy minél kisebb befektetéssel, vagyis minél kevesebb kutatási ponttal érjük el a megkívánt kategóriát. Megbízható gazdaságossági számítás az eddig alkalmazott szubjektív módszerek alapján nem lehetséges. Szubjektív marad az eddig alkalmazott módszer akkor is, ha az egész országra ki van dolgozva, — de alapját csak a tapasztalat, illetőleg csupán a megszokott fúrássűrűség adja.

A szubjektív módszerek kiküszöbölésére teszek javaslatot egy egyszerű számítási módszer alapján, mely a készletbecslési utasításban megadott megengedhető hibaszázalékból indul ki. Az alábbiakban csak a készlet mennyiségi meghatározásának szempontjából vizsgálom a kérdést, vagyis a telep vastagsági és minőségi mutatói alapján. A kategória eléréséhez szükséges egyéb feltételek nem befolyásolják ezt a kérdést.

A kérdést a kutatásnak abban a stádiumában vizsgálom, amikor egy terület megkutatása már az adott kutatási fázisnak megfelelően megtörtént és az összes kutatási eredmények rendelkezésére állnak a zárójelentés elkészítéséhez. Tehát a javasolt számítás azt kívánja megadni, hogy az utasításban megadott hibaszázalék figyelembevételével az egyes kutatási pontok (fúrások) környéke, mely kategóriába lesz sorolható. Kiindulási alapja lehet azonban e számítás a továbbkutatáshoz szükséges leggazdaságosabb kutatási háló meghatározásához is.

Javasolt számítási mód

Készletszámítási utasításunk megadja, hogy az egyes kategóriákban megadott készlet hány százalékkal térhet el a tényleges mennyiségtől, amit majd a részletes feltárás meg fog állapítani. Ezt senki sem tudja előre, ezért szükség van először is a megengedhető hibaszázalék *fogalmának* pontosabb meghatározására. Szokás vizsgálni, hogy ha ugyanazon a területen a készletszámítást többféle módszerrel végzik el (sokszög-, szelvény-, szintvonalas-, stb. módszer), milyen különbség adódik a számításokból, — ez azonban csak az alkalmazott számítási módszer megbízhatóságára, illetőleg annak helyes alkalmazására lehet jellemző, de nem a földtani bizonytalanságra, mely sokkal inkább fog hibát okozni a készlet meghatározásában.

Hogy a földtani bizonytalanság milyen eltéréseket okozhat szélsőséges esetekben, ezt az 1—5. sz. ábrasorral próbálom meg érzékeltetni. Az egyes ábrákon ugyanazon fúrások vastagsági adatai szerepelnek, a vastagsági adatváltozás okának különféle magyarázatával. A szerint, hogy a páros, vagy páratlan sorszámú fúrások adatait tekintem a normálistól való eltérésnek (vagyis amit a készlet-számításból ki kellene hagyni), vagy mindegyik adat jellemző értéket ad, a következő legfontosabb változatok lehetségesek.

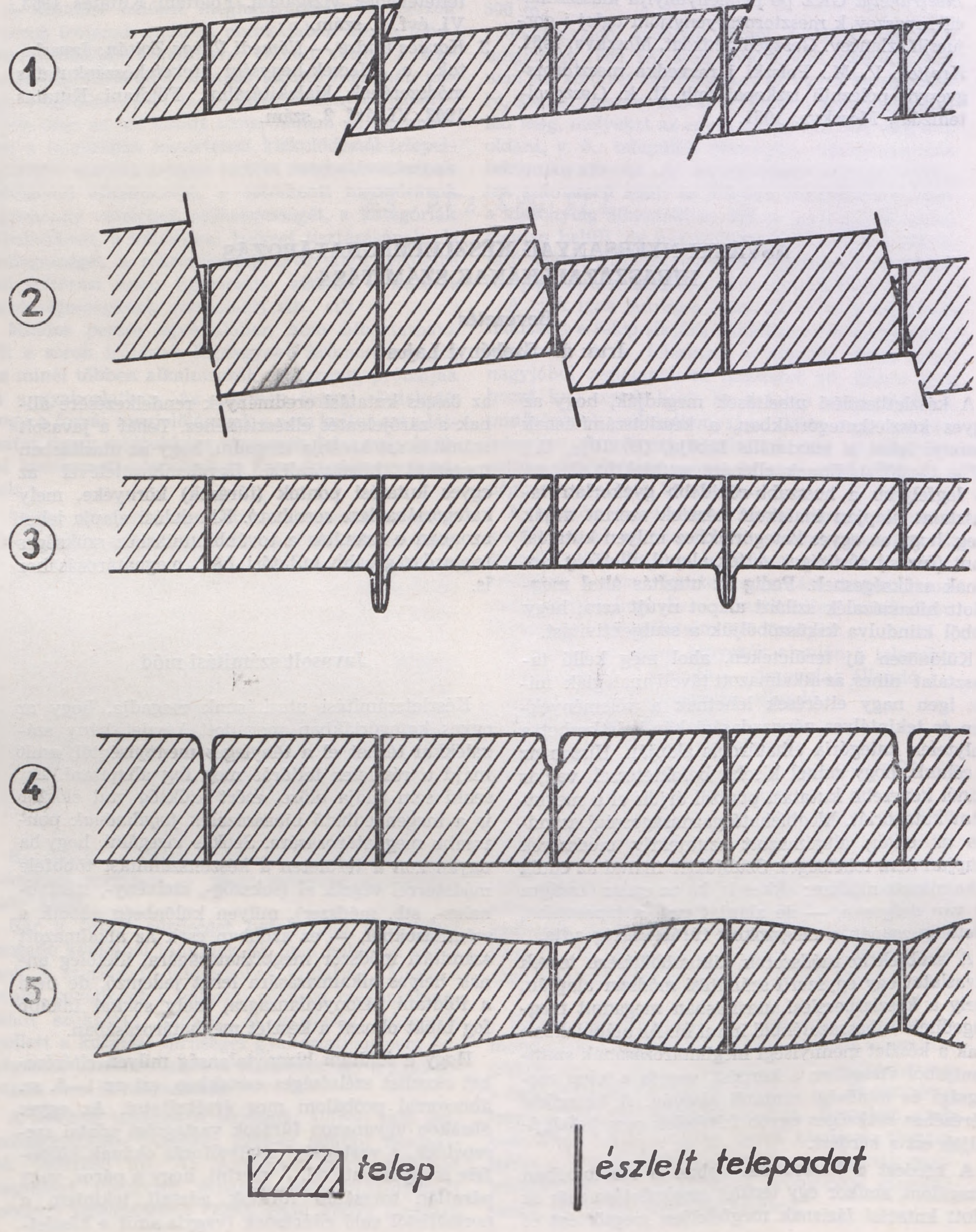
1. számú ábrán: a nagy vastagságokat felpikkelyeződések magyarázzák, tehát a kis vastagságadatokat tekinthetjük a jellemző telepvastagságnak.

2. számú ábrán a kis vastagságokat tekinthetjük kivételes eseteknek, melyeket vetők magyaráznak. A telep tényleges vastagságát a nagy vastagság adatok adják.

3. számú ábrán a nagy vastagságokat a telep anyaga által kitöltött eróziós medrekkel, tömbökkel magyaráztuk.

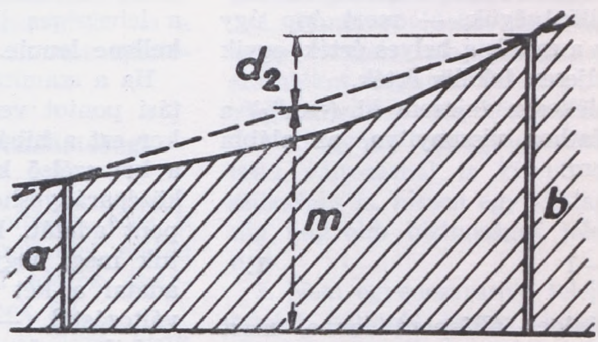
4. számú ábrán a kis vastagságokat magyaráztuk erózióval.

5. számú ábrán lencsés települést tételeztünk fel, így minden adat jellemző lehet a tényleges mennyiségre.

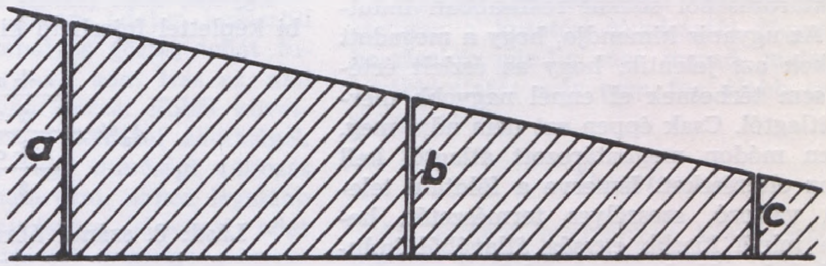


Az ábrákból világosan kitűnik, hogy az ismeretlen földtani feltételekből igen nagy bizonytalanság adódhat. Az 1. és 3. számú ábrákon a páratlan számú fúrások kis telepadatai fogják megadni a helyes értéket, a 2. és 4. számú ábrán pedig a párosszámú fúrások nagy telepfeladatai az irányadók, míg az 5. számú ábrán az összes fúrások adatainak átlaga alapján végzett számítás

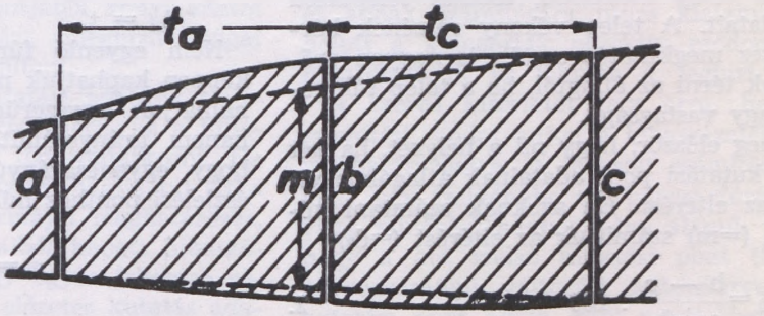
6



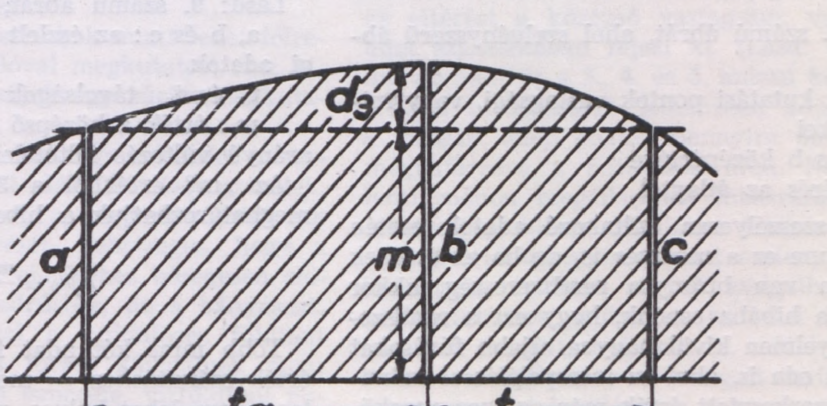
7

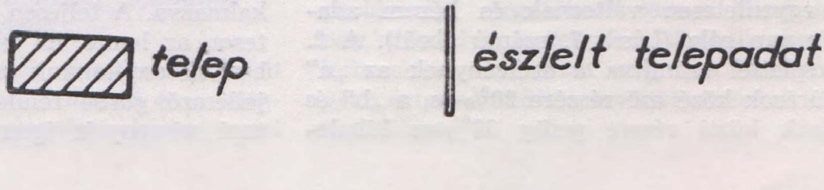


8



9





adja meg a helyes mennyiséget. Hasonló elbírálás alá esik a számítás szempontjából, az észlelési hibából eredő eltérő érték is.

Ha a fenti szélsőséges álláspontból indulunk ki, akkor a két adat között figyelembe vehető legnagyobb hiba a különbségük, — mert épp úgy lehet az egyik, vagy a másik a helyes érték, egyik is másik is lehet teljesen lokális érték.

Ha e hibát százalékosan fejezem ki ($=d_1\%$) a nagyobb értékű adathoz viszonyítva, az alábbi képletet használhatom:

Ha $b > a$

$$d_1\% = 100 \cdot \frac{a}{b} - 1 \qquad 1.$$

Ez nagyon szélsőséges álláspont lenne, mert akkor minden változást különleges eltérésnek számítanánk. Ilyen felfogás alkalmazása túlzott megkutatást eredményezne, vagyis felesleges pénzkiadást. A csehszlovák készletszámítási utasítás meghatározásából sokkal reálisabban indulhatunk ki. Az ugyanis kimondja, hogy a megadott hibaszázalékok azt jelentik, hogy az észlelt értékek sehol sem térhetnek el ennél nagyobb mértékben az átlagtól. Csak éppen azt nem adja meg, hogy milyen módon meghatározott átlagtól kell számítani az eltéréseket. Ismerve a földtani település igen változó, szeszélyes természetét, helyesebb, ha minél kisebb egység átlagából indulunk ki. Nyilvánvaló, hogy nem lehet egy telep egyenletes vastagságú részének átlagértékéhez viszonyítani a telep kiékelődő, lencsés településű részének adatait. A telep vékony részének bármely részletes megkutatás esetén is nagyon erősen el fognak térni az átlagtól, ha a telep túlnyomó része nagy vastagságú.

Nézzük meg először, hogy mi a helyzet, ha két szomszédos kutatási pont adatainak átlagához viszonyítjuk az eltérést. Ha azoknak számtani középértékétől ($=m$) számítjuk az eltérést ($=d_2$):

$$d_2\% = \frac{b - a}{a + b} \cdot 100 \qquad 2.$$

Lásd: 6. számú ábrát, ahol szelvényszerű ábrázolásban:

a és b : kutatási pontok vastagsági, vagy minőségi értékei

m : a és b középértéke

d_2 : eltérés az átlagtól.

Teljesen szeszélyesen váltakozó adatok esetén helytálló lenne ez a módszer is, de ha az értékek változásában van bizonyos rendszeresség, akkor ezzel abba a hibába esnénk, hogy ezt a rendszerességet figyelmen kívül hagyva, újabb fúrásokat terveznénk oda is, ahol az interpolálással számított, vagy szerkesztett érték már egészen megközelíti a valóságot. Ennek jelentőségét szintén egy szélsőséges példával lehet jól szemléltetni. Tegyük fel, hogy a telep adatai (pl. vastagsága) teljesen egyenletesen változnak és három adatunk már van róla (Lásd: 7. számú ábrát). A 2. számú képlettel számítva a szelvénynek az „a" és „b" fúrások közé eső részére 20%-os, a „b" és „c" fúrások közti részre pedig 33%-os hibalehetőséget kapnánk. Holott az egyenesarányú változást egy szelvényben már két adat meghatározza, a harmadik pedig már ellenőrzi. Tehát az újabb fúrások már nem szolgáltatnak újabb eredményt a vastagság szempontjából, és éppen emiatt a lehetséges hibának itt már nulla százaléknak kellene lennie.

Ha a számításhoz nem két, hanem három kutatási pontot veszünk alapul egy szelvényben, akkor ezt a hibát kiküszöbölhetjük olymódon, hogy a két szélső kutatási pontból számított számtani középarányoshoz viszonyítjuk a középső kutatási pont adatát. Ekkor tulajdonképpen azt határoztuk meg, hogy mennyiben térnek el a szelvény adatai a két szélső adat közötti egyenesarányú változástól, — megközelítően pedig mindenféle szabályszerű változástól való eltérésre jellemző lesz. Megadja tehát, hogy a feltárások adatai milyen mértékben határozzák meg a vizsgált telep szabályos, vagy erősen változó voltát.

Egyenlő adat (fúrás) távolságok esetén az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$d_3\% = \frac{\frac{a+c}{2} - b}{\frac{a+c}{2}} \cdot 100 \qquad 3.$$

Lásd: 8. számú ábrát, ahol

a, b és c: az észlelt vastagsági vagy minőségi adatok

t_a és t_c: adat (fúrás) távolságok

$t_a = t_c$

Nem egyenlő fúrástávolságok esetén hasonlóképpen kaphatjuk meg, — csak éppen nem használhatjuk egyszerűen a számtani középértéket, hanem arányszámítással meg kell határoznunk, hogy egyenesarányú változás esetén a középső észlelési ponthoz milyen érték tartozna ($=m$):

$$m = \frac{(c - a) \cdot t_a + a}{t_a + t_c} \qquad 4.$$

Lásd: 9. számú ábrát, ahol:

a, b és c : az észlelt vastagsági, vagy minőségi adatok

t_a és t_c távolságok középső észlelési ponttól

m : érték a középső észlelési ponton egyenesarányú változás feltételezése esetén.

Az „m" értékből a 3. számú képlet alapján meghatározhatjuk a hibaszázalékot:

$$d_3\% = \frac{m - b}{m} \cdot 100 \qquad 5.$$

Több mint két adat felhasználása azon átlagérték számításhoz — melyhez az eltérést vizsgálom, nem lehet helyes, mert az ellentétes előjelű változások ebben az esetben már kiegyenlíthetik egymást és nem kapunk megfelelő képet a telep változékonyságáról, ilyen egyszerű számítást alkalmazva. A teljesen szabatos megoldás természetesen az lenne, ha nem egyeneshez, illetőleg síkhoz viszonyítanánk az eltérést, hanem a területre jellemző görbe felületekhez, ez azonban a földtani viszonyok igen szeszélyes változása miatt nagyon kevés helyen lenne keresztülvihető és a hosszadalmas számítások miatt nem válna be a gyakorlatban. Ne felejtsük el, hogy a készletszámításoknál számtani középértékeket használunk, tehát tulajdonképpen képzeletbeli síkokkal határoljuk el a telepeket, így ez is indokolja, ha a hibaszámításban a síkoktól való eltérési lehetőségeket mutatjuk ki.

A javasolt hibaszámítás alkalmazhatósági területe

Mint minden valószínűségi számításra, erre is érvényes, hogy csak bizonyos számú adat esetén ad megbízható értéket. A földtani adatok esetében még további kikötések merülnek fel.

1. A kutatott telepről nem tudjuk előre, hogy milyen természetű felületekkel van határolva, vagy milyen törvényszerűség szerint váltakozik a minősége. Ha egy szelvényben vizsgáljuk általában a lehetőségeket, akkor a következő megállapítást tehetjük: bármely három adaton keresztül szerkeszthető többféle szabályos görbe, tehát tulajdonképpen csak a negyedik adat lesz az, ami a görbe természetét meghatározza. Ebből következik, ha egy szelvényben a földtani adottságok rendszerét — vastagsági, vagy minőségi változás szabályát meg akarjuk határozni, ahhoz legalább négy, kb. egyenletes távolságra elosztott adat szükséges. Tehát egy területet tekintve négyzetes háló esetén, minimális négyszer négy, azaz 16 fúrásadat szükséges ahhoz, hogy egy telepről készlet meghatározás szempontjából annyi adatot kapjunk, melyből a készlet megbízhatóságát megnyugtatóan ki lehet számítani.

2. Ha nem elegendő a kutatási adatunk a telep rendszerének a meghatározásához, az a hibaszázalék számításból is meg fog mutatkozni. Ha az előzetes kutatási fázis kutatási hálója túl ritka volt ahhoz, hogy a telep formáját meghatározza, akkor a sűrítő kutatás adataiból kapott hibaszázalék, a terület egészén, vagy egyes jellemző részein nagyobb lesz, mint az előzetes kutatás adataiból kapott hibaszázalék.

3. Éppen a fent említett okok miatt lehet félrevezető, ha egy ritka hálóval megkutatott rész hibaszámítását összekapcsoljuk egy sűrűn megkutatott területtel.

4. Nem szabad elfelejteni, hogy a készlet mennyiségi meghatározásával elért előírásos százalék, magában még nem jelenti a megkutatottsági fok (készlet kategória) elérését. Lehetséges, hogy a mennyiségi hibaszázalék eléréséhez bőségesen elegendő a kutatási háló sűrűsége, de a bányászat, vagy ipar szempontjából a különleges földtani adottságok még számos fúrást követelnek meg: mint pl. vetőzónák jobb ismerete, vízföldtani nehézségek, vagy a jövesztés különleges szempontjai miatt.

A hibaszámítás által jellemzett települési tulajdonságok

Az eddig végzett számítások alapján a javasolt hibaszámítási módszer számos jellemző és a kutatás szempontjából fontos jelenségre hívhatja fel a figyelmet, valamint módot nyújt arra, hogy a kutatási hálót a legoptimálisabb módon, csupán a szükséges fokig fejlesszük.

Ezenkívül a javasolt hibaszámítás a telepnek számos jellemző tulajdonságára rámutat:

1. Minél rövidebb távolságon belül változik a telep vizsgált tulajdonsága, annál nagyobb hibaszázalékot kapunk. Tehát pl.: egy vezetőzónában, vagy kilencsésedés környékén.

2. Nagyobb vastagság esetén, ugyanolyan mértékű változásnál is kisebb százalék jön ki. Ez szükséges is, hiszen egy vastag telep készlete mindig nagyobb biztonságot jelent, mint egy vékonyé.

3. Nem egyenesarányú telepvastagság, vagy minőségi változás esetén, minél nagyobb a fúrási távolság, annál nagyobb hibaszázalékot kapunk. Tehát az így számított hibaérték jellemző szám lesz a szükséges kutatási hálósűrűség meghatározásához.

Teljesen egyenesarányú változás esetén természetesen a kutatási távolságtól függetlenül a hibaszázalék mindig zéró marad, mutatva, hogy a továbbkutatás már nem fog újabb eredményeket szolgáltatni.

Összefoglalás

Az ásványi nyersanyag készletekre vonatkozó utasítás a készletkategóriáktól függően, bizonyos hibaszázalékot engedélyez. Az utasítás a hibaszázalék pontosabb értelmezését nem adja meg és annak számítására nincs kialakult gyakorlat, holott a kategóriák objektív módon történő elhatárolásának ez lehetne a legbiztosabb alapja.

A szerző kísérletet tesz arra, hogy egyszerű számítási módot adjon a hibaszázalék egyértelmű meghatározására. A javasolt számítás lényege az, hogy egy szelvénybe eső három fúrás vastagsági, vagy minőségi adatait véve alapul, megvizsgálja, hogy a két szélső kutatási pont (fúrás) között egyenesarányú változást feltételezve, a középső kutatási pont adata ettől mennyiben tér el. Ezt az eltérést a középső vastagsági, vagy minőségi adat százalékában fejezi ki. (Lásd: 8. és 9. számú ábrákat és a 3., 4. és 5. számú képleteket.)

Ez a hibaszázalék jellemzően adja meg, hogy a vizsgált telep adatai mennyire pontosan lettek meghatározva a feltárások által. Nevezhetjük a fenti módon megállapított hibaszázalékot, az *ismeretességi hiány* százalékos értékének.

Megfelelő mennyiségi adat esetén, az így meghatározott értékek alapul szolgálhatnak a továbbkutatáshoz szükséges kutatási háló sűrűségének a meghatározásához is, mivel egy jellemző számot szolgáltatnak a vizsgált terület egyszerű vagy zavart településének fokára, vagyis a terület „földtani bizonytalanságára".

Mint látható, ezen a kiindulási alapon a készletszámítás és a földtani kutatási tervek számos problémája megoldható lenne. Mindaddig azonban, míg elvi döntés nem történik, hogy a készletbecslési utasításban megadott hibaszázalék hogyan értelmezendő, a további részletek kidolgozása nem időszerű.