

MÁDAI FERENC,

ÁSVÁNYVAGYON GAZDÁLKODÁS

6



A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

VI. A HOTELLING-FÉLE JÁRADÉK ÉS A HOTELLING-SZABÁLY

1. A HOTELLING-FÉLE JÁRADÉK



Harold Hotelling
(1895–1973)

1931-ben **Harold Hotelling** amerikai közgazdász publikált egy cikket – "*The Economics of Exhaustible Resources*" – melynek megállapításai azóta a nem megújuló természeti erőforrások gazdaságtanának egyik alapvető elméletévé váltak. Hotelling megállapításai két irányban meghatározóak: egyrészt elmélete megszabja az ásványi nyersanyag társadalmilag optimális kitermelésének ütemét, másrészt bevezeti a **Hotelling-féle járulékat**, vagy felhasználói költség fogalmát, mely meghatározó a **bányajáradék (Royalty)** értelmezéséhez.

Mivel az elmélet valójában csak több olyan korlátozó tényező együttes teljesülésekor érvényes, melyek külön-külön önmagukban sem reálisak, ezért megállapításainak érvényességét sokszor vitatták. Viszont ha e korlátozó tényezőket módszeresen kezdjük feloldani, érdekes és a valóságban is megfigyelhető, értelmezhető következtetésekhez juthatunk.

Korlátozó paraméterek

Hotelling elmélete feltételezi a következő tényezők teljesülését a vizsgált idő intervallumban:

- Teljes versenyhelyzet van,
- Nincs technológiai, technikai fejlődés,
- Nem bővül a nyersanyagkészlet,
- Nem változnak a piaci paraméterek.

Határkölség

Hotelling cikke rámutatott, hogy a bányászati cégek gazdasági viselkedése eltérő más cégek viselkedésétől. A mikroökonómiából ismert összefüggés szerint a versenyképes és profit-maximalizálásra törekvő cég addig növeli kínálatát, míg a **határkölsége** el nem éri a piaci árat:

$$S(Q) = MC(Q)$$

ahol $S(Q)$ a kínálati függvény, MC a határkölséget meghatározó függvény.

A vállalatnak legalább olyan árat kell elkérnie termékéért, hogy az utolsó egység termék előállításának költsége is megtérüljön. Ha a termék minden egyes darabját ugyanazon az áron értékesítik, akkor a vállalat kínálati ára a termék határkölségével lesz egyenlő.

Használózat-költség

Hotelling kimutatta, hogy mivel az erőforrás mennyisége korlátos, számolni kell azzal, hogy a most kitermelt nyersanyag a jövő generációk számára már nem áll rendelkezésre. Ezért a most kibányászott erőforrás értékelésénél azt az értéket is figyelembe kell venni, amit az adott erőforrás a jövőben érne. A jövőbeli értéket, miután arról a jelenbeli felhasználás miatt lemondunk, nevezzük **használózat-költségnek (opportunity cost)**.

A Hotelling által meghatározott használózat költség azon jövőbeli profit jelenre diszkontált értéke (nettó jelenértéke), melyet a jövőbeni kitermelés helyett a mostanit növeljük. Ezáltal a profit-maximalizálásra törekvő, versenyképes bányászati cég addig növeli a kitermelését, amíg a termelési határkölsége és használózat költség nem haladja meg a piaci árat:

$$S(Q) = MC(Q) + OC(Q)$$

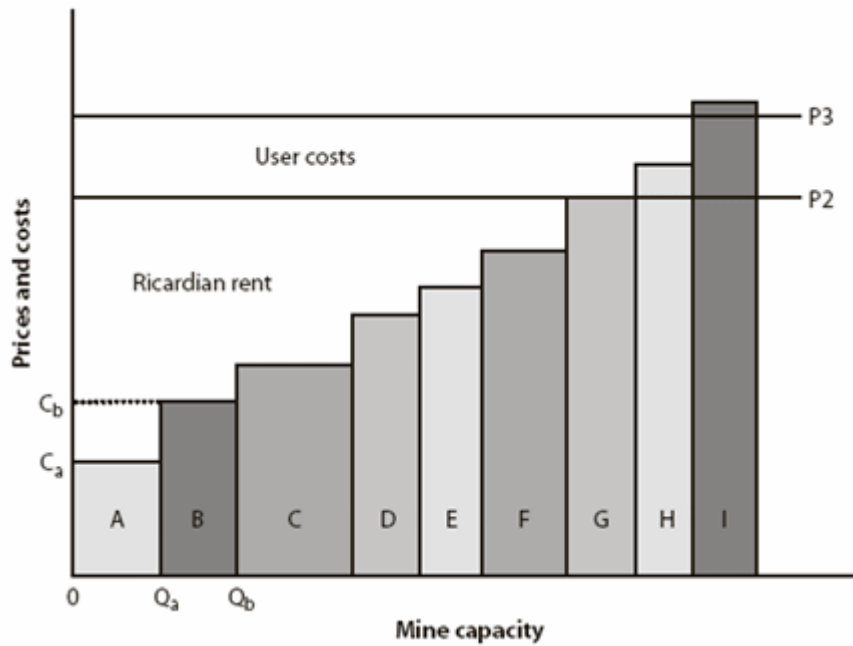
ahol OC a használózat-költség.

Így a **6.1. ábrán** bemutatott G bánya tulajdonosa, mint határkölségen termelő, csak akkor lesz piacképes, ha a piaci ár a kitermelési költségein felül a használózat-költséget is fedezi (**6.1. ábra**). A használózat-

költséget többféle névvel illetik a szakirodalomban: **Hotelling-féle járadék**, **szűkösségi járadék** (*scarcity rent*), **használói költség** (*user cost*), *Royalty*.

E terminológiai sokszínűség sajnos sok félreértelmezésre adott okot. Mértékadó tankönyvek (pl. *Pierce & Turner, Otto et al.*) a *használói költség* fogalmat használják, mivel a kitermelő addig érdekelt a kitermelésben, amíg a piaci ár fedezi a jelenbeli kitermelési költséget és az itt tárgyalt költséget, egyébként leállítja a kitermelést és a nyersanyagot a földben hagyja. Ezért a *használói költség* valódi költséget jelent, habár ez a jövőben jelentkezne és valójában nem járadék.

A *használói költség*nek legalább két fontos szerepét kell megemlíteni. Egyrészt a *használói költség* a jövőbeli haszon **nettó jelenértéke** a határköltségen termelő bányának (G bánya a **6.1 ábrán**), amit akkor veszít el, ha kitermel egy további egységnyi nyersanyagot ahelyett, hogy a mélyben hagyja. A jobb feltételek között termelő bányák (A-F az ábrán) az elvesztett jövőbeni profit nettó jelenértéke a *használói költség*et és a **Ricardo-féle járadék**ot egyaránt tükrözi.



6.1 ábra

A *használói költség* másik fontos jelentése, hogy a határköltségen lévő nyersanyag jelenlegi, kitermelés előtti piaci értékét fejezi ki (*in situ* érték), ami abból a tényből ered, hogy a nyersanyag nem megújuló.

Hotelling ezen túl kimutatta, hogy társadalmilag optimális kitermelés esetén a nyersanyag árának növekedési rátája ($\frac{dP}{P}$) a társadalmi diszkontrátával (s) megegyező, azaz

$$\frac{dP}{P} = s$$

Az egyenlet máshogy rendezve:

$$P_t = P_0 e^{st} \quad (1)$$

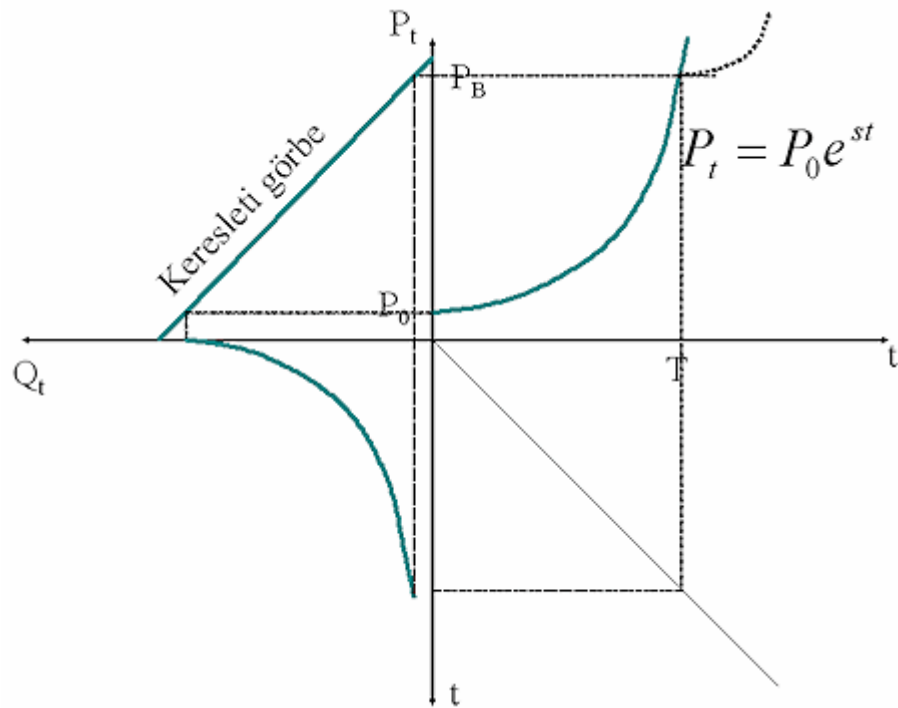
ahol P_t a piaci ár az adott t időpontban, P_0 a jelenlegi ár, t az eltelt idő és s a **társadalmi diszkontráta**, melyet a korábban említett nettó jelenérték meghatározáshoz is alkalmazunk.

Ha ez a feltétel teljesül, akkor a nyersanyag tulajdonosa részéről mindegy, hogy a nyersanyag adott egységét P_0 ár mellett kitermelik most, illetve P_t jövőbeli ár mellett t időpontban termelik ki.

A **Hotelling-szabály** által meghatározott nominálárak növekedése addig tart, amíg az erőforrás ki nem merül. Optimális esetben az adott keresleti függvény alapján az erőforrás iránti kereslet akkor szűnik meg a magas ár miatt, amikor a helyettesítő megoldás fel tudja váltani a nyersanyagot. Ha az erőforrás kimerülésének pillanatában van még kielégítetlen kereslet az adott erőforrás iránt, akkor az árak nem töltötték be a gazdasági szereplők keresletét orientáló szerepüket, azaz nem hatékonyak, illetve nem sikerült helyettesíteni az adott erőforrást.

2. A TÁRSADALMILAG OPTIMÁLIS KITERMELÉS GRAFIKUS MEGOLDÁSA

A Hotelling-szabály grafikusán egy négynegyedes koordináta rendszerben szemléltethető. A jobb felső negyed mutatja a nyersanyag árának változását az idő függvényében. A görbe az optimális árváltozást mutatja, mely mentén – optimális kezdeti ár (P_0) és a diszkontráta (s) mellett – T időpontban fogy el a nyersanyag. A bal felső negyed a nyersanyag iránti keresleti görbe 90° -kal elforgatva: a kitermelhető nyersanyag mennyiségének csökkenésével az ár nő, a kereslet csökken. A jobb alsó negyed feladata mindössze a két időtengely közötti összeköttetés megteremtése. A bal alsó negyed mutatja a kitermelhető, fennmaradó nyersanyag mennyiségének változását az idő függvényében. A kitermelt nyersanyag mennyiségét a görbe alatti terület mutatja.



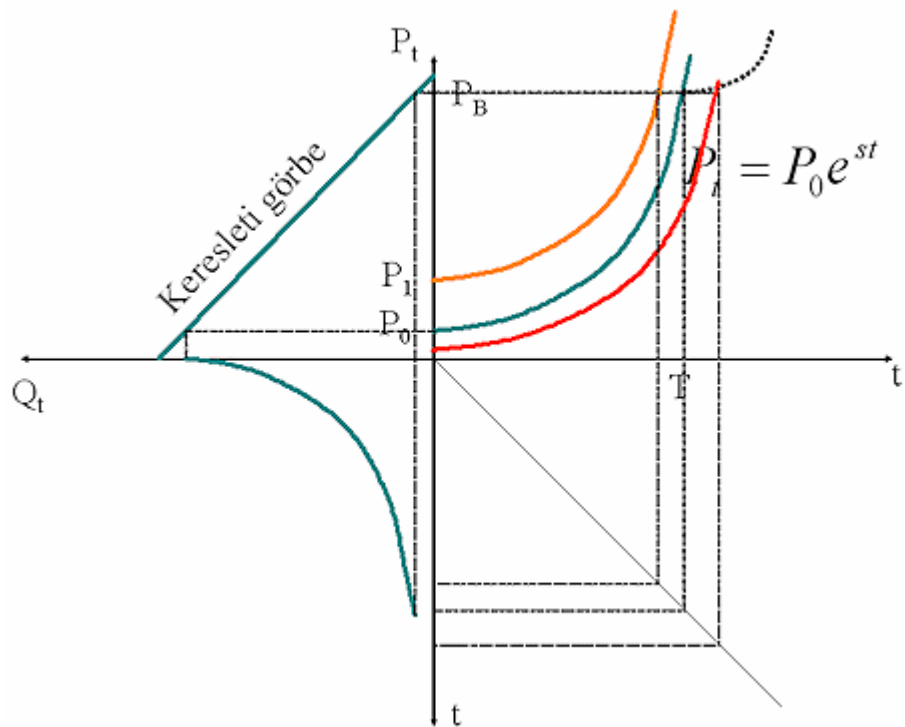
6.2 ábra

P_B az a piaci ár, mely már kellően magas ahhoz, hogy a helyettesítő technológia ára versenyképesé váljon. Helyettesítő technológia jelentheti azt, hogy az eddig használt nyersanyagot egy lényegesen drágább kitermelési és feldolgozási technológiával nyerjük ki gyengébb minőségű lelőhelyekről, de jelentheti azt is, hogy egy drágább, de a korábbtól teljesen eltérő technikával elégték ki az adott szükségletet.

Például a hagyományos szénhidrogén készletek kitermelését első esetben a nem konvencionális (olajpala, gázhidrátok) lelőhelyek kitermelése váltja fel, melyek kitermelése – jelenleg alkalmazott technológiákkal – lényegesen drágább, míg a technológiai váltást jelentheti a szénhidrogénekkal kielégített szükségletek (fűtés, gépjármű üzemanyag, stb.) teljesítése megújuló energiaforrások felhasználásával.

Számunkra itt az a lényeges, hogy a T időponttól a helyettesítő technológia árváltozási görbéje P_B induló árról egy hasonló exponenciális görbe mentén halad tovább. Ugyanakkor e görbe meredeksége kisebb lesz, mint a vizsgált eredeti nyersanyag görbéje, ára lassabban nő, ezért a helyettesítő technológia lesz a piacképes az eredeti nyersanyaggal szemben. Ezáltal a vizsgált eredeti nyersanyag betölti szerepét. A társadalmilag optimális helyzetben ez akkor következik be, amikor a nyersanyag kimerül.

Tételezzük most fel, hogy P_0 nem az optimális kezdeti ár. Ha a kezdeti ár például P_1 , ami a P_0 -nál magasabb (6.3. ábra: narancssárga görbe), akkor ugyanazon diszkontráta (s) mellett a nyersanyag ára T időpont előtt eléri a P_B árszintet, ami azt eredményezi, hogy még rendelkezésre áll haszonnal kitermelhető nyersanyag, de ez már nem kerül kitermelésre. Ez nem a társadalmilag optimális helyzet.

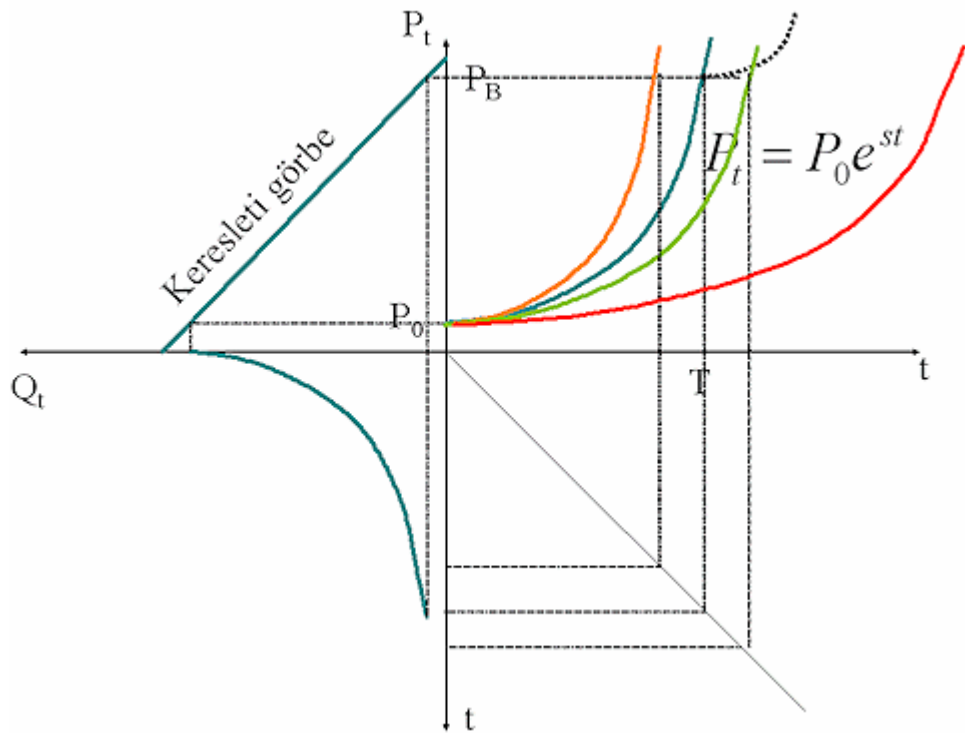


6.3 ábra

Ennél súlyosabb társadalmi következményekkel járhat, ha a kezdeti ár az optimálisnál alacsonyabb (**6.3. ábra**: piros görbe). Ekkor a nyersanyag ára a T időpont után érné el a helyettesítő technológia árát, ami a nyersanyag kimerülését eredményezi azelőtt, hogy a helyettesítő technológia már a piacra bevezethető lenne. Az árak lassabban emelkednek az optimálisnál és nem informálják megfelelően az erőforrás felhasználókat a készletek szűkösségéről. Az alacsony árak nem ösztönzik a fogyasztókat arra, hogy helyettesítő termékeket keressenek, vagy más technológiai fejlesztés révén csökkentsék fogyasztásukat, keresletüket. Az alacsony árak miatt a fogyasztók nem vesznek tudomást a készletek kimerüléséről, és még a kimerülés pillanatában is nagyon jelentős kielégítetlen kereslet van. A túlereslet, és a helyettesítő technológiai felkészületlensége miatt a kieső erőforrást nem lehet azonnal pótolni, a gazdaság adott szektora súlyos nehézségekkel, esetleg összeomlással kénytelen szembenézni. Ez sem nevezhető optimális kitermelésnek.

Ezzel megegyező következtetésekre jutunk, ha a társadalmi diszkontrátát (s) vizsgáljuk. Ha a diszkontráta az optimálisnál nagyobb, akkor az árváltozási görbe meredeksége lesz nagyobb (**6.4. ábra**: narancssárga görbe), ezért a görbe T időpont előtt éri el a helyettesítő technológia árát és ekkor is marad felhasználatlan, de haszonnal kitermelhető nyersanyag. Ha a diszkontráta az optimálisnál kisebb (**6.4. ábra**: zöld görbe), akkor a görbe T időpont után éri el a helyettesítő technológia árát, ami a fentebb említett következmények miatt ellátási nehézségeket okozhat.

Ez utóbbi eset túlzott mértékű megjelenése súlyos társadalmi konfliktusokhoz is vezethet, ha a diszkontráta az optimálisnál jóval kisebb (**6.4. ábra**: piros görbe). Ekkor az árváltozási görbe meredeksége igen kicsi, a nyersanyag ára T időpontban jócskán elmarad a helyettesítő technológia árától. Bár közvetlen következtetéseket a Hotelling-szabályból nem lehet levonni, ennek példaként említhetjük több volt szovjet utódállam helyzetét, ahol az energiahordozók árát évtizedeken keresztül mesterségesen alacsonyan, gyakorlatilag változatlanul tartották. A korszerű fűtési és hűszigetelési megoldásokra az alacsony árak mellett senki – sem a lakosság, sem az önkormányzat – nem gondolt, ezért komoly megrázkódtatásokat okozott a világgiazi, vagy ahhoz közelítő gázárak kényszerű bevezetése.



6.4 ábra

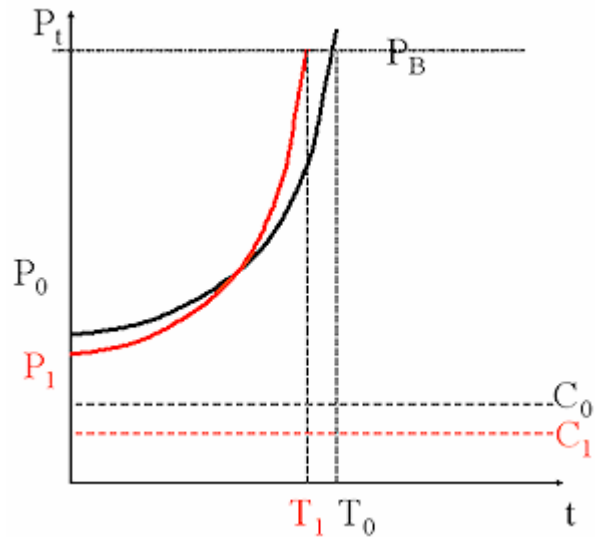
Fontos megjegyezni, hogy ez a – bár nagyon fontos – elmélet tisztán akkor érvényes, ha számos olyan, a bevezetésben említett korlátozó tényezőt feltételezünk, melyek modern piacgazdasági körülmények között nem teljesülnek. Ezért közvetlen következtetéseket ebből a gazdaság számára levonni túl merész lenne. Arról például Hotelling sem beszél, hogy előfordulhat-e az, hogy esetleg azért szüntessék be egy erőforrás kiaknázását, mert kitermelésének határhaszna zéróvá, esetleg negatívvá válik. Lehet, hogy a kérdés nem is csupán elméleti. Napjainkban szembesülünk azzal a ténnyel, hogy a globális felmelegedés kapcsán a széndioxid-kibocsátást olyan mértékben kellene csökkenteni, hogy elképzelhető, a szén mint energiaforrást ki kell majd vonni az energiagazdálkodásból, annak ellenére, hogy az egyik legnagyobb mennyiségű energiahordozónk.

A korlátozó paraméterek feloldása

A továbbiakban megvizsgáljuk, hogy milyen hatása van annak, ha a korlátozó paraméterek valamelyikét feloldjuk. Az ásványvagyongazdálkodás szempontjából legfontosabbnak a bányászati technológia és technika fejlődésének, illetve a nyersanyagkészletek bővülésének figyelembe vételét tekinthetjük. Az utóbbi fél évszázadban e kettő egymásra kölcsönösen hatva óriási mértékű fejlődésen ment keresztül.

A bányászati technológia fejlődésének hatása

A bányászati technika és technológia fejlődése a kitermelési költségek egységnyi nyersanyag mennyiségre számított jelentős csökkenését okozta az elmúlt évtizedekben. A kitermelési költségek (6.5. ábrán: C helyett C_1) csökkenése esetén az (1) egyenlet [2] összefüggése alapján a P_0 - C kezdeti használói költség fog növekedni a diszkontrátával. Emiatt – eredeti P_0 mellett – a nyersanyag ára hamarabb érné el a P_B árszintet, minthogy a nyersanyag kimerülne. Ezért a kitermelés úgy lehet társadalmilag optimális, ha alacsonyabb induló ár (P_1) mellett a kezdeti periódusban több nyersanyag kerül kitermelésre. Végeredményben a nyersanyag az eredetinel korábban merül ki, de a teljes készlet felhasználásra kerül. Így a termelési költség csökkenését eredményező technikai fejlődés önmagában a nyersanyag korábbi kimerüléséhez vezet.

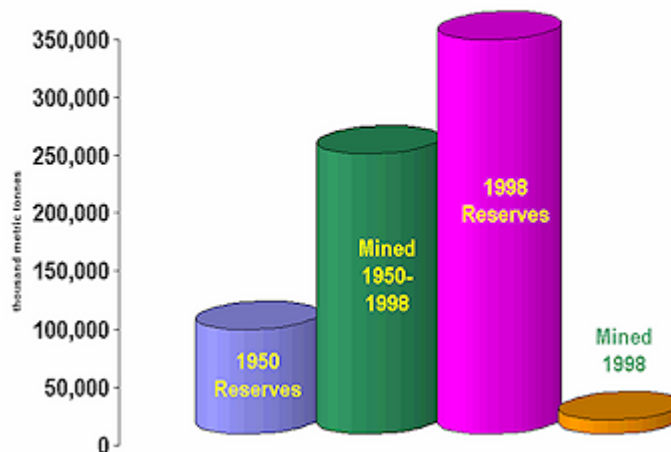


6.5 ábra

Nyersanyagkészletek bővülésének hatása

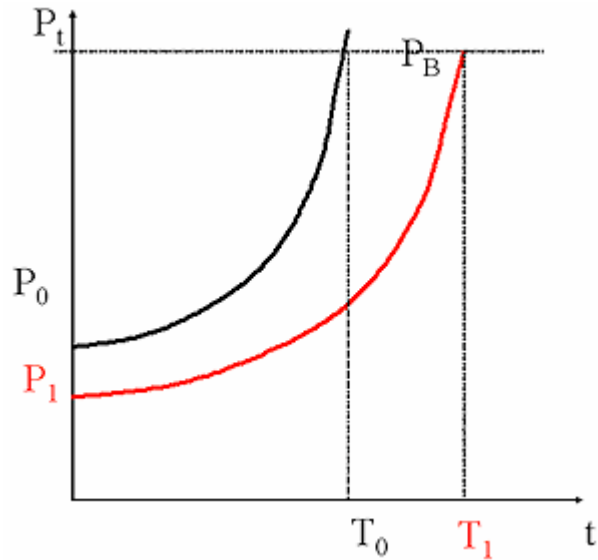
Szerencsére a technikai és technológiai fejlődés a földtani kutatásban is nagyon jelentős volt, így mindenképp számolnunk kell a nyersanyagkészletek bővülésével is. Az utóbbi fél évszázad fejlődését a bányászati és földtani kutatási technika és technológia terén szemléletesen mutatja a következő diagram. Az ábra szerint a világon ismert gazdaságosan kitermelhető rézérc készlet 100 millió tonna volt 1950-ben. Ehhez képest a következő közel 50 évben két és félszer ennyit termeltek ki és három és félszer ennyi gazdaságosan kitermelhető rézérc volt ekkor ismert. Ez természetesen nem csak azt jelenti, hogy korábban ismeretlen lelőhelyeket fedeztek fel, illetve a földtani kutatás folytatásával az ásványi nyersanyagot ásványvagyonná [1] minősítették, hanem azt is, hogy a korábban nem gazdaságos előfordulások új kitermelési és előkészítési technológiák bevezetésével gazdaságossá váltak.

World Mined Copper & Reserves



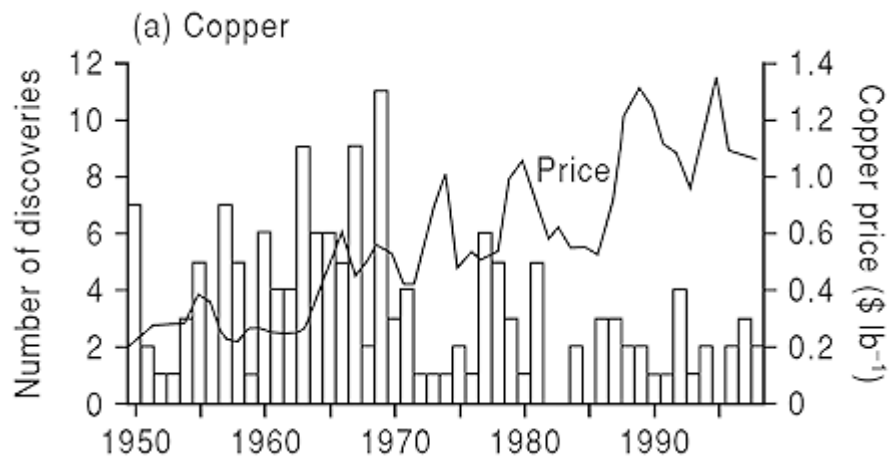
6.6 ábra

Ha a készlet bővül, és a keresleti görbe nem változik, a nyersanyag hosszabb ideig tart ki. Viszont így a társadalmilag optimális kitermeléshez alacsonyabb kezdeti nyersanyagár alakul ki.



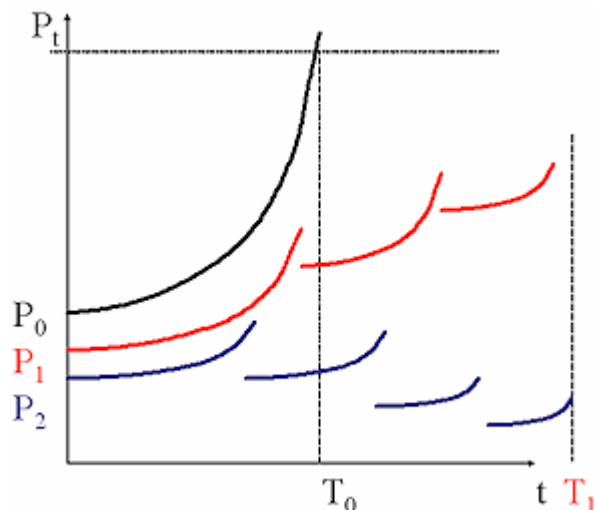
6.7 ábra

Ez utóbbi gondolatmenetet követve vegyük figyelembe, hogy az utóbbi fél évszázadban a nyersanyagkészlet bővülése milyen jelentős volt. Jól követhető, hogy a nyersanyagárak emelkedését követően nőtt a földtani kutatásra fordított összeg, ennek eredményeként a nyersanyagkészlet. E folyamatot a réz esetében a 6.8. ábra szemlélteti. Az áremelkedés és a földtani kutatás intenzitásának növekedése egymáshoz képest 3-4 éves eltolódással közel 10 éves ciklusokban jelentkeznek.



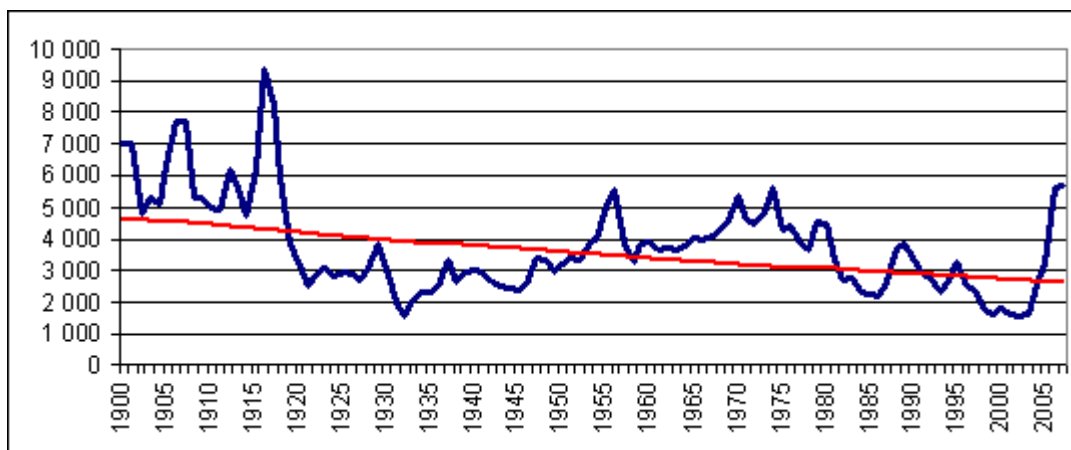
6.8 ábra. Rézérclelőhelyek felfedezési gyakorisága és a réz árának változása (inflált dollár) Blain (2000) szerint

Ha ezt figyelembe vesszük, akkor jelentősebb lelőhely felfedezések eredményeként a következő diagramot kapjuk. Ez azt mutatja, hogy a nyersanyagárak hosszútávon a földtani kutatás és a technikai fejlődés eredményeként csak lassan növekednek (6.9. ábra: szaggatott piros vonal), sőt inkább csökkenő tendenciát mutatnak (szaggatott kék vonal).



6.9 ábra

Ezt érdemes összehasonlítani a réz világszerte átlagos (infláció-korrigált) dollárban jelzett alakulásával (6.9. ábra: kék vonal) az utóbbi évszázadban. A piros vonal az átlagolt trendet jelzi. A Hotelling-szabályt többször bírálták, különösen az 1990-es években, amikor a nyersanyagárak tartósan alacsonyok voltak.



6.10 ábra: A réz világszerte átlagos alakulása. Forrás: USGS

Monopolisztikus piac

A következőkben nézzük meg, hogy mi történik, ha **monopolisztikus** a piac. A monopolisztikus piacon az a legfontosabb eltérés a tökéletesen versenyző piachoz képest, hogy a monopolhelyzetben lévő termelő nem árelfogadó helyzetben van, hanem kibocsátásának változtatásával saját maga képes befolyásolni az árakat. A monopoltermelő azáltal, hogy ugyanolyan keresleti görbe és készletmennyiség mellett kibocsátását a tökéletesen versenyző piacon lévő R_0 mennyiség helyett az annál kisebb, R_{OM} mennyiségnél határozza meg, magasabb árat érhet el.

Ugyanakkor a monopólium a kibocsátás visszafogása árán tudja a profitját maximalizálni. Változatlan keresleti görbe, változatlan termelési technológiák és fogyasztói preferenciák mellett, a kisebb mennyiség miatt a piacon magasabb árak alakulnak ki. Ebből az következik, hogy a monopolpiacon a tökéletesen versenyző piacra jellemző P_0 ár (6.11. ábra: zöld görbe) helyett annál magasabb P_{OM} jelenbeli ár (6.11. ábra: piros görbe) alakul ki. Ha magasabb a P_{OM} jelenbeli ár és hosszabb az ellátottság T_M időtartama, akkor ebből az is következik, hogy a monopolpiacon kisebb lehet az optimális társadalmi hasznosság diszkontrátája, mint a tökéletesen versenyző piacon.

Egészítse ki a mondatot!

A bányászati cég addig tudja versenyképesen növelni a termelését, míg a
és a együttesen el nem éri a
piaci árat.

Válassza ki a helyes választ!

6. Mivel egyenlő a nyersanyag in situ értéke?

A jelenlegi piaci ár és a haszonanyag-tartalom szorzatával.

A haszonáldozat költséggel, azaz a kitermelés eredményeként szerezhető haszon nettó jelenértékével.

A piaci ár és a megkutatott nyersanyag mennyiségének szorzatával.

7. A Hotelling szabály szerint, ha a nyersanyag ára a társadalmi diszkontrátával növekszik, akkor a vállalkozó számára...

előnyös

hátrányos

nem számít, hogy kitermeli-e a nyersanyagot ahelyett, hogy a mélyben hagyja

Használja a Hotelling szabály grafikus összefüggéseit a következő feladatok megoldásához!

14. 1200 egységnyi ásványi nyersanyag áll rendelkezésre. A keresleti függvény: $P=2000-Q$, ahol P a nyersanyag ára, Q a nyersanyag mennyisége. A határköltség 400 egység és időben konstans. A diszkonttényező 10%.

8. Mennyi a nyersanyag ára t_0 időpontban?
9. Mennyi lesz a nyersanyag ára a 10. évben?
10. Hány év múlva szűnik meg a kereslet a nyersanyagra?
11. Ha a helyettesítő megoldás P_B ára 1800, hányadik évben szűnik meg a kereslet a nyersanyagra?
12. Mennyi lesz a nyersanyag ára a 10. évben, ha a diszkontráta 15%?
13. Hány év múlva szűnik meg a kereslet ebben az esetben a nyersanyagra?

14. 20. Ha a helyettesítő megoldás P_B ára 1800, hányadik évben szűnik meg a kereslet 15%-os diszkontráta mellett a nyersanyagra? (Válaszát tizedes pontossággal adja meg!)

Kifejtendő kérdések

Válaszok: láthatók nem láthatók

1. Mit értünk *helyettesítő megoldás* alatt a Hotelling szabály során?
2. Mondjon példát arra, mi helyettesítheti az egyéni gázfűtést, ha a gáz ára jelentős mértékben és tartósan nő.
3. Mikor érdemes bevezetni a helyettesítő megoldást?
4. Miért nem optimális eset, ha a nyersanyag ára a társadalmi diszkontrátánál gyorsabban nő?
5. Mi a veszélye annak, ha a nyersanyag ára a társadalmi diszkontrátánál lényegesen alacsonyabban nő (figyelembe véve a Hotelling szabály korlátozó tényezőit is)?
6. Hogyan módosítja a technológiai fejlődés a Hotelling szabályt, milyen hatással van ez a nyersanyag árának változására?
7. Hogyan módosul ez a folyamat, ha figyelembe vesszük a teljes (környezetvédelmi, szociális) bekerülési költséget?

[1] A korábbi magyar terminológia szerint földtani vagyonból ipari vagyonná

[2] $P_t = P_0 e^{st}$