

Bányaüzemek optimális kiterjedése és termelési kapacitása az időtényező függvényében

D r. Z A M B Ó J Á N O S okl. bányamérnök, a műszaki tudományok doktora, Kossuth-díjas egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagja (Nehézipari Műszaki Egyetem, Miskolc)

A bányászati üzemek telepítésének két fontos paramétere van: az aknamező kiterjedése és az üzem termelési kapacitása. A két paraméter akkor optimális, ha az árbevétel és a paraméterekkel összefüggő költségek különbségének fajlagos értéke a lehető legnagyobb.

A paraméterek meghatározása történhet az időtényező figyelembevételével és anélkül. A két módszer szerint számított paraméterek viszonya kifejezhető és általános érvényű diagramban rögzíthető.

A bányászati üzemek telepítésénél két lényeges paraméter előzetes meghatározása szükséges. Ez a két lényeges paraméter: a bányászati üzem kiterjedése és a termelési kapacitás. A két paraméter akkor optimális, ha a velük összefüggő fajlagos költség minimális, illetve, ha az árbevétel és a paraméterekkel összefüggő költség különbsége fajlagos értelemben maximális.

Mindkét paraméterrel szorosan összefügg a beruházási költség amortizálása, a bányászati üzem kiterjedésének függvénye emellett még a mozgás és mozgatás fajlagos költsége is, a termelési kapacitás pedig még az állandó költség fajlagos értékére van hatással. Az árbevétel és a paraméterekkel összefüggő költségek különbsége a bányászati üzem egész élettartama alatt jelentkezik, míg a beruházási költség zömében a bányászati üzem kezdetén merül fel.

A beruházási összegek fajlagos amortizációs költségét kétféleképpen vehetjük számításba. Az egyik felfogás szerint a fajlagos amortizációs költség

$$k_a = \frac{D}{Q}$$

ahol D a beruházás összege, Q pedig a kitermelhető ásványvagyon. A másik felfogás szerint:

$$k'_a = \frac{D_r}{Q}$$

ahol D_r módosított beruházási összeget jelent, amikor

$$D_r = D n p^n \frac{p-1}{p^n-1}$$

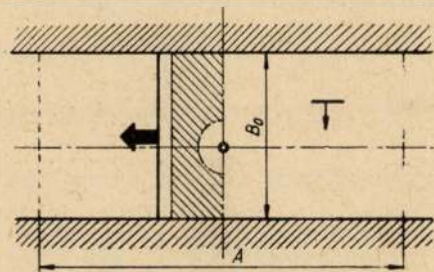
n a bányászati üzem élettartama években, p a kamattényező. A D és D_r közötti összefüggés a következő megfontoláson alapszik. A tényleges beruházási összeget (D) olyan módosított beruházási összeggel (D_r) helyettesítjük, amelyből képzett évi járadék $\left(\frac{D_r}{n}\right)$ kamatosított végösszege n év után meg egyezik a tényleges beruházási összeg kamatosított értékével szintén n év után. Ezek alapján tehát a második felfogás szerint az időtényező is szerepelhet.

A következőkben azt vizsgáljuk, milyen hatása van a fentiek szerint értelmezett időtényezőnek a két legfontosabb paraméterre. A vizsgálatot egyszerűsítő feltételek mellett végezzük

el anélkül, hogy ezek az összefüggések lényegét torzítanák.

Az aknamező optimális kiterjedését elemezve vegyük szemügyre az 1. ábra szerinti egyszerű esetet. Legyen az aknamező dőlésmenti kiterjedése adott (B , vetületben B_0), a csapásirányú kiterjedés (A) szabadon választható.

Elégséges a vizsgálatot az aknamező egyik oldalára vonatkozóan elvégezni, amikor azt keressük, mekkora legyen az üzem optimális élettartama években (n) kifejezve. Írjuk fel tehát az árbevétel és az élettartammal összefüggő költségek különbségének fajlagos értékét első esetben az időtényező figyelembevétele nélkül:



1. ábra

$$k = k_a - \left\{ \frac{nzq_0}{2BQ_0} (a + bn^n) + \frac{D}{nzq_0} \right\}$$

k_a a fajlagos árbevétel (Ft/t), n az üzem élettartama években, z az évi munkanapok száma, q_0 a napi termelési kapacitás (t/nap) az aknamező egyik felében, Q_0 az egységnyi felületről kitermelhető ásványvagyon a település síkjában (t/m²). Az $a + bn^n$ kifejezés a mozgás és mozgatás fajlagos költségét (Ft/mt) adja meg. Magában foglalja a bányaszállítás, a személyközlekedés, a vízemelés, fenntartás, a szellőztetés, az energiavezetékekben fellépő veszteségek fajlagos költségét, azaz az egy tonna termelt értékre és egy méter hosszra eső költségeket. A D a beruházási költség. Jelen esetben a teljes beruházási költség felét jelenti, mert az aknamezőnek csak egyik felét vizsgáljuk.

Az n élettartam akkor optimális, ha az árbevétel és az élettartammal összefüggő költségek különbségének fajlagos értéke maximális. Evégből keressük meg a függvény szélsőértékét:

$$\frac{\partial k}{\partial n} = 0$$

Eredményül kapjuk:

$$\frac{azq_0}{2BQ_0} + \frac{bzq_0}{2BQ_0} (v+1)n^v - \frac{D}{n^2zq_0} = 0$$

A v értéke általában -1 körül mozog, azaz a mozgás és mozgatás fajlagos költsége egy állandó (a) és egy hiperbola szerint változó részből $\left(\frac{b}{n}\right)$

tevődik össze. Ezek szerint tehát írhatjuk:

$$\frac{azq_0}{2BQ_0} = \frac{D}{n^2zq_0}$$

azaz

$$n_0 = \frac{1}{zq_0} \sqrt{\frac{2DBQ_0}{a}}$$

Az optimális élettartam segítségével az optimális csapásmenti kiterjedés már egyszerűen számítható:

$$\frac{A}{2} = \frac{zq_0}{BQ_0} n_0$$

Vegyük most figyelembe az időtényezőt is, azaz a beruházási összeg helyébe módosított beruházási összeg (D_r) lép:

$$k' = k_a - \left\{ \frac{nzq_0}{2BQ_0} (a + bn^r) + \frac{D}{zq_0} p^n \frac{p-1}{p^n-1} \right\}$$

Az eljárás a továbbiakban már hasonló az előbbihez:

$$\frac{\partial k'}{\partial n} = \frac{azq_0}{2BQ_0} + \frac{bzq_0}{2BQ_0} (v+1)n^r - \frac{D}{zq_0} p^n \frac{p-1}{p^n-1} \ln p = 0$$

Legyen most is $v = -1$, ennek megfelelően:

$$\frac{az^2q_0^2}{2BQ_0D(p-1)\ln p} = c = \frac{p^n}{(p^n-1)^2}$$

A p^n kifejezés közvetlenül is adva van:

$$p^n = \frac{2c + 1 \pm \sqrt{(2c + 1)^2 - 4c^2}}{2c}$$

A p^n birtokában az n számítása nem okoz gondot.

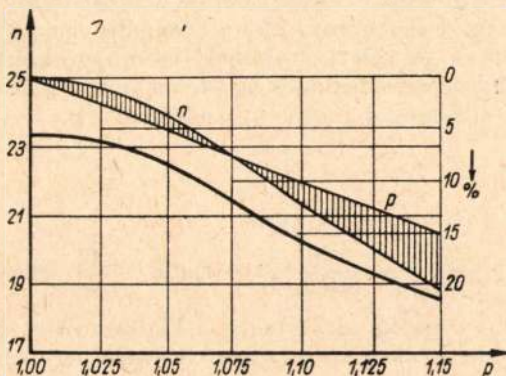
A szemléltetés kedvéért vegyünk fel két példát.

Adataink legyenek a következők az első esetben:

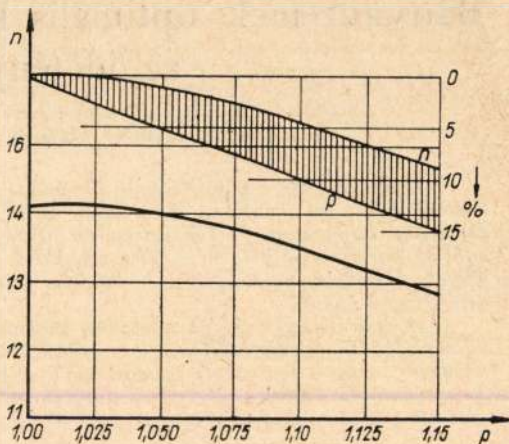
$z = 300$ nap/év, $q_0 = 1\,000$ t/nap, $B = 1\,500$ m, $Q_0 = 10$ t/m², $D = 81 \cdot 10^6$ Ft, $a = 0,05$ Ft/mt, $b = 0,1$ Ft/mt.

A második esetben:

$z = 300$ nap/év, $q_0 = 1\,000$ t/nap, $B = 1\,400$ m, $Q_0 = 5$ t/m², $D = 64 \cdot 10^6$ Ft, $a = 0,05$ Ft/mt, $b = 0,1$ Ft/mt.



2. ábra



3. ábra

Mindkét esetben számítottuk az optimális élettartamot (n) különböző kamattényezők (p) mellett. A kapott eredményeket diagramban ábrázoltuk (2. és 3. ábra). Ezek megmutatják, hogyan változik az optimális élettartam a kamattényező függvényében. A két ábrán a százalékos változásokat is feltüntettük. A kamattényező (p) változik 1–1,15 értékek, azaz 100–115% között, ugyanakkor leolvasható, hány százalékkal csökken az optimális élettartam (n), ha a $p = 1,0$ kamattényezőhöz tartozó n_0 értéket tekintjük 100%-nak.

A két diagramról megállapítható, hogy az időtényező figyelembevétele nem nagy mértékben változtatja meg az optimális időtartamot. A normálisnak tekinthető $p = 1,075$ kamatláb mellett az első esetben az optimális időtartam csak kb. 7,5%-kal kisebb, mint az időtényező nélkül kimutatott optimális időtartam. A második esetben ez a százalékos csökkenés még kisebb. Általánosságban elmondható, hogy ez a százalékos csökkenés annál kisebb, minél kisebb az időtényező figyelembevétele nélkül kimutatott optimális időtartam.

Vizsgáljuk meg most az aknaüzem optimális termelési kapacitásának optimumát az időtényező figyelembevételével és anélkül. Az egyszerűség kedvéért legyen az aknamező kitermelhető ásványvagyona adott (Q). Írjuk fel az árbevétel és a termelési kapacitással összefüggő költségek közötti különbség fajlagos értékét:

$$k = k_a - \left\{ \frac{K_n z n'}{Q} + \frac{d}{n'z} + \frac{D_0}{Q} \right\}$$

Az összefüggés felírásánál figyelembe vettük, hogy a termelési kapacitás

$$q_0 = \frac{Q}{n'z}$$

továbbá azt, hogy a beruházási költség

$$D = dq_0 + D_0$$

függvénnyel fejezhető ki. K_n a napi állandó jellegű költség, d a beruházási költséget kifejező egyenes irántangense, D_0 a tiszta tag. d egyébként a napi egy t termelési kapacitás létrehozásához szükséges beruházási költséget jelenti.

Mivel abból indultunk ki, hogy az aknaüzem kitermelhető ásványvagyonra (Q) adott, a termelési kapacitás (q_0) optimumát keresni annyit tesz, mint meghatározni az aknaüzem optimális élettartamát (n'). Evégből keressük meg ebben az esetben is a függvény szélsőértékét :

$$\frac{\partial k}{\partial n'} = \frac{K_n z}{Q} - \frac{d}{n'^2 z} = 0$$

ahonnan

$$n'_0 = \frac{1}{z} \sqrt{\frac{Qd}{K_n}}$$

vagy

$$q_{0,0} = \sqrt{\frac{K_n Q}{d}}$$

Vegyük most figyelembe az időtényezőt is az előbbiekhöz hasonlóan :

$$k' = k_d - \left\{ \frac{K_n z n'}{Q} + \left(\frac{d}{n' z} + \frac{D_0}{Q} \right) n' p^{n'} \frac{p-1}{p^{n'} - 1} \right\}$$

Keressük a függvény szélsőértékét :

$$\frac{\partial k'}{\partial n'} = \frac{K_n z}{Q} - \left(\frac{d}{z} + \frac{D_0}{Q} n' \right) \ln p - \frac{D_0}{Q} \frac{(p^{n'} - 1)}{(p^{n'} - 1)^2} = 0$$

azaz

$$\frac{K_n z}{Q(p-1)} = \left(\frac{d}{z} + \frac{D_0}{Q} n' \right) \ln p - \frac{D_0}{Q} \frac{(p^{n'} - 1)}{(p^{n'} - 1)^2}$$

Az összefüggésből az n' közvetlenül nem fejezhető ki, ezért a gyakorlat számára teljesen megfelelő grafikus eljáráshoz folyamodunk. Ezek szerint ábrázoljuk a

$$\varphi(n') = p^{n'} \frac{\left(\frac{d}{z} + \frac{D_0}{Q} n' \right) \ln p - \frac{D_0}{Q} (p^{n'} - 1)}{(p^{n'} - 1)^2}$$

függvényt úgy, hogy különböző n' értékeket helyettesítünk be. Ahol ez a görbe metszi azt az n' abszcisszával párhuzamos egyenest, amelyet a $\frac{K_n z}{Q(p-1)}$ érték határoz meg, ott lesz a megoldás.

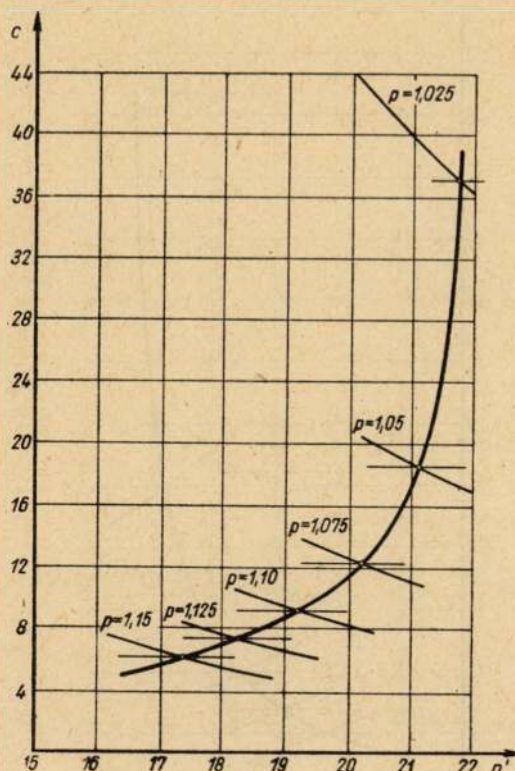
A szemléltetés kedvéért vegyünk fel most is két példát. Adataink legyenek a következők az első esetben :

$$K_n = 65\,000 \text{ Ft/nap}, Q = 21 \cdot 10^6 \text{ t}, d = 135\,000 \text{ Ft/t/nap}, D_0 = 10,5 \cdot 10^6 \text{ Ft}, z = 300 \text{ nap/év.}$$

A második esetben pedig :

$$K_n = 64\,000 \text{ Ft/nap}, Q = 16 \cdot 10^6 \text{ t}, d = 120\,000 \text{ Ft/t/nap}, D_0 = 10,5 \cdot 10^6 \text{ Ft}, z = 300 \text{ nap/év.}$$

A 4. ábrán az első eset megoldását láthatjuk. A görbéket $p = 1,025$, $p = 1,05$, $p = 1,075$, $p = 1,1$, $p = 1,125$ és $p = 1,15$ kamattényező



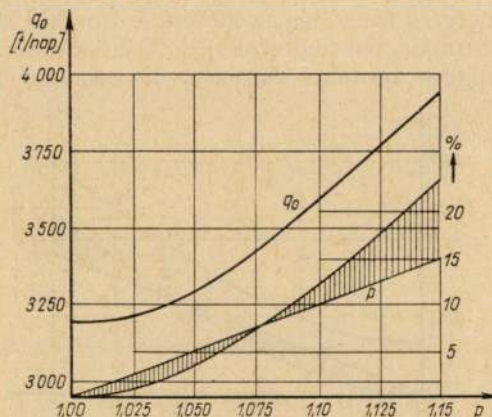
4. ábra

mellett ábrázoltuk. Az ordinátán a

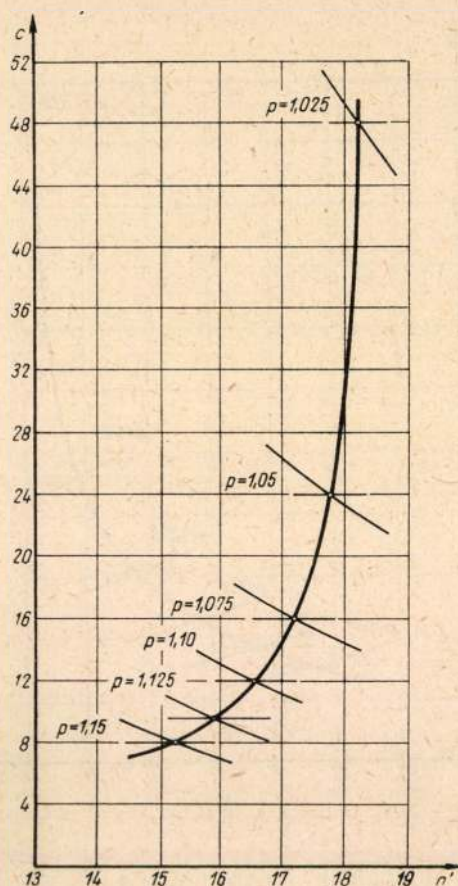
$$c = \frac{K_n z}{Q(p-1)}$$

értékek szerepelnek. Ahol az egyes p értékekhez tartozó c értékek abszcisszával párhuzamos egyenese elmettzi a megfelelő $\varphi(n')$ görbét, az a pont adja a megoldást. A pontokon keresztül haladó görbe pedig az optimális élettartam változását mutatja a p függvényében. Az egyes p értékekhez tartozó optimális élettartamok segítségével számított optimális termelési kapacitások is adva vannak.

Az 5. ábra az optimális termelési kapacitás változását mutatja a p kamattényező függvényében. Ezen az ábrán látható még a kamatláb változását kifejező egyenes is (p). A változás 0%-tól 15%-ig terjed. Ugyanakkor a q_0 görbe azt fejezi ki



5. ábra



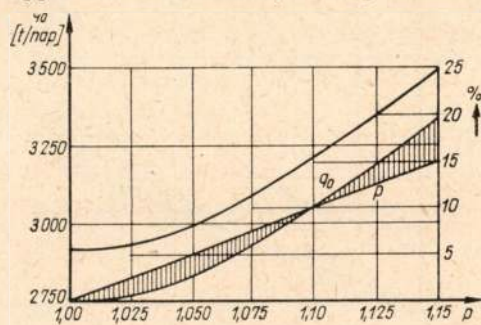
6. ábra

a kamatláb függvényében, hogy az időtényező figyelembevételével számított termelési kapacitás hány százalékkal nagyobb, mint az időtényező figyelembevétele nélkül számított termelési kapacitás.

A 6. és 7. ábrák a második változatot mutatják be.

Ebben az esetben is megállapítható, hogy az időtényező figyelembevételével számított optimális termelési kapacitás nagyobb, mint az időtényező nélküli optimális kapacitás. A százalékos növekedés annál kisebb, minél kisebb az időtényező nélküli számított optimális élettartam (n'_0).

Az előzők alapján belátható, hogy az időtényező figyelembevételével számított optimális paraméterek (n, n') és az időtényező nélküli számított optimális paraméterek (n_0, n'_0) között fennálló összefüggés általános érvényű diagrammal fejez-

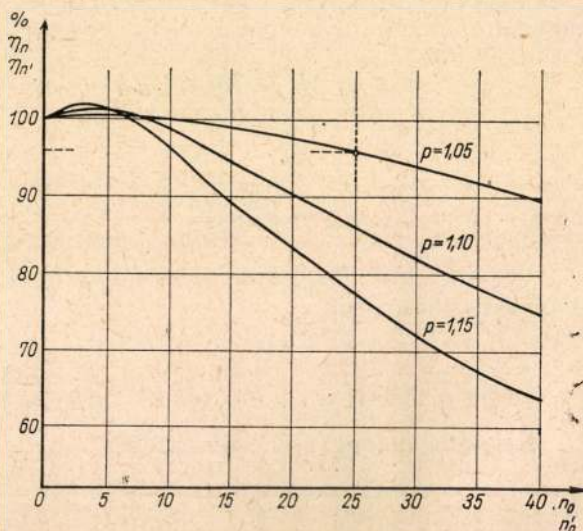


7. ábra

hetők ki. Ha ugyanis a kétféle úton számított paramétereket arányba állítjuk, dimenzió nélküli analízishez jutunk. Így :

$$\eta_n = 100 \frac{n}{n_0}$$

százalékos viszonzyszám csak a p kamattényező függvénye.



8. ábra

A 8. ábra $p = 1,05, p = 1,10$ és $p = 1,15$ kamattényezőkhöz tartozó diagramokat adja meg. Ezek a diagramok lehetővé teszik, hogy az időtényező figyelembevétele nélkül számított paraméterhez (n_0) milyen paraméter (n) tartozik, ha az időtényezőt is figyelembe vesszük. Így például, ha az egyszerű képlettel számított $n_0 = 25$ év, akkor $p = 1,05$ esetén az optimális paraméter ennek 96%-a, azaz $n = 0,96 n_0 = 24$ év.

Ugyanezt a dimenzió nélküli analízist alkalmazhatjuk az optimális kapacitás területén is, ha bizonyos egyszerűsítéssel élünk. Ez az egyszerűsítés abban áll, hogy $D_0 = 0$ legyen, azaz azt tételezzük fel, hogy a beruházási egyenes egyenletének nincsen tiszta tagja :

$$D = dq_0$$

Ilyen feltétel mellett az optimális kapacitást, illetőleg az optimális időtartamot az alábbi összefüggések adják meg :

$$\frac{K_n z^2}{Qd(p-1) \ln p} = c_1 = \frac{p^{n'}}{(p^{n'} - 1)^2}$$

azaz

$$p^{n'} = \frac{2c_1 + 1 \pm \sqrt{(2c_1 + 1)^2 - 4c_1^2}}{2c_1}$$

Képezzünk most is

$$\eta_{n'} = 100 \frac{n'}{n'_0}$$

százalékos viszonzyszámot. A 8. ábra ennek a változását is ábrázolja n'_0 függvényében $p = 1,05, p = 1,10$ és $p = 1,15$ kamattényezőkhöz mellett. A diagramok értelmezése teljesen hasonló az előbbi-

hez, azaz a viszonylag könnyen számítható n'_0 paraméter birtokában a diagram megadja azt a paramétert (n'), amely az időtényezőt is figyelembe veszi, ez az utóbbi azonban némi elhanyagolást rejt magában ($D_0 = 0$).

Vizsgálataink két alapvető esetet elemeztek. Az első esetben adott termelési kapacitás mellett kerestük az aknamezők optimalis csapásmenti kiterjedését, a második esetben pedig adott ásványvagyonra telepített aknaüzem esetén kerestük az optimalis időtartamot, illetőleg az optimalis ter-

melési kapacitást. Mindkét esetben két változatot vizsgáltunk, egyik szerint az időtényezőt nem vettük figyelembe, a másik szerint pedig tekintetbe vettük az időtényező szerepét is. Végső eredményként olyan diagramokat adtunk meg, amelyek a két módszer közötti általános viszonyt fejezik ki.

IRODALOM

Zambó: Bányászati telepítések analitikája. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1960.

Irodalom

Uhlmann A., Zircz P., Zsidai J.: Útmutató a bányászati irodalomhoz

A könyv 1964 decemberében jelent meg a Nehézipari Műszaki Egyetem (NME) Központi Könyvtárának gondozásában. A mű 8 fejezetből és mintegy 200 oldalból áll.

A tárgyalt anyag elsősorban az NME könyvállományán és könyvtári tapasztalatain alapszik. Az elsődleges cél, olyan ismeretek és hasznos tudnivalók közlése volt, amelyek birtokában a felsőbbéves egyetemi hallgatók, valamint a fiatal bányamérnökök, biztonságga eligazodhatnak a nagyszámú és egyre szaporodó szakirodalmi munkában.

Az „Útmutató” nem törekedett teljességre, inkább csak a legfontosabb ismereteket rendszerezte. A feldolgozott anyag súlyozott, zömében a szén és érbányászat legfontosabb bányaművelési, bányagépészeti, bányavillamosság-tani és ásványelőkészítési területeiről származik. Az alaptárgyak (matematika, fizika, mechanika, kémia) irodalma óriási terjedelménél fogva még csak vázlatosan sem kerülhetett be a könyvbe. A geotudományok területe is csupán érintve van.

Az első fejezet a szellemi munkavégzés sajátosságait és technikáját tárgyalja. Itt részletesen vizsgálja az intenzív és hatékony szellemi munka végzéséhez szükséges feltételeket és eszközöket. A vizsgálandó anyag feldolgozási technikáját illetően bemutatja mindazokat a lépéseket és fogásokat, amelyek a sikeres tudományos és kutatómunkához szükségesek.

A második fejezet ismerteti a bányászati irodalomban leggyakrabban előforduló dokumentum-fajtákat. Szemléletesen bemutatja a különböző osztályozási rendszereket. Nagyon hasznos az Egyetemes Tizedes Osztályozás (ETO 622) bányászatra vonatkozó rövidített táblázata. Ennek segítségével könnyen és gyorsan el lehet igazodni a hazai és a legtöbb külföldi műszaki könyvtár bányászati szakirodalmában. További előnyt jelent, hogy az ETO bányászati témáiról részletes betűrendes útmutató is készült. Hasznos például szolgál a sajátos osztályozásokra a „Revue de l'Industrie Minière”, valamint a „Referaturnij Zsurnal, „Gornoe Gyelo” című folyóiratok bányászati munkafolyamatokénti rendszerezése.

A forrásismeretek alapjait foglalja magában a harmadik fejezet. Általánosan vizsgálja itt a könyveket, könyvjellegű műveket, folyóiratokat és vegyestípusú dokumentumokat. Szemléletes példákkal tisztázódnak a különböző típusú forrásmunkák legfontosabb ismeretdobjeiei.

A negyedik fejezet az egyes szaktanszék közlése nyomán felsorolja a különböző területek általános érdeklődést érdemlő tudományos munkáit. Ennek a résznek sajnálatos hibája, hogy sem a geodéziai- és bányamérési, sem a bányászattörténeti alapvető tudományos munkákat nem említi meg.

A szakfolyóiratok vizsgálatával és felsorolásával foglalkozik az ötödik fejezet. A közölt folyóiratjegyzék, mintegy 200 bányászati szakfolyóirat címét, kiadási helyét, időszakosságát és hazai lelőhelyét tünteti fel.

A hatodik fejezet a vegyes-típusú dokumentumokat — kutatási jelentéseket, közleményeket, szabványokat, disszertációkat, szabadalmi leírásokat — tárgyalja.

A hetedik fejezet a szakirodalmi tájékoztatás eszközeiről és módjairól — a bibliográfiákról, katalógusokról, referáló-lapokról, a kartonszolgáltatásról, tájékoztató kiadványokról, fordításokról és a figyelőszolgálatról — szól.

A hazai könyvtárakról és azok használatáról esik szó a nyolcadik fejezetben. Itt részletesen ismerteti a könyvtárak technikai szolgáltatása, valamint a hazai fontosabb bányászati jellegű könyvtárak.

Az „Útmutatót” hasznos függelékek zárják be. Ezekben részletesen szerepelnek a bányamérnöki karral, vagy bányászati tanszékkel rendelkező külföldi felsőoktatási intézmények. Itt foglal helyet továbbá a legjelentősebb külföldi bányász professzorok nevének és tudományos munkásságának felsorolása is. Kellemtelen tény azonban, hogy a hazai professzorok munkásságáról szóló rész — valószínűleg tévedésből — kimaradt. Nagyon hasznos az ismertebb bányászati testületek, kutatóintézetek, társaságok, egyesületek, szövetségek jegyzéke. Ez az összeállítás sokkal szerencsésebb lenne, ha a felsorolás nem betűrendben, hanem országokként történt volna. Jó ötlet a függelék rész befejezését képező testületi rövidítések listája is.

Számos gyermekbetegsége ellenére az „Útmutató” hasznos eszközzé válhat a szakirodalomban elmélyedni kívánók számára. Szükség van azonban arra, hogy az igényesebb olvasók közöljék kritikai észrevételeiket a szerzőkkel, hogy azok figyelembevételével a későbbiekben sor kerülhessen egy újabb átdolgozott és bővített kiadásra.

Dr. Patvaros József

A Nehézipari Műszaki Egyetem Központi Könyvtára a kiadványt térítésmentesen bocsátja az érdeklődők rendelkezésére. (Szerk.)