Szénre telepített hőerőművekről

Dr. ZAMBÓ JÁNOS okl. bányamérnök, akadémikus, Kossuth-díjas és Állami Díjas tanszékvezető egyetemi tanár
(Nehézipari Műszaki Egyetem, Bányaműveléstani Tanszék, Miskolc)

Adott szénelőfordulásra telepíthető hőerőművek optimális kapacitása meghatározható a fajlagos ráfordítás minimuma és a tiszta haszon maximuma alapján, mindkét esetben kamatosítás nélkül és kamatosítással.

A szerző bemutatja az optimális kapacitás számítási módját és elemzi a fajlagos költség változását a kapacitás függvényében.

Kimutatja, hogy a magas kamatláb, 12% már olyan torzulásokat hoz létre, amelyek nem engedhetők meg.

Végül hat pontban foglalja össze a vizsgálatból leszűrhető következtetéseket.

Szénelőfordulásra telepíthető hőerőmű optimális termelési kapacitásának meghatározásához *költségfüggvényekre* van szükség. Az erőművek beruházási költsége szoros összefüggésben van az erőmű kapacitásával. A szénre telepített erőművek esetében a beruházási költség még a szén kalóriaértékével is összefügg. A rendelkezésünkre álló adatok alapján a szénre telepíthető erőművek beruházási költségfüggvényét regressziós eljárással meghatározhattuk, és az alábbi eredményre jutottunk (1972. évi árszinten):

$$K_{B,S}=aT^{\mu}c^{\omega}=105T^{0,838}c^{-0,142}$$

ahol T az erőmű kapacitása MW-ban, c a szén kalóriaértéke kcal/kg-ban. A $K_{B,S}$ dimenziója 10^6 Ft.

Ha a lignit, a szén kalória értéke rendre 1500; 3000; 4500; 6000 kcal/kg, akkor rendre:

1500	$K_{B,S}=37{,}2\ T^{0,838}$
3000	$K_{B,S}=33{,}7\ T^{0,838}$
4500	$K_{B,S}=31{,}8\ T^{0,838}$
6000	$K_{B,S}=30{,}5\ T^{0,838}$

Az összehasonlítás kedvéért megadjuk az atomerőművekre vonatkozó, ugyancsak a hazai adatokból regressziós úton számított beruházási költséget is:

$$K_{B,A}=38{,}7\ T^{0,838}$$

Ezek szerint az atomerőmű beruházási költsége kereken 22%-kal lenne nagyobb, mint például 4500 kcal/kg-os szénre telepített erőmű beruházási költsége egyező kapacitások mellett.

Szénhidrogénekre telepített erőművek esetében hasonló körülmények között számított beruházási költségfüggvény:

$$K_{B,H}=35{,}2\ T^{0,794}$$

A szénbázisú erőművek egyszerű, kamatosítás nélküli fajlagos költségfüggvényét az alábbi formában lehet felírni:

$$k=k_B+k_{\mathfrak{v}}=\frac{aT^{\mu}c^{\omega}}{W_0}+\frac{b}{T^{1-\nu}}$$

ahol W_0 a szénbázisból nyerhető összes 10^6 kWó. A b koefficiens és a ν kitevő értékét szintén regressziós alapon lehet meghatározni. k_B a beruházásból eredő költség, $k_{\mathfrak{v}}$ pedig az üzemi költség.

Az egyszerű ráfordítás minimuma szerinti optimális kapacitás megadható:

$$T_0=\left[\frac{(1-\nu)bW_0}{\mu a c^{\omega}}\right]^{\frac{1}{\mu-\nu+1}}$$

Példaképpen tekintsünk egy lignitelőfordulást, amelynek jellemző adatai: $c=1600$ kcal/kg és $W_0=25\cdot10^4\cdot10^6$ kWó.

A ν kitevő az erőművek szolgáltatta adatok alapján a regressziós függvények összefüggéseinek segítségével volt számítható. Esetünkben: $\nu=0{,}870$.

b koefficiens példánkban legyen: 1,1. Ezeknek megfelelően:

$$k_{\mathfrak{v}}=\frac{1{,}1}{T^{0,130}}$$

$k_{\mathfrak{v}}$ dimenziója Ft/kWó, ha T dimenziója MW.

A $k_{\mathfrak{v}}$ fajlagos költség két részre bomlik:

$$k_{\mathfrak{v}}=k_t+k_á$$

azaz a tüzelőanyag (k_t) és az átalakítás ($k_á$) költségére. Szénbázisú hazai erőművekben a k_t a $k_{\mathfrak{v}}$-nek 30—42%. A b koefficiens függ tehát a szénelőfordulás jellegétől is. Az általunk megválasztott b érték (1,1) arra utal, hogy a külszíni műveléses lignitelőfordulás meglehetősen kedvezőtlen. Kedvezőbb körülmények között a b érték kisebb lehet. Vizsgálatunk azonban általános jellegű, a konkrét példa csak a könnyebb tájékozódást szolgálja.

A szóban forgó lignitelőfordulásra telepíthető erőmű egyszerű fajlagos termelési költsége, ha $b=1{,}1$:

$$k=\frac{105T^{0,838}}{25\cdot10^4\cdot1600^{0,142}}+\frac{1{,}1}{T^{0,130}}$$

ahonnan az optimális kapacitás:

$$T_0=\left(\frac{0{,}130\cdot1{,}1\cdot25\cdot10^4\cdot1600^{0,142}}{0{,}838\cdot105}\right)^{\frac{1}{0,968}}=$$

$$=1463\ \text{MW}$$

Az optimális kapacitáshoz tartozó fajlagos költség: $k_0=0{,}493$ Ft/kWó.

A különböző b értékek szerint írhatók az alábbi sorok:

b	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
T_0	917	1052	1188	1325	1463	MW
k_0	0,333	0,374	0,414	0,454	0,493	Ft/kWó
$k_{B,0}$	0,045	0,050	0,056	0,061	0,066	Ft/kWó
$k_{\mathfrak{v},0}$	0,288	0,324	0,358	0,393	0,427	Ft/kWó

Az optimális értékeket (T_0; k_0) tekintsük alapnak. Így ezekhez viszonyíthatunk:

$$\lambda=\frac{T}{T_0}$$

és

$$\eta\%=\frac{k}{k_0}100$$

ahol a T és k összetartozó értékpárok.

Behelyettesítések után az alábbi összefüggésre jutunk:

$$\eta\% = \frac{(1-\nu)\lambda^{\mu-\nu+1}+\mu}{(\mu-\nu+1)\lambda^{1-\nu}}100$$

Ezzel egy lényeges és általános érvényű összefüggésre jutottunk, amely megmutatja, hogyan növekszik a fajlagos termelési költség, ha az optimálisnak megismert kapacitás (T_o) helyett egy másik kapacitással ($T = \lambda T_o$) számolunk. A számított optimális kapacitásnak csak elvi jelentősége van, hiszen az erőművekben a ténylegesen megvalósítható kapacitások lépcsőzetesen jelentkeznek. A függvények tehát csak elvileg folyamatosak, gyakorlatilag azok a pontok jönnek számításba, amelyeket a lépcsők kijelölnek.

Az összefüggésnek érdekessége, hogy az η-nak λ függvényében való változását csak a μ és a ν kitevők határozzák meg, az a és b koefficienseknek nincs szerepük.

Esetünkben:

$$\eta\% = \frac{0{,}130\lambda^{0{,}968}+0{,}838}{0{,}968\lambda^{0{,}130}}100$$

Az *1. ábra* megmutatja η változását λ függvényében. Jól látható, hogy a fajlagos költség az optimális kapacitás környékén nem érzékeny a λ, illetve a T változására. Következik ebből, hogy a számított optimális termelési kapacitás csak iránymutató, a tényleges kapacitás eshet ennek a környékére bárhova. A lépcsőkben jelentkező erőművi tényleges kapacitások közül azt célszerű választani, amelyik a T_o-hoz legközelebb esik, sőt még egyéb szempontokat is figyelembe lehet venni. Ilyen lehet például az években kifejezett, az optimálisnál nagyobb üzemidő.

Ha a μ és ν kitevők nem nagyon különböznek egymástól, akkor számítási egyszerűsítéshez is folyamodhatunk azzal, hogy a két kitevőt azonosnak tekintjük. Legyen esetünkben $\mu = \nu = 0{,}838$.

Ennek megfelelően:

$$T'_o = \frac{(1-\mu)bW_o}{\mu a c^{\omega}} = 0{,}1945\frac{b}{a'}W_o = 0{,}1945\,\psi W_o$$

$c = 1600$ kcal/kg esetében $a' = 36{,}83$. Ha $b = 1{,}1$, akkor $\psi = 0{,}02987$, így:

$$T'_o = 0{,}00581\ W_o$$

amikor T'_o dimenziója MW, ha W_o dimenziója 10^6 kWó.

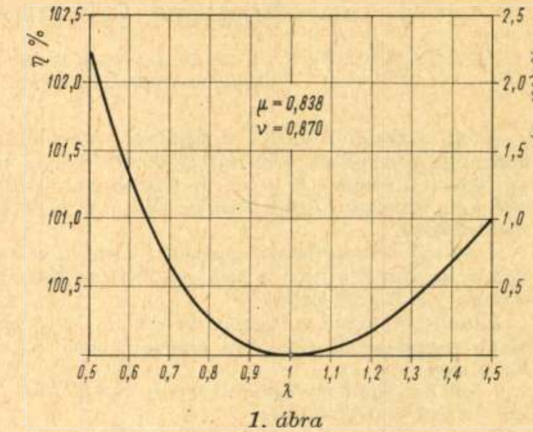
Az előbbi példánkban $W_o = 25\cdot10^4\cdot10^6$ kWó, így a megközelítő érték $T'_o = 1453$ MW, szemben az 1463 MW-al. A változás csak 0,7%, holott a ν kitevő változása 3,8%.

A ψ értéke változhat az árváltozások következtében. Ha az árváltozás százalékosan a-nál és b-nél is ugyanaz, akkor a ψ viszonyszám nem változik.

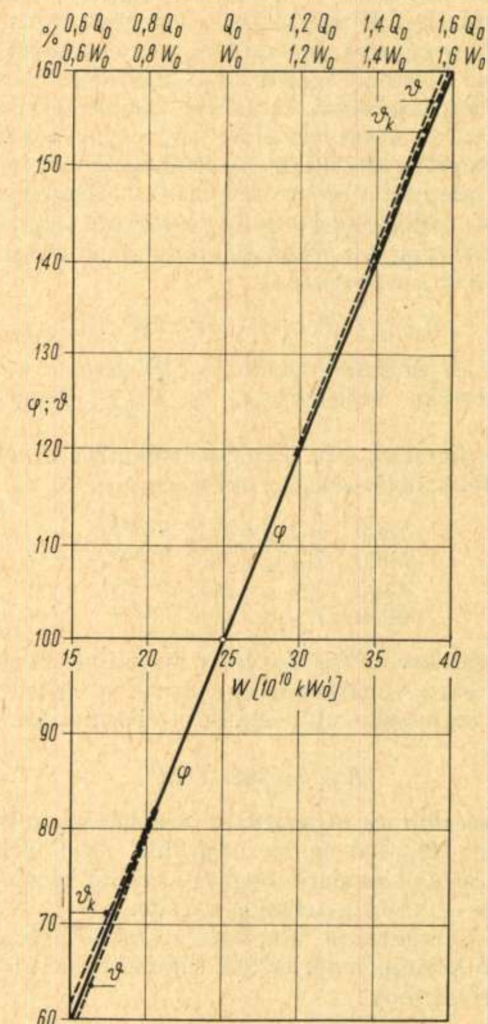
A μ és ν kitevők időállók, hiszen az $(1-\mu)$ 100, illetve az $(1-\nu)$ 100 értékek azt fejezik ki, hogy a költségek hány százaléka az ún. *„állandó jellegű”* költség. Ez pedig eléggé időálló érték.

Számítható az optimális elméleti üzemidő is:

$$N_o = \frac{W_o}{8{,}76T_o}$$



1. ábra



2. ábra

ahol N_o éveket jelent, ha W_o dimenziója 10^6 kWó és T_o dimenziója MW.

Eddig a W_o értékét adottnak tételeztük fel. Legyen most változó: W. Az egyszerűsített összefüggésből következik, hogy a T'_o a W-vel proporcionálisan változik. Következik ebből, hogy az N_o optimális idő változatlan, ha a paraméterek változatlanok.

Mivel az a'; μ; ν paraméterek nem függnek a lignitelőfordulás jellegétől, azért ez az állandónak tekinthető optimális üzemidő csak a lignitelőfordulás jellegével szoros összefüggésben levő b koefficiens függvénye. Esetünkben:

$$N_o' = \frac{21{,}62}{b}$$

Felírható tehát az alábbi sor kerek évekkel:

b	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
N_0	31	27	24	22	20

A *2. ábrán* az abszcisszán a W változását tüntettük fel. Az előbbi példának megfelelően legyen $W_0 = 25 \cdot 10^4 \cdot 10^6$ kWó.

Egy tetszőleges W esetében a %-os változás

$$\varphi\% = \frac{W}{W_0}\,100 = \frac{W}{25 \cdot 10^2 \cdot 10^6}$$

Az egyszerűsített összefüggés alapján a φ százalékhoz tartozó optimális erőműkapacitás példánkban:

$$T'_{w,o} = 14{,}53\ \varphi$$

A szigorú összefüggés szerint számított optimális erőmű kapacitás pedig:

$$T_{w,o} = 14{,}63\ \vartheta$$

amikor ϑ változó és változása az ábrán látható. Megfigyelhető, hogy a ϑ görbe jól simul a φ egyeneshez. Szigorú értelemben véve az optimális üzemidő már nem állandó, csak gyakorlatilag tekinthető annak.

A *2. ábra* abszcisszáján a bányaüzem kitermelhető ásványvagyonának (Q) változását is feltüntettük, hiszen W-ről egyszerűen lehet Q-ra áttérni. Példánkban 1 kWó-nak 1,75 kg 1600 kcal/kg-os lignit felel meg.

Két különböző W, illetve Q értékhez rendelt optimális kapacitáshoz tartozó két fajlagos költség aránya általános formában fejezhető ki:

$$\eta_v = 100\,\frac{k_{0.1}}{k_{0.2}} = 100\left(\frac{W_2}{W_1}\right)^{\frac{1-\nu}{\mu-\nu+1}} =$$

$$= 100\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{\frac{1-\nu}{\mu-\nu+1}} = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{\frac{1-\nu}{\mu-\nu+1}}$$

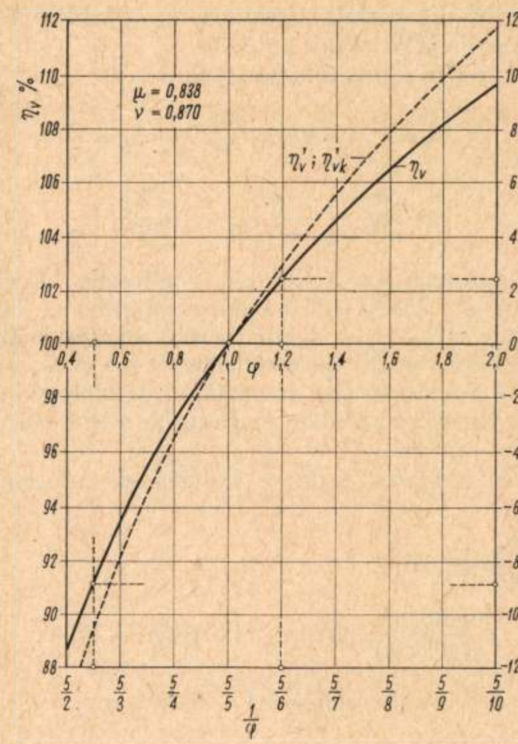
Esetünkben:

$$\eta_v = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{0{,}1343}$$

Ezek az összefüggések természetesen csak olyan két előfordulás összehasonlítására alkalmasak, amelyeknél az a' és b koefficiensek azonosak. A μ és ν kitevőket változatlannak fogadtuk el.

Legyen például $Q_2 = 480 \cdot 10^6$ t, és legyen $Q_1 = 400 \cdot 10^6$ t, azaz $\varphi = 120\%$. Így $\eta_v = 102{,}5\%$. Ha tehát a $480 \cdot 10^6$ t ásványvagyonhoz rendelt optimális kapacitáshoz tartozó fajlagos költség 100, akkor a $400 \cdot 10^6$ t-hoz rendelt ugyanilyen értelmű fajlagos költség 102,5.

Mivel az egyszerűsített összefüggés ($\mu = \nu$) szerint az erőmű optimális kapacitása proporcionális a



3. ábra

szénvagyonnal, azért

$$\eta_v' = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{1-\mu}$$

Esetünkben:

$$\eta_v' = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{0{,}162}$$

összefüggés megközelítően érvényes. Természetesen az η_v (variabilis) nem tévesztendő össze a korábban értelmezett η-val. η_v és η_v' változása esetünkben a *3. ábrán* látható.

Ha arra gondolunk, hogy az $(1-\mu)$ és az $(1-\nu)$ érték az ún. ,,állandó'' költséghányadot fejezi ki, akkor már érthetőbbé válnak ezek az összefüggések. Az erőművekben ugyanis ez a hányad viszonylag kicsi. Úgy is mondhatjuk, hogy az erőművekben a kapacitással proporcionális költség viszonylag nagy részarányt képvisel.

Az optimális kapacitás meghatározható a kamatos ráfordítás minimuma alapján is. Legyen a kamattényező: p (1,05; 1,06; . . ., 1,12). Továbbá az egyszerűbb jelölés kedvéért: $p - 1 = \delta$

Legyen először most is W állandó: W_o

A kamatosítás révén a beruházási költség évi rátái a beruházás ideje alatt kamatoznak az üzem megindulásáig, így a K_B helyébe K'_B lép, amikor $K'_B > K_B$, és $K'_B = fK_B$.

A kamatos ráfordítás a beruházási összeget, illetve ennek fajlagos értékét módosítja, növeli. Olyan $K_{B,k}$ beruházási költséget kell alapul venni, amelyre érvényes az alábbi öszefüggés:

$$K'_B p^N = \frac{K_{B,k}}{N}\,\frac{p^N - 1}{\delta}$$

ahol N az ismeretlen üzemidő:

$$N = \frac{W_o}{\alpha T}$$

Ha W dimenziója továbbra is 10^6 kWó és T dimenziója MW, akkor $\alpha=8{,}76$.

A kamatos fajlagos költség tehát:

$$k_k = k_{B,k} + k_{\mathrm{\ddot{u}}} = \frac{K_{B,k}}{W_0} + k_{\mathrm{\ddot{u}}} =$$

$$= \frac{\delta f a c^{\omega}}{\alpha T^{1-\mu}} \frac{p^N}{p^N - 1} + \frac{b}{T^{1-\nu}}$$

Tulajdonképpen a b érték is változik, hiszen a b értékben a felhasznált szén, esetünkben a lignit költsége is szerepel. Kamatosítás révén a bányaüzem kamatos fajlagos költsége is megnövekszik, ezért a b helyett egy b' értékkel kellene számolnunk. Egyelőre azonban maradjunk meg a b értéknél.

A k_k kamatos fajlagos költségnek minimuma lehet,

ha $\frac{dk_k}{dT} = 0$, azaz:

$$\frac{\delta f a c^{\omega} p^N}{\alpha (p^N - 1)^2}[N\ln p - (1-\mu)(p^N - 1)] -$$

$$-(1-\nu) b \left(\frac{W_0}{\alpha}\right)^{\nu-\mu} N^{\mu-\nu} = 0$$

A kamatlábat és ezzel a kamattényezőt meg lehet választani. A ma érvényben levő kamatláb 12%, ennek megfelelően: $p=1{,}12$.

Legyen példánk most is az előbbi, azaz legyen $W_0 = 25\cdot10^4\cdot10^6$ kWó, és legyen $b=1{,}1$. Az egyszerűség kedvéért f legyen az egységgel egyenlő. Az optimális üzemidő most $N_{o,k}=12{,}9$ év és ennek $T_{o,k}=2212$ MW kapacitás felel meg, szemben az 1463 MW kapacitással. A 12%-os kamatláb tehát növelte a kapacitást éspedig

$$\frac{221\,200}{1463} = 151\%\text{-ra.}$$

Ezek után figyelembe vehetjük azt a körülményt, hogy a b helyébe b' lép. Ahogy az erőmű esetében láttuk, ugyanúgy a bányaüzem esetében is számítható a kamatosítás nélküli fajlagos költség (k_b) és a kamatos fajlagos költség ($k_{b,k}$) $N_{o,k}$ és p mellett. Ennek birtokában az erőműre vonatkozó $k_{\mathrm{\ddot{u}}}$ helyett számítható $k_{\mathrm{\ddot{u}},k}$ és így

$$\frac{b_1'}{T_{o,k}^{1-\nu}} = k_{\mathrm{\ddot{u}},k}$$

összefüggésből a b_1' kifejezhető. Ezzel a b_1' értékkel megismételjük a fent leírt számítást, amikor egy újabb $N_{o,k,1}$ értékre jutunk. Ezzel tulajdonképpen iterációs eljáráshoz folyamodtunk ($\ldots b_2', N_{o,k,2}; \ldots$), és az iterációs eljárást addig lehet folytatni, amíg a kiinduló $N_{o,k,i}$ érték gyakorlatilag megegyezik a számított $N_{o,k,i+1}$ értékkel. Rendszerint két lépés elegendő. A gyakorlati esetekben a legelső $N_{o,k}$ érték az utolsó lépés $N_{o,k}$ értékétől nem számottevően különbözik. Az eljárásnak csak elvi jelentősége van.

Legyen a W változó. Ha most is:

$$\varphi\% = \frac{W}{25\cdot10^2\cdot10^6}$$

akkor most a

$$\vartheta_k = \frac{T_{o,k,v}}{2212} 100$$

változása ugyancsak a *2. ábrán* látható. Gyakorlatilag most is elmondható, hogy $\varphi \approx \vartheta_k$, azaz azonos paraméterek mellett $N_{o,k,v} \approx \text{const.}$

Ha most is elfogadjuk, hogy $\mu=\nu=0{,}838$, akkor $b=\text{const.}$ mellett $\varphi=\vartheta_k'$, azaz $N_{o,k,v}'=\text{const.}$ Valóban, mert $N_{o,k,v}'$ értékét az alábbi összefüggés adja:

$$\frac{\delta f a c^{\omega} p^N}{\alpha (p^N - 1)^2}[N\ln p - (1-\mu)(p^N - 1)] = (1-\mu) b$$

Példánkban számszerűen:

$$0{,}50453 \frac{1{,}12^N}{(1{,}12^N - 1)^2}\cdot$$

$$\cdot[0{,}11333N - 0{,}162(1{,}12^N - 1)] = 0{,}162b$$

Felírható az alábbi sor a különböző b értékeknek megfelelően kikerekített évekkel:

b	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
$N_{o,k,v}'$	16	15	15	14	13

Látható, hogy a szigorú számítás szerint $b=1{,}1$ esetén $N_{o,k}=12{,}9$ év, a megközelítő számítás szerint pedig 13 év. Az is látható, hogy a 12%-os kamatláb igen nagyfokú torzulást hoz létre, az optimális üzemidőt erősen csökkenti, illetve az optimális kapacitást indokolatlanul megnöveli, továbbá az is, hogy b érték 10%-os változása még egy évet sem jelent az üzemidőben.

Szigorúan véve itt is el kellene végezni az iterációs eljárást, azaz a b helyébe meg kellene keresni a b' értéket, illetve az $N_{o,k,v,1}$ helyébe az $N_{o,k,v,i}$ értéket. Az igaz, hogy $b'>b$, így $N_{o,k,v,i}>N_{o,k,v,1}$. A gyakorlatban a b' csak néhány százalékkal nagyobb mint b, így a fenti sorból is látható, hogy a szigorúbb értelemben számított $N_{o,k,v,i}$ nem számottevően különbözik az $N_{o,k,v,1}$ értéktől. Az eltérés egy évnél kisebb.

Természetesen elvileg megoldható a probléma iteráció nélkül is. Mivel b' a bánya kapacitása és így az erőmű kapacitása függvényében fejezhető ki, azért közvetlen módszer is követhető. Az erőmű és a bánya paraméterei (kitevők és koefficiensek) nem egyeznek meg, ezért a közvetlen eljárás lényegesen bonyolultabb. A bonyolultság fokozása azonban ez esetben nem célszerű, mert a lényeghez nem visz érdemlegesen közelebb.

A szénelőfordulásra telepíthető bányaüzemnek az erőműtől függetlenül is van optimális termelési kapacitása. Ezzel itt most nem foglalkoztunk, de az ismert módszerrel ez is elvégezhető. A két kapacitást, az erőműét és a bányáét össze lehet vetni. A kettő között rendszerint nincs lényeges különbség.

Az erőmű optimális kapacitását a ráfordítások minimuma alapján közelítettük meg. Megközelíthető a maximális haszon elve alapján is. Könnyű belátni, hogy a kamatosítás nélküli maximális haszon szerinti optimális kapacitás megegyezik a kamatosítás nélküli ráfordítás szerinti optimális kapacitással. Megvizsgáltuk a kamatos maximális haszonra épülő optimális kapacitást is. Ezek a vizsgálatok azt mutatták, hogy ilyen alapon nagyobb kapacitások adódnak, mint a kamatos ráfordítás minimumához rendelt kapacitások, más szóval az optimális üzemidő tovább csökkenne. Ezért a vizsgálat leírásától el is tekintettünk.

Az elmondottak alapján az alábbi következtetések vonhatók le, még akkor is, ha az elméleti összefüggéseket nem a teljes bonyolultságukban fejtettük ki, hanem csak jó megközelítésekkel operáltunk:

1. A szénre telepített hőerőművek optimális termelési kapacitása és a szénelőfordulás kitermelhető ásványvagyona között gyakorlatilag lineáris kapcsolat van.

2. A ma érvényben levő kamatláb (12%) igen nagy torzulást hoz létre, a kamatos optimális üzemidő nagyon kicsi. *A 12%-os kamatláb már túllépi a realitások határát.* Érthető tehát, hogy a kamatos eljárás szigorúbb elemzésétől el is tekintettünk, illetve azt csak elvileg mutattuk be. A nem szigorú eljárás is elegendő volt ennek a következtetésnek a levonásához.

3. Az elméleti számítással megállapított kapacitás természetesen nem valósítható meg, mert az erőműkapacitások lépcsőkben jelentkeznek. A választás célszerűen azoknak a lépcsőknek a valamelyikére esik, amelyek az elméleti kapacitás alatt vannak, figyelembe véve az erőmű megengedhető „*korszerűségi*" élettartamát. Ennek megfelelően természetesen a fajlagos költség növekszik, ez a növekedés azonban bizonyos határok között nem különösebben számottevő *(1. ábra)*. A fajlagos költség növekedését egy adott előfordulás esetében az

$$\eta\% = \frac{(1-\nu)\lambda^{\mu-\nu+1}+\mu}{(\mu-\nu+1)\lambda^{1-\nu}}\,100$$

összefüggés adja meg, amikor λ a megválasztott lépcsőhöz tartozó kapacitás és az elméleti optimális kapacitás viszonyszáma. Az η és a λ közötti összefüggést csak az μ és ν kitevők határozzák meg. Mivel a kitevők időállóak, az összefüggés is időálló. Az η pontosságát természetesen a μ és ν pontossága szabja meg.

Tegyük fel, hogy esetünkben $(1-\nu)=0{,}130$ helyett 10%-kal nagyobb, azaz $(1-\nu)=0{,}143$, akkor még jelentősen eltérő esetben is, nevezetesen, ha $\lambda=0{,}75$, még akkor is csak annyi a változás, hogy a $\nu=0{,}870$ kitevőhöz tartozó 0,43%-os fajlagos költségnövekedés helyébe $\nu=0{,}857$ esetén 0,47%-os növekedés lép, az eltérés mindössze 0,04%.

4. Ha egyidőben több ugyanolyan minőségű szénelőfordulás is rendelkezésre áll (variabilis), akkor természetes, hogy a nagyobb előfordulás ad kedvezőbb fajlagos költséget. Ha két geológiailag hasonló előfordulást (a' és b koefficiensek megegyeznek) akarunk összehasonlítani, akkor a fajlagos költségek viszonyát az

$$\eta_\nu\% = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{\frac{1-\nu}{\mu-\nu+1}}$$

szigorú és az

$$\eta_\nu'\% = 100\left(\frac{\varphi}{100}\right)^{1-\mu}$$

megközelítő összefüggés adja meg. (Példánkban a *3. ábra.*) Ha például az egyik előfordulás szénvagyona kétszer akkora, mint a másiké ($\varphi=50\%$), akkor a fajlagos költségek aránya esetünkben: $\eta_\nu=91\%$.

5. Fontos következtetés a fentiek alapján még a következő lehet: szénbázisú hőerőmű telepítésének nem lehet meghatározó kritériuma például az a követelmény, hogy a szénelőfordulás biztosítson legalább 2000 MW kapacitást és 30 év üzemidőt, hanem inkább az, hogy *a szénelőfordulásokra telepíthető erőművek fajlagos költsége hogyan viszonylik az atomerőművek vagy a szénhidrogénekre telepített erőművek fajlagos költségéhez.* Az előbbi megszorítás csak akkor jöhet szóba, ha a különböző erőművek fajlagos költsége közel azonos szinten mozog.

6. Képezzük a kamatos és az egyszerű fajlagos költségek különbségét:

$$\Delta = k_k - k = \frac{\delta f a'}{\alpha T^{1-\mu}}\,\frac{p^N}{p^N-1} - \frac{a'}{\alpha N T^{1-\mu}} + \frac{b'}{T^{1-\nu}} - \frac{b}{T^{1-\nu}}$$

Az egyszerűség kedvéért legyen most is $f=1$ és $b'=b$ Így:

$$\Delta = \frac{a'}{\alpha T^{1-\mu}}\left(\delta\,\frac{p^N}{p^N-1} - \frac{1}{N}\right)$$

Legyen a kamatláb 12%, az üzemidő 30 év, és legyen most is szó 1600 kcal/kg-os lignitelőfordulásról. Ezeknek megfelelően:

$$\Delta = \frac{0{,}382}{T^{0{,}162}}\ \text{Ft/kWó}$$

Ha T rendre 500; 1000; 1500 MW, akkor Δ rendre: 0,140; 0,125; 0,117 Ft/kWó. Megállapítható tehát, hogy a 12%-os kamatosítás a fajlagos költséget nagymértékben növeli. *A 12%-os kamatláb olyan nagymértékben torzít, ami már nem engedhető meg, mert ferde szemlélethez vezethet azáltal, hogy az előre kalkulált fajlagos költséget képzetesen eltúlozza.* Ha az ilyen képzetesen eltúlzott fajlagos költséget vetjük össze például az *import villamos energia* fajlagos költségével, akkor az összevetés már elhagyhatja a realitások határát.

„AZ EMBER ÉS MŰSZEREI" KIÁLLÍTÁSRÓL

(Az Országos Műszaki Múzeum műszertörténeti kiállítása a Nemzeti Múzeum Dísztermében)

Dr. Osztrovszki György akadémikus, 1974. március 8-án nyitotta meg a látogatók számára ezt a jól megrendezett, a műszaki tudományok és műszerek iránt érdeklődők számára igen értékes kiállítást. Megnyitójában áttekintette a műszaki múzeumok ügyének évszázados fejlődéstörténetét hazánkban és ezen belül kiemelten méltatta a *Központi Bányászati Múzeum* létrejöttének jelentőségét és néhai *dr. Faller Jenő* ezzel kapcsolatos múlhatatlan érdemét.

Figyelemre méltó és dicséretes az Országos Műszaki Múzeum szakembereinek, *dr. Szabadváry Ferenc* egyetemi tanár, főigazgató vezetésével kifejtett tevékenysége, melynek eredményeként a Múzeum első nagy, reprezentatív és igen szép gyűjteményes kiállítása létrejött. A kiállításnak szinte technikatörténeti tanulmányszámba menő prospektusa — *dr. Horváth Árpád* munkája — 225 kiállítási tárgyat sorol fel.

Folytatás a 622. oldalon