

## Túlélési függvények — selejtezési tulajdonságok\*

## A túlélési függvények fogalma és fajtái

Minden gép<sup>1</sup> fajtájától és használati módjától függően hosszabb-rövidebb ideig él, üzemképes. Ha a gépet a  $t = 0$  évben helyezik üzembe és  $t = \nu$  évre használódik el: maximális élettartama  $\nu$  év. A maximális élettartam elérése előtt a gép kiselejtezhető, de tovább — a feltételezések szerint — nem tartható üzemben.

A gépek nemcsak maximális élettartamukat, de termelésből való *kilépésük időbeli lefutását* tekintve is különböznek egymástól. Vannak olyan gépek, amelyek változatlanul, teljes születési terjedelmükben vesznek részt a termelésben egész életük során, következésképpen teljes terjedelmükben lépnek ki a  $t_\nu$ -edik évben. Más gépeknél a kihalás fokozatos: az üzemelés során egyes részek előbb, mások később válnak használhatatlanná, kerülnek kiselejtezésre. A termelésből való kilépés lehet teljesen szabálytalan, de szabályos is.

A kilépés módozatai egyben azt is meghatározzák, hogy a  $t_0$  évben termelésbe lépő gép teljes születési terjedelmének mekkora része dolgozik még az üzembehelyezést követő első, második, . . . ,  $t_\nu$ -edik évben. A *túlélési függvény* fejezi ki ezeket a részarányokat.

A túlélési függvény,  $Z(t)$  tehát, azt mutatja, hogy a nulladik évben üzembe helyezett gépek közül mennyi a  $t$ -edik évben még üzemben lévő gép. Adott selejtezési függvény  $S(t)$  mellett a  $t$ -edik évet túlélő rész az egész üzembehelyezett és a  $t$  évig kiselejtezett mennyiség különbsége. Azaz,

$$(1) \quad Z(t) = \int_{t_0}^{t_\nu} S(t) dt - \int_{t_0}^t S(t) dt = \int_t^{t_\nu} S(t) dt.$$

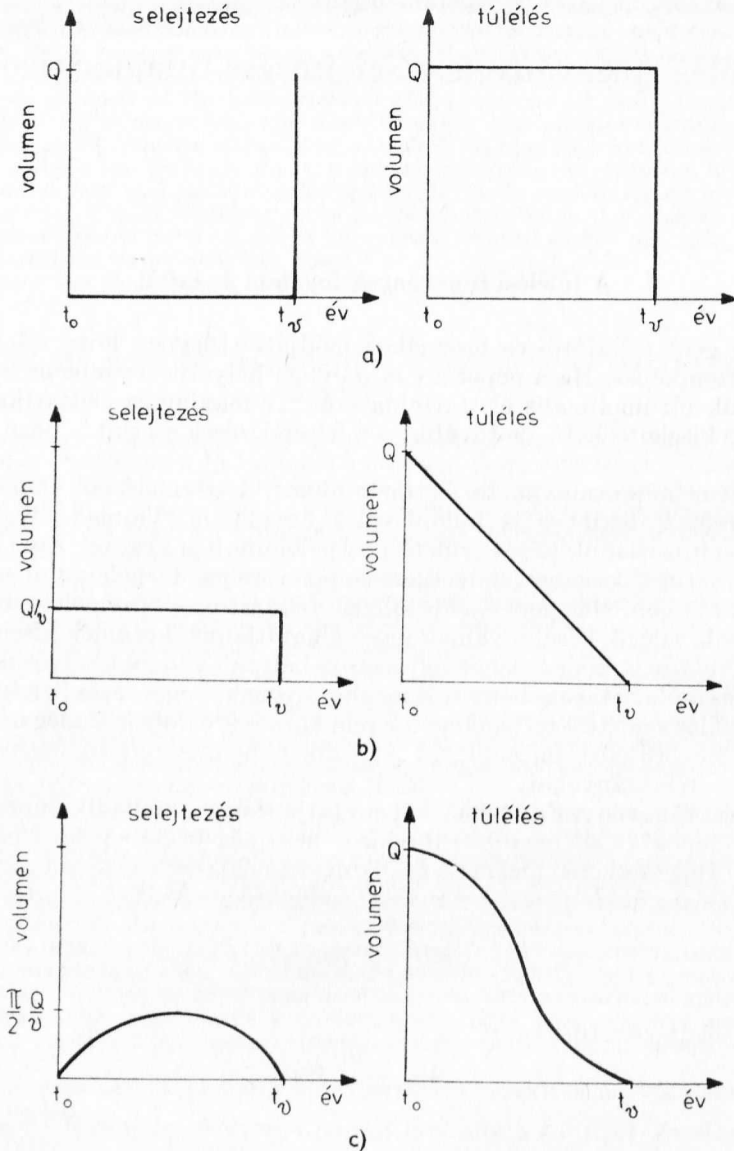
Ebből a selejtezési függvény

$$(2) \quad S(t) = -Z'(t).$$

A következő, 1a, b és c ábrákon három egyszerű selejtezési és a hozzájuk tartozó túlélési függvény található.

\* Az e tanulmányban ismertetett vizsgálat az 1980–1981-es hollandiai tartozkodásom alatt folyt. A kutatás elvégzését meghívásával az Eindhoveni Műszaki Egyetem Filozófiai és Társadalomtudományi Főosztálya tette lehetővé. Munkámat kritikai észrevételekkel és tanácsokkal *J. Wemelsfelder* és *H. den Hartog* lendítette előre. A gépi számítások *D. Rabinowits* vezetésével készültek. Mondandóm világosabb megfogalmazását *Simonovits A.* és két ismeretlen lektor megjegyzései könnyítették. Kollegáimnak ezúttal is köszönetet mondok segítségükért.

<sup>1</sup> Gépeken a továbbiakban gépeket, felszereléseket, berendezéseket, járműveket értünk. Túlélési függvényeket nemcsak a gépekre, de az összes állóeszközre (gép + épület) is meg szoktak határozni. Jelen vizsgálatban azonban csak a gépi állóeszközök szerepelnek.



1. ábra

Az 1a. ábrán bemutatott gép teljes születési terjedelmében ( $Q$ ) vesz részt a termelésben egész élete során, addig, amíg el nem éri legmagasabb életkorát, a  $t$ -évet, amikor is ugyancsak teljes terjedelmében egyszerre kilép a termelésből. Ehhez a selejtezési viselkedéshez tartozó túlélési függvény derékszögű.

Az 1b. ábra egy másik egyszerű selejtezési viselkedést mutat be. A selejtezésre itt az jellemző, hogy az üzembe helyezéstől a kilépésig minden évben azonos  $Q/v$  mennyiségű. A túlélési függvény ennek megfelelően lineáris.

Az 1c. ábrán a selejtezés a kezdeti alacsony érékről fokozatosan fut fel az időszak közepi maximumra, majd innen ismét fokozatosan csökken a kilépési életkor eléréséig. Ezt a selejtezési viselkedést egy sinus félhullámmal lehet leírni. A hozzá tartozó túlélési függvény (a pozitív térnegyedbe tolt és a maximumát az  $y$  tengelyen felvevő) cosinus félhullám. E függvény részletebb ismertetésére hamarosan sor kerül.

Technikai jellemzők alapján az esetek többségében megállapítható, hogy az egyes gépek viselkedését melyik selejtezési, illetve túlélési görbe írja le a legjobban. Közgazdasági elemzésekben azonban ritkán fordul elő, hogy egyes gépekkel foglalkozunk. Nagyobb gépcsoportok – legyenek azok akár egy-egy üzem, vállalat vagy ágazat gépei – aggregált selejtezési és túlélési formáira azonban nem lehet csupán műszaki alapon következtetni.

Az aggregált túlélési függvények kialakításánál eddig leginkább azt a stratégiát követték, hogy elméleti megfontolások alapján különböző selejtezési viselkedést tételeztek fel, majd meghatározták az ehhez tartozó túlélési függvényeket.<sup>2</sup>

A leggyakrabban alkalmazott feltételezés szerint a gép-aggregátumok selejtezésére az jellemző, hogy az üzembe helyezést közvetlenül követő első és a leghosszabb ideig üzembe tartható gép által meghatározott maximális élettartamot megelőző utolsó életharmadban kevesebb gép lép ki a termelésből, mint a középsőben. A középidőszakban kulmináló selejtezés jól kezelhető, formában írható le az 1c. ábrán bemutatott selejtezési és túlélési függvényekkel. A túlélési függvény, amit a továbbiakban *egyszerű cosinusnak* nevezünk:

$$(3) \quad Z_t^{(S)} = \frac{1}{2} \left[ 1 + \cos \frac{\pi}{t_v} \cdot t \right].$$

A hozzá tartozó selejtezési függvény pedig a (2) összefüggés alapján:

$$(4) \quad S_t^{(S)} = \frac{\pi}{2t_v} \sin \left( \frac{\pi}{t_v} \cdot t \right). \quad (t < t_v)$$

Az egyszerű cosinus függvény módosított változatával kísérleteztek egy holland számításban.<sup>3</sup> Kiindulva abból a feltételezésből, hogy az első hat évben egyáltalán nincs selejtezés, mert kevéssé valószínű az, érveltek, hogy a vadonatúj gépeket technikai okokból ki kell selejtezni, az egyszerű cosinus függvény *összetolt* változatához jutottak. Azért nevezem összetoltnak ezt a függvényt, mert ugyanazon maximális gépélettartam mellett azáltal, hogy az első hat évben szünetel a selejtezés a későbbiekben intenzívebbé kell válnia, s ezért szinte összéből toldódik.

Az összetolt cosinus függvényt  $Z^{(C)}$ -vel jelölöm. A holland számításban szereplő függvény lefutása csak nagyjából felel meg az egyszerű cosinusnak az összenyomás és a kerekítések miatt. A túlélési részarányok meghatározásakor explicit függvény-formula nem állt rendelkezésre.

Mindkét eddig ismertetett függvény feltételezi, hogy a selejtezés lefolyása az aggregáltsági foktól független. Kérdés, jogos-e ez a feltételezés. Vajon ugyanazon selejtezési tulajdonságok jellemzők a kisebb (esetleg homogén)

<sup>2</sup> Lásd például REDFERN [1955], WARD [1976] és HARTOG—TJAN [1976] munkáit.

<sup>3</sup> Lásd DEN HARTOG és TJAN i. m.

gépesoportokra, mint a nagy aggregátumokra, amelyek sok különböző fajta, és különböző élettartamú gépekből, gépesoportokból állnak össze? A válaszadáshoz, az előbbieknél általánosabb, a nagyobb aggregátumok különböző élettartamú csoportokból való összetevődését (struktúráját) is figyelembe vevő túlélési függvény bevezetésére volt szükség. Ezt a függvényt a továbbiakban *súlyozott cosinus* függvénynek nevezem és  $Z^{(W)}$ -vel jelölöm.

A súlyozott cosinus függvény a következő módon és egyszerűsítéseket elfogadva képezhető: 1. A gépeket várható élettartamuk szerint csoportokba rendezzük; 2. Feltételezzük, hogy minden csoport túlélési függvénye egyszerű cosinus. 3. Kiszámítjuk a maximális élettartamtól függő, és ezért csoportonként különböző meredekségű túlélési függvényeket. 4. Az egész állományra vonatkozó aggregált túlélési görbét a csoport-függvények megoszlási viszony-számaival súlyozott átlagként állítjuk elő. Formálisan:

$$(5) \quad Z_t^{(W)} = \sum_{i=1}^m w_i \left[ \frac{1}{2} \left( 1 + \cos \frac{\pi}{t_{v_i}} t \right) \right], \quad (v_i \leq v)$$

ahol

$w_i$  = az  $i$ -edik egyed vagy csoport súlyát kifejező megoszlási viszonyszám,

$t_{v_i}$  = az  $i$ -edik egyed vagy csoport maximális élettartama,

$m$  = az egyedek, illetve a csoportok száma.

A  $S^{(W)}$  selejtezési függvény pedig

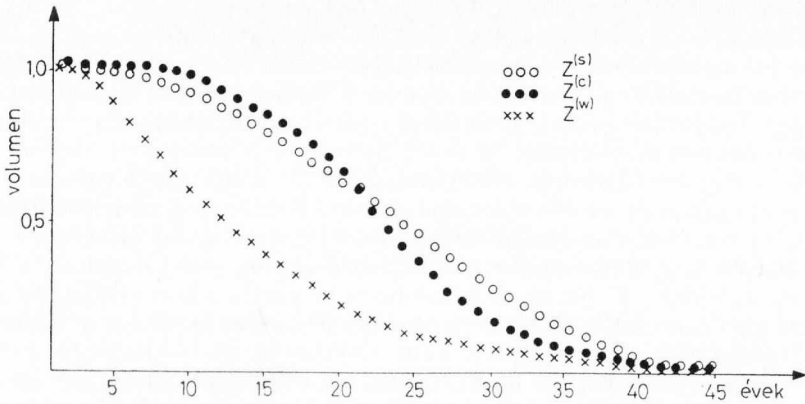
$$(6) \quad S_t^{(W)} = \frac{\pi}{2} \sum_{i=1}^m \max \left\{ 0; \frac{w_i}{t_{v_i}} \sin \frac{\pi}{t_{v_i}} t \right\}.$$

A súlyozott cosinus függvény tehát az egyszerűnek általánosított formája. A két függvény akkor egyezik meg egymással, ha az egész állomány egyetlen csoportból áll. Egynél több csoport esetén legalább egy olyan csoport van, ahol a maximális élettartam kisebb, mint  $v$  és ezért a csoport, és következésképpen az egész aggregátum, túlélési függvénye meredekebb lesz, mint a nem súlyozott, egyszerű változatnál.

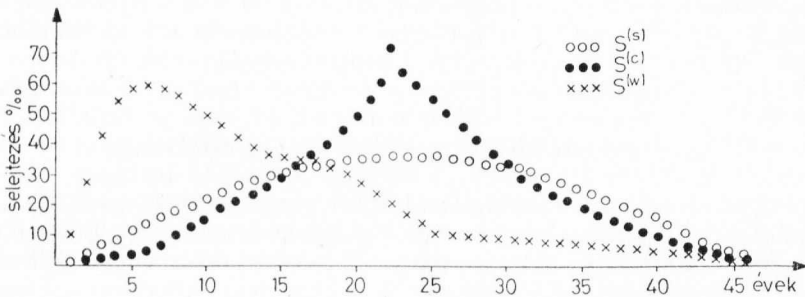
Ez azt jelenti, hogy míg az egyszerű függvénynél féldőben a születési terjedelemnek pont a fele van még életben, a súlyozott változatnál kevesebb, mint a fele. Hogy mennyivel kevesebb, az attól függ, hogy mekkora a különbség a legrövidebb és leghosszabb élettartamok között és milyen a súlya a rövidebb élettartamú csoportoknak.

Mindhárom függvény túlélési és selejtezési részarányait az elsőől a negyvenötödik évig a 2. és a 3. ábra mutatja. A  $Z^{(W)}$  függvény, eltérően a másik kettőtől, nem tiszta elméleti konstrukció. Félig elméleti, mert a csoportfüggvények egyszerű cosinus függvények, és félig empirikus, mert a maximális élettartamok és a csoportok részarányai tényleges adatok. Az ábrákon szereplő  $Z^{(W)}$  és  $S^{(W)}$  függvényeket a teljes magyar iparra jellemző maximális élettartamok és megoszlások alapján számítottuk ki.

A 3. ábrából látszik különösen jól, hogy az elemzett függvényváltozatok három különböző selejtezési magatartást testesítenek meg. Ezeket a továbbiakban *centrális*, *túlzottan centrális* és *korai* selejtezési típusoknak nevezzük. Fő vonásaikat az 1. táblázatban foglaljuk össze.



2. ábra. Túlélési függvények



3. ábra. Selejtezési függvények

1. táblázat

Selejtezési típusok és jellegzetességeik

A függvény szimbóluma	Selejtezési típus megnevezése	A selejtezés jellegzetességei					Standard életkor, év	Selejtezés standard korban, ezrelék
		selejtezés			legnagyobb selejtezés			
		0–15	15–30	30–45	évek (i)	mértéke ezrelék		
		évek között az összes százalékban						
$S^{(S)}$	centrális	25	50	25	22; 23	35	23,5	35
$S^{(C)}$	túlzottan centrális	19	66	15	22	70	22,6	65
$S^{(W)}$	korai	65	28	7	6; 7	58	11,9	40

A centrális selejteztést előíró  $Z^{(S)}$  túlélési függvénynél a selejtezések fele esik az élettartam középső harmadára, a másik fele egyenletesen oszlik meg az első és a harmadik között. Az üzembehelyezéstől a standard életkor<sup>4</sup> eléréséig a selejtezés lassuló ütemben nő, a standard életkornál eléri csúcspontját (itt a legmagasabb a selejtezési részarány), majd gyorsuló ütemben csökken a maximális élettartam eléréséig.

A túlzottan centrális selejteztést kimutató  $Z^{(C)}$  túlélési görbénél a selejtezés késleltetve, csak 6 év eltelte után indul meg. Ezután meredeken fut fel míg el nem éri a maximális selejtezési részarányt a 22. év tájékán. Mivel a selejtezés később indult meg, a maximális selejtezési részarány jóval nagyobb, mintegy kétszerese az előzőnek. Ez az eloszlás ebben az esetben is centrális, méghozzá túlzottan az, hiszen az összes selejtezés kétharmadára kerül sor az élettartam középső szakaszában.

A  $Z^{(W)}$  súlyozott túlélési függvény korai selejteztést feltételez: az összes selejtezésnek közel kétharmada az első élet-harmadra esik. Legnagyobb a selejtezés mértéke a 6. és 7. években. Ezután a selejtezési százalék a 26. év eléréséig közepes, majd innen a teljes kihalásig lassú ütemben csökken.

Nemcsak a selejtezés időbeli megoszlásában, de a standard életkor tekintetében is jelentősek a különbségek a túlélési függvények között. A standard életkor durván kétszer olyan magas a centrális eloszlású selejteztésnél, mint a korainál. Ez egyben azt is jelenti, hogy a korai típusnál az első féldőben kétszer olyan gyorsan selejteznek, mint a centrálisoknál.

### Módszer a túlélési függvények közötti választásra

Empirikus vizsgálatok esetén, az elméleti megfontolások mellett, segíthet a különböző túlélési függvények közötti választásban a gyakorlati próba, hiszen nyilvánvaló, hogy mindig azt a selejtezési-túlélési függvényt célszerű alkalmazni, amely a lehető legjobban fejezi ki a vizsgálatban szereplő gépcsoport tényleges selejtezési tulajdonságait.

A függvények „kipróbálásának” egyik lehetséges módja, — ha rendelkezésre állnak a beruházási adatok mellett az állomány alakulását kifejező idősorok is, — a következő lehet: a 7. formula segítségével egy adott időpontban már meglévő kezdőállományból kiindulva, és az egymást követő beruházásokat figyelembe véve, a számításba jöhető túlélési függvényekkel megbecsüljük a gépállományt.

$$\hat{K}_t = K_0(1 - s_0)^t + I_0 Z_{t-1} + I_1 Z_{t-2} + \dots + I_k Z_{t-(k+1)} + \dots + I_{t-2} Z_1 + I_{t-1} Z_0, \quad (7)$$

ahol

$\hat{K}_t$  = a becsült gépállomány a  $t$ -edik évben,

$K_0$  = a kezdőállomány,

$s_0$  = a kezdőállomány selejtezési aránya, %-ban,

$I_t$  = beruházás a  $t$ -edik évben,

$Z_t$  = túlélési részarány a  $t$ -edik évben.

<sup>4</sup> Standard életkornak nevezzük azt az életkort, amit a beruházott állománynak épp a fele ér meg.

A formula jobb oldalán levő első tag azt fejezi ki, hogy mennyi gép maradt a  $t$ -edik évre a kezdőállományból,  $K_0$ -ból azonos  $s_0$  ütemű selejtezést feltételezve. A második tag az induló évi beruházásnak ( $I_0$ ), a harmadik az első évi beruházásnak ( $I_1$ ), s.i.t. a  $t$ -edik évben még életben lévő részét mutatja. A beruházások késleltetve vannak: a  $t$  évi beruházás a következő,  $t + 1$ -edik évben jelenik meg először, méghozzá teljes terjedelmében.

Az állomány becsült és tényleges értékeinek összehasonlításából következtethetünk arra, hogy melyik függvény írja le jobban a valóságos selejtezést.

Minél kisebb a két adatsor közötti u.n. mini-quad módszerrel meghatározott eltérés, amit itt a hasonlóság alapján covarianciának nevezünk, annál jobb a függvény.

A módszer alkalmazásánál általában nehézséget okoz az, hogy a kezdőállomány évjáratonkénti összetétele nem ismeretes. Míg tehát az állomány növekményének termelésből való kilépésére a túlélési függvények receptet adnak, a kezdőállomány selejtezésénél feltételezésekkel kell élni. A (7) formulában a sok közül az egyik lehetséges megoldást választottuk. Feltételeztük, hogy a kezdőállomány selejtezésének üteme,  $s_0$  állandó. Magát az ütemet vagy más források alapján becsüljük, „kívülről visszük be” a modellbe, vagy endogén változónak tekintve kiszámoljuk. Az utóbbi esetben a (7) képlet segítségével,  $K_0$ ,  $I$  és  $Z$  előre megadott értékei mellett azt az  $s_0$  selejtezési ütemet keressük, amelynél a tényleges és a becsült gépállomány közötti eltérést kifejező covariancia minimális.

A selejtezési ütem meghatározásával egyidőben megkapjuk azokat a covariancia értékeket is, amelyek alapján a túlélési függvények rangsorolása elkészíthető. A rangsorolás alapjául szolgáló tényleges és becsült értékek közötti eltéréseket azonban ebben az esetben  $s_0$  választott értéke is befolyásolja. Előfordulhat, hogy egyik vagy másik túlélési függvény nem azért bizonyul jobbnak mint a többi, mert az általa előírt selejtezési séma a valóságot jobban megközelíti, hanem azért, mert a program az eltérések minimalizálása érdekében irreálisan alacsony vagy magas selejtezési százalékot választ a kezdőállomány leírására. Ez a viselkedés csak akkor okoz komoly zavart a rangsorolásban, ha a kezdőállomány súlya az egész időszakban nagy (vagy azért, mert a vizsgált időszak rövid, vagy azért, mert a beruházások színvonala alacsony, vagy mindkét ok egyidejű fellépése miatt) és a selejtezési ütemek jelentősen eltérnek egymástól. Az előző két jelenség egyidejű fennállása esetén célszerű a számítás megkezdése előtt  $s_0$ -ra a reális lehetőségeket figyelembe vevő, től-ig határokat megadni.

Az eredmények értékelésénél figyelembe kell venni, hogy a túlélési függvényekkel a beruházásokból csak akkor becsülhető száz százalékos pontossággal az állomány, ha a gépek élettartam-struktúrája az időben nem változik. Ennek szigorú feltétele, hogy minden évben ugyanolyan legyen az üzembe helyezések élettartam-struktúrája. Kicsi a valószínűsége annak, hogy ez a feltétel maradéktalanul teljesül. Ezért mutatkozhatnak kisebb-nagyobb eltérések a tényleges és becsült adatok között. Abban az esetben, ha az élettartam-struktúra nem változik tendenciózan, az alul és felülbecslések éves szinten kis mértékűek és hosszabb idő átlagában kiegyenlítik egymást.

## Empirikus vizsgálat az ipar selejtezési és túlélési függvényeinek meghatározására

A magyar ipar aggregált selejtezési és túlélési függvényeinek empirikus vizsgálatáról számolok be a most következő részben.

Az elvégzett számításokból módszertani és gyakorlati eredményekre lehetett jutni. A módszertani kísérlet a különböző típusú függvények alkalmazására, a gyakorlati eredmények, az ipari gép-aggregátumok selejtezési és túlélési jellemzőire vetnek fényt.

### *A vizsgálat köre és az átfogott időszak*

Az ipari gépállomány selejtezési és túlélési viselkedését az 1950–75 közötti időszak adatai alapján tanulmányoztam.

Az ipar, a feldolgozóipar és ágazatai szerepelnek a vizsgálatban. A feldolgozóipar ágazati bontása: kohászat, építőanyagipar, gépipar, vegyipar, könnyűipar, élelmiszeripar.

### *Az adatok*

A vizsgálat elvégzéséhez a számítás lépéseinek a sorrendjében a következő adatokra volt szükség; a gépek élettartam-struktúrája; a várható maximális élettartamok; a gépállomány időszora; a beruházások időszora.

A gépállomány összetevődését különböző várható élettartamú csoportokból (az élettartam struktúráját) és az egyes csoportokhoz tartozó maximális élettartamokat a gépek leírási kulcsai alapján lehet meghatározni. A Központi Statisztikai Hivatal 1968-as állóeszköz felmérésének eredményeit összefoglaló kiadvány<sup>5</sup> 20. *Az állóeszközök bruttó értéke leírási kulcsok szerint* c. táblája tartalmazza a szükséges adatokat. E táblában a berendezések, felszerelések és járművek leírási kulcsaik szerint vannak csoportokba sorolva. Az eredeti felmérés 9 csoportot különböztet meg, amelyet hattá vontam össze.<sup>6</sup> Minden csoporthoz megvannak a től–ig leírási kulcsok. A maximális élettartam a definíció szerint a kisebbik leírási kulcs reciproka.

A gépállományt és a beruházásokat becsülni kellett az időszak első, 1950-től 1959-ig terjedő felére. Az 1960-as gépállomány adatból kiindulva a termelő állóeszközök volumenindexével (az index a gépekre nem állt rendelkezésre) képeztem az 1950–1959-es adatokat.<sup>7</sup> A beruházásokat pedig az állományváltozásból becsültem az 1960–65-ös átlagos, de ágazatonként differenciált selejtezési százalékokat figyelembe véve. (Pl. az 1950-es beruházás egyenlő az 1951-es állomány és a kiselejtezéssel csökkentett 1950-es állomány különbsége.) E becslési mód következtében a számításokban az *üzembe helyezett* és nem az összes beruházás szerepel. Ezzel összhangban a további évek beruházási adatait az állóeszköz mérlegek üzembe helyezési sorából kellett venni.<sup>8</sup> Az állomány adatok természetesen szintén innen származnak. A mindenkorai gépállomány az állóeszköz mérlegek január 1-i nyitóállománya.

<sup>5</sup> A vállalatok és szövetkezetek [1970].

<sup>6</sup> A három leghosszabb és a két legrövidebb élettartamú gépcsoport súlya igen kicsi. E számításnál nem indokolt külön-külön kezelni őket.

<sup>7</sup> Az adatok forrása: az állami ipar termelési függvényszámításai [1971].

<sup>8</sup> Az adatok forrása: Népgazdasági Mérlegek [1971] és A nemzeti vagyion [1979].



Minden az állományt és változást kifejező adat 1968-as áron van megadva, azon az áron, amit az a KSH felmérés alkalmazott, ahonnan az előbb említett élettartam struktúrák is származnak.

### A „legjobb” túlélési függvény

Különböző túlélési függvényekkel ugyanazokból a beruházási adatokból különböző gépállomány sorok becsülhetők, „építhetők fel”. A becslések közül amint már kifejtettem, az a legjobb, amellyel a tényleges, a statisztikákban szereplő adatsorokat a legjobban lehet megközelíteni.

Az ipari gépállomány becslésére három (az egyszerű, az összetolt és a súlyozott cosinus) függvényt használtam fel.

A számítások azt mutatták, hogy a becslésnek a tényadatoktól való eltérése a súlyozott cosinus függvénynél a legkisebb. A másik két esetben a becslési hiba az előző érték többszöröse. Az eredményeket a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

A túlélési függvények sorrendje a becslés pontossága alapján

A túlélési függvény		Covariancia	Sorrend a becslés pontossága alapján
Jele	Megnevezése		
$Z^{(S)}$	egyszerű	0,3039	2.
$Z^{(C)}$	összetolt	1,2329	3.
$Z^{(W)}$	súlyozott	0,0132	1.

Mivel a viszonylag alacsony covariancia is takarhat esetenként nagy vagy szisztematikus eltéréseket, nemcsak az összevont mutatót, de a becült és a tényleges adatok közötti évenkénti különbségeket is célszerű megvizsgálni.

A 3. táblázatból és a 4. ábrából jól látszik, hogy a becslés mindhárom függvénynél szisztematikusán tér el a tényleges adatoktól. Az egyszerű és az összetolt cosinus függvények az időszak elejének gépállományát a ténylegesnél alacsonyabbra, az időszak végi állományt pedig magasabbra becsülik. A súlyozott függvénynél az ellenkező tendencia érvényesül: a becült érték az időszak elején magasabb, később alacsonyabb, mint a tényleges. Előjelváltó szisztematikus eltérésnek nevezhetjük az ilyen tulajdonságokkal bíró becsléseket, megkülönböztetésül azoktól, amelyeknél minden adatot vagy felül- vagy alulbecsülünk.

Nyilvánvaló, hogy ha a becslés az egész időszakban meghaladja a statisztikai adatokat, a túlélési függvény a valóságosnál kevesebbet selejtez. A statisztikai állománytól rendszeresen elmaradó becslés pedig a ténylegesnél magasabb függvény szerint selejtezésre utal.

Hogyan értelmezhető azonban az előjel váltás. Hogyan lehet az, hogy a függvény először túl sokat, majd túl keveset (vagy fordítva) selejtez? Az előjel váltásra kétféle magyarázat adódik. Az egyik szerint, a vizsgált időszakban megváltoznak a selejtezési tulajdonságok és a túlélési függvény ezt a változást nem tudja követni. A másik lehetőség az, hogy az előjel váltást nem a valóság és a függvény közötti eltérés okozza, hanem valamilyen más, külső zavaró tényező.

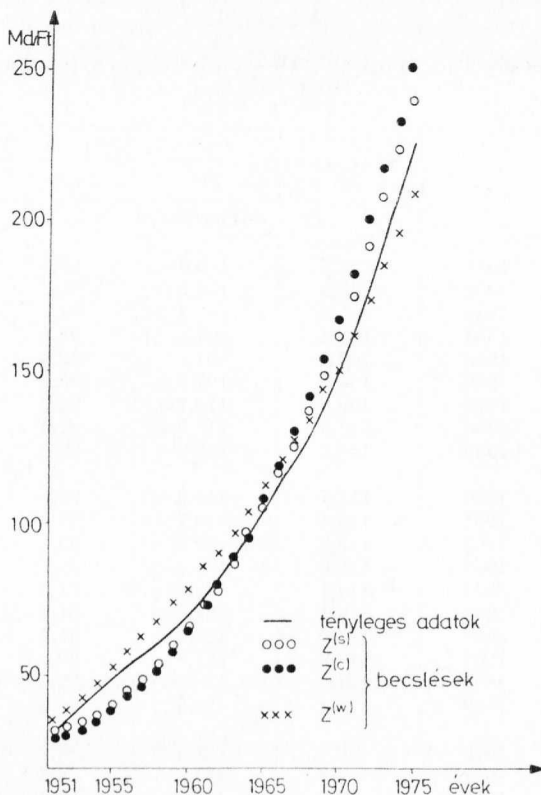
## 3. táblázat

A gépállomány legjobb becscült értékei a tényleges érték százalékában  
(Ipar összesen)

Év	Becsülés a		
	$z(S)$	$z(C)$	$z(W)$
	túlélési függvényvel		
1951	94,7	92,6	104,1
1952	89,7	86,4	106,2
1953	84,0	80,6	105,1
1954	83,0	78,8	106,2
1955	82,2	78,2	106,5
1956	83,0	79,3	107,6
1957	86,9	83,7	111,5
1958	90,0	87,2	113,5
1959	91,8	89,8	113,6
1960	93,1	91,6	112,2
1961	94,8	94,2	111,2
1962	95,6	95,7	109,5
1963	97,2	97,9	108,2
1964	99,3	100,6	107,6
1965	101,5	103,4	107,1
1966	103,0	105,5	106,0
1967	104,3	107,2	104,7
1968	108,0	111,5	106,0
1969	107,6	111,5	103,3
1970	107,2	111,4	100,7
1971	106,9	111,4	98,5
1972	106,7	111,2	96,6
1973	106,0	110,6	94,3
1974	106,0	110,7	92,8
1975	105,4	110,0	90,7

Az első esetben az előjelváltó szisztematikus eltérések azt jelzik, hogy a túlélési függvény nem képes a valóságban végbemenő selejtezést jól leírni. A második esetben a függvény alkalmasságát nem kell megkérdőjelezni, de megfelelő magyarázatot kell adni az eltérések alakulására.

Belátható, hogy jelen esetben az előjel-váltás a kezdőállománnyal, illetve azzal a feltételezéssel hozható összefüggésbe, hogy a kezdőállományra más selejtezési szabályt fogadtunk el, mint a későbbi üzembehelyezésekre. Ha a kezdőállomány átlagos selejtezési üteme nem egyezik meg a függvény szerintivel mindaddig, amíg az új állomány nem kerül túlsúlyba, az egész állomány (a kezdő plusz növekmény) selejtezése szükségszerűen tér el a függvény által előírttól. Amikor a kezdőállományt gyorsabban selejtezik, mint az újakat, az eltérés pozitív lesz, ami azt jelenti, hogy az időszak elején a selejtezés gyorsabb, mint később. A kezdőállomány lassabb selejtezése esetén az eredmény fordított: ekkor a kezdeti alacsonyabb ütemet magasabb váltja fel. A kezdőállománynak betudható zavarás annál nagyobb, minél nagyobb a különbség a kezdőállomány selejtezési üteme és a túlélési függvény szerinti átlagos selejtezés között, és akkor tart sokáig, ha lassú a beruházás, s így a kezdőállomány az egészben hosszú ideig jelentős súlyt képvisel.



4. ábra. A gépállomány tényleges és becslült értékei (Ipar összesen)

A kezdőállomány zavaró szerepéről az adatok is árulkodnak: (1) igen nagy a különbség a kezdőállomány választott és a túlélési függvények átlagos selejtezési százaléka között (lásd a 4. táblázatot); (2) ha a kezdőállományt is a függ-

#### 4. táblázat

A kezdőállomány és a túlélési függvények átlagos selejtezési százaléka

A túlélési függvény		A kezdőállomány választott <sup>1</sup> selejtezési %-a	A túlélési függvényekhez tartozó átlagos <sup>2</sup> selejtezési %
jele	megnevezése		
$Z^{(S)}$	Egyszerű	10,5	2,0
$Z^{(C)}$	Összetolt	12,7	1,5
$Z^{(W)}$	Súlyozott	0,3	5,0

Megjegyzések a táblázathoz:

1. A program a már ismertetett módon úgy választja meg a kezdőállomány selejtezési százalékát, hogy a becslült és a tényleges adatok közötti különbség minimális legyen.

2. A túlélési függvényekhez tartozó átlagos selejtezési százalék a függvény formájától és az állomány kor szerinti összetételétől függ. Ebben az oszlopban szereplő százalék-adatokat az 1950. évi ipari gépállományból indulva, a beruházási adatokat felhasználva a megfelelő túlélési függvényekkel végzett becslés alapján számítottuk ki. A kezdőállomány zavaró hatását kiküszöbölendő csak az utolsó 5 év (1970–1975) selejtezési százalékainak átlagát vettük.

## 5. táblázat

A gépállomány átlagos becsült értékei a tényleges érték százalékában  
(Ipar összesen)

Év	Becslés a		
	$z^{(S)}$	$z^{(C)}$	$z^{(W)}$
	túlélési függvényvel		
1951	102,7	103,0	99,7
1952	103,5	104,3	98,4
1953	101,5	102,7	94,7
1954	102,4	104,0	93,8
1955	103,2	104,8	92,9
1956	104,9	107,1	93,1
1957	109,6	112,2	95,9
1958	113,0	116,0	97,0
1959	114,5	117,9	96,8
1960	114,7	118,6	95,5
1961	115,4	119,7	94,8
1962	115,6	120,2	93,1
1963	116,0	121,0	92,2
1964	117,1	122,4	91,9
1965	118,1	123,8	91,9
1966	118,6	124,3	91,5
1967	118,9	124,9	90,8
1968	121,8	128,2	92,2
1969	120,4	126,9	90,2
1970	119,0	125,7	88,2
1971	117,8	124,3	86,8
1972	116,5	123,0	85,7
1973	114,9	121,4	84,1
1974	114,3	120,6	83,1
1975	112,9	119,1	81,6

*Megjegyzés:* Az átlagos becsült értékek meghatározásakor a kezdőállomány a megfelelő függvényhez tartozó átlagos selejtezési százalékkal (rendre 2,0, 1,5 és 5) íródik le.

vények által javasolt ütemben vonják ki a termelésből az előjelváltás megszűnik, az egyszerű és az összetolt cosinus függvények az egész időszakban nagyobb, a súlyozott alacsonyabb állományt becsül a ténylegesnél. (Lásd az 5. táblázatot.)

Figyelemre méltó, hogy milyen lényeges eltérés van a kezdőállomány selejtezésére adott javaslatok között. Az egyszerű és összetolt függvények 10–12%-os selejtezési üteme a valósághoz mérve irreális, hiszen az átlagos selejtezés a megfigyelések szerint nem több 2–3%-nál. (Lásd a 6. táblázatot.)

A súlyozott túlélési függvénynél a becslés akkor a legjobb, ha a kezdőállományt 0,3%-os ütemben selejtezik ki. Első pillanatra úgy tűnhet, hogy ez meg túl lassú selejtezés. De ha figyelembe vesszük, hogy ennek az állománynak a nagy része minden valószínűség szerint igen tartós (a háborút átvészelő és felújításra érdemes) hosszú életű gépekből áll, már reálisabbnak tűnik az eredmény. Statisztikai evidenciák is megerősítik ezt a sejtést. Ráczy Jenő

## 6. táblázat

Selejtezési százalékok  
(Ipar összesen)  
(1960—1975)

Év	Kiselejtezett gépek az összes állomány %-ában
1960	2,1
1961	2,1
1962	2,1
1963	2,2
1964	2,2
1965	2,3
1966	2,3
1967	3,7
1968	1,1
1969	1,2
1970	2,2
1971	2,2
1972	1,9
1973	2,4
1974	2,3
1975	2,1

*Forrás:* Népgazdasági Mérlegek (1971). A nemzeti vagyon (1979).

1965-re 24%-osnak becsülte az 1950 előtti állomány részesedését az összes állóeszközben.<sup>9</sup>

A gépek egy csoportjára, a vas és fémmegmunkáló gépekre vonatkozó becslés még magasabb, 40%-os. A súlyozott termelési függvényénél 0,3%-os selejtezés mellett 1965-ben a kezdőállomány az összes 27%-a, tehát közel áll az előbbi becsléshez. A másik két függvény által feltételezett 10—12%-os selejtezés irrealitását pedig az is mutatja, hogy mellettük az 1965-ös állománynak az 1950 előtti csupán 6, ill. 4 százaléka lenne.

Az előzőekből következik, hogy az előjel-váltás a kezdőállomány selejtezésére tett feltevéseknek és *nem* a túlélési függvények és a valóság közötti eltérő selejtezési gyakorlatnak tulajdonítható. Továbbra is nyitott kérdés azonban, hogy a becsült és a statisztikában szereplő adatok miért térnek el egymástól. Itt is kétféle magyarázat adódik: az egyik szerint, a túlélési függvények műszaki tulajdonságok által meghatározott selejtezési százaléktól eltérő (a súlyozott túlélési függvényénél az előbbit meghaladó, a másik kettőnél azt el nem érő) ütemet írnak elő. A másik magyarázat az eltérést azzal hozza összefüggésbe, hogy a valóságban nem annyit: vagy többet vagy kevesebbet selejteznek ki, mint amennyi műszaki alapon indokolt. Az első esetben az eltérések a túlélési függvényben lévő hibára hívják fel a figyelmet, a másodikban maga a függvény végtlen, a becslés megfelelő lenne az elméleti elvárások és a gyakorlati megvalósítás összhangja esetén.

Mindenekelőtt azt kell tehát tisztázni, hogy mi a helyzet a valóságban: a selejtezés a gazdasági és műszaki avulást kifejezni hivatott értékesítési

<sup>9</sup> Rácz (1966) 163—174. o.

leírási kulcs előírásai szerint alakul-e vagy sem. A szakirodalomban tükröződő általános megítélés szerint a tényleges selejtezés *elmarad* az elméletileg indokolttól.<sup>10</sup> Az elmaradás mértékét és okait a szakemberek különbözőnek tartják.<sup>11</sup> A rendszeres alulsejtezés miatt a nullára leírt, de ki nem selejtezett állomány volumene évről-évre nő. Míg 1970-ben a nullára leírt állomány csupán 5%-át tette ki az összesnek, öt év alatt ez a részarány több mint két és félszeresére nőtt. 1975-ben az ipari gépállomány 13%-a volt nullára leírva.

A jelenlegi gyakorlat szerint a nullára leírt, de ki nem selejtezett állomány a bruttó gépérték részét képezi. Következésképpen, a statisztikai gépállomány a selejtezések elmaradása esetén és annak mértékében, meghaladja az elméletileg üzemképesnek tartott állományt.<sup>12</sup>

A túlélési függvények segítségével végzett állománybecslésnél abból a feltevésből indultunk ki, hogy az értékesökkenési leírási kulcsok által kifejezett gép-élettartamok jól közelítik a tényleges működési időt. E feltevés másképpen azt jelenti, hogy a leírt gépek a termelésben már nem használhatók, következésképpen állományba tartozásuk sem indokolt. A túlélési függvények a leírt állományt ezért teljes mértékben selejtezésre javasolják.

A valóságra jellemző *részleges* és a túlélési függvények szerinti *teljes* selejtezés közötti különbség magyarázatul szolgálhat arra, hogy a túlélési függvénnyel becsült állomány miért *alacsonyabb*, mint a tényleges. A súlyozott túlélési függvény becsülési hibája tehát a tényleges alul-sejtezéssel lehet kapcsolatban. Indokolt ezért feltételezni, hogy ez a függvény — az állomány szisztematikusan alulbecslése ellenére — alkalmas a selejtezési viselkedés leírására.

Az egyszerű és az összetolt túlélési függvények még a nullára leírt, de ki nem selejtezett géprésszel növelt tényleges állománynál is magasabb értéket becsülnek. A túlbecslésre mentséget nem találván fel kell tételezni, hogy ezek a függvények formájuknál fogva nem jól írják le a selejtezést.

Az előzőeket összefoglalva megállapítható, hogy a vizsgált három túlélési függvény közül az ipari gépállomány selejtezési-túlélési tulajdonságainak leírására a súlyozott formula a legmegfelelőbb, mert (1) a súlyozott cosinus függvénnyel becsült állomány-értékeknek a tényleges adataitól való eltérése a legkisebb; (2) az 1950 előtti állomány selejtezési ütemére adott becslés a legrealisabb; (3) a becsléseknek a tényleges adatokból való elmaradása nem a függvény formájából ered, hanem a valóságos selejtezési gyakorlat következménye.

A teljes gépállomány becslésével egyidőben készültek el a feldolgozóipar egyes ágazataira vonatkozó számítások is. Az eredmények megegyeztek az ipariakkal. Egyetlen kivételtől, a kohászattól eltekintve a súlyozott túlélési függvényekkel lehetett a legkisebb hibával becsülni a statisztikai állományt. (Lásd a 7. táblázatot.) A táblázatban az egyszerű túlélés függvénynél minden vonatkozásban kedvezőtlenebbnek bizonyult összetolt cosinus függvénnyel nyert adatot már nem szerepeltettük.

<sup>10</sup> BENYÁCS [1980]; BEREND [1979]; DÁNIEL [1976]; RANDÓTZI [1976]; TOMPA [1978].

<sup>11</sup> BEREND IVÁN [1979] szerint a nullára leírt ipari gépeknek és berendezéseknek csupán a felét selejtezték ki 1969 és 1974 között. RADNÓTZI JÁNOS [1976] a selejtezési százalék és az értékesökkenési leírási kulcs közötti összefüggéseket elemezve a selejtezések elmaradását az 1970–1975-ös periódusra jóval alacsonyabbra (az összes állóeszköznél kb. 10%-ra) becsüli.

<sup>12</sup> A gyakorlatban a nullára leírt gépek sokféle ok miatt még üzemképesek lehetnek. Például azért, mert eredetileg nem jól állapították meg a várható élettartamot, mert a gépeket időközben felújították, sőt.

7. táblázat

Az ágazati becslések pontossága

Ágazatok	A covariancia értéke	
	az egyszerű	a súlyozott
	túlélési függvénnyel végzett becslésnél	
Kohászat	$3,33 \cdot 10^{-6}$	$7,27 \cdot 10^{-6}$
Gépipar	$1,75 \cdot 10^{-2}$	$3,18 \cdot 10^{-4}$
Építőanyagipar	$3,93 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-5}$
Vegyipar	$5,72 \cdot 10^{-2}$	$1,88 \cdot 10^{-5}$
Könnnyűipar	$4,45 \cdot 10^{-6}$	$3,44 \cdot 10^{-6}$
Élelmiszeripar	$7,23 \cdot 10^{-6}$	$5,35 \cdot 10^{-8}$
Feldolgozóipar összesen	$4,64 \cdot 10^{-5}$	$5,88 \cdot 10^{-6}$

8. táblázat

Az alul-becslés átlagos értéke az ágazatokban

Ágazat	Becsült érték a tényleges érték %-ában			
	1951-75	1951-59	1960-69	1970-75
Kohászat	85	94	85	76
Gépipar	81	86	83	75
Építőanyagipar	94	100	94	88
Vegyipar	87	87	87	96
Könnnyűipar	85	83	88	85
Élelmiszeripar	93	89	89	100
Feldolgozóipar összesen	87	92	86	82

A 2. és a 7. táblázatban közölt eredmények összehasonlítása azt mutatja, hogy az ágazatoknál a becslés több nagyságrenddel pontosabb, mint az ipari átlagnál. Az aggregáció fokában meglévő különbséggel magyarázható a tapasztalt eltérés. Nyilvánvaló, hogy minél részletesebb a bontás, s ennek következtében minél homogénebb a géppark, annál nagyobb az esély arra, hogy az aggregátumhoz tartozó gépek többségére hasonló — a túlélési függvény által előírt közös — selejtezési viselkedés jellemző, s ezáltal javul a becslés pontossága.

A feldolgozóiparban és ágazataiban, éppúgy mint az ipar összesennél, a súlyozott túlélési függvényekkel becsült gépállomány általában alacsonyabb a statisztikákban szereplőknél. A becslés pontossága ágazatonként és időszakonként, amint azt a 8. táblázat mutatja, változik.

Az egész vizsgált időszakban, 1951–1975 között az átlagos alul-becslés a gépiparban a legnagyobb, majdnem 20%-os, az építőanyag- és az élelmiszeriparban a legkisebb, 6–7%-os. A többi ágazat közepes, 13–15%-os értékkel szerepel.

Az alacsonyabb becsült érték megjelenése itt is azzal magyarázható, hogy a tényleges selejtezések elmaradnak a függvények által előírttól. (Lásd a 9. táblázatot.) Ahol a lemaradás nagy mértékű és tartós, mint például a gép- és

## 9. táblázat

Különbségek a selejtezési százalékokban

Ágazat	Tényleges selejtezési százalék a túlélési függvény szerinti százalékokban	
	1960–1969	1970–1975
Kohászat	42	29
Gépipar	26	26
Építőanyagipar	49	60
Vegyipar	32	33
Könnyűipar	60	53
Élelmiszeripar	42	71
Feldolgozóipar össz.	38	40

Forrás: Nép gazdasági Mérlegek (1971), A nemzeti vagyon (1979).

Magyarázat: A túlélési függvény átlagos selejtezési százalékának számítási módja a 4. táblázat 2. magyarázatában található.

a vegyiparban, vagy ahol a különbség a tényleges és a függvény szerinti selejtezési százalék között nő, ilyen a kohászat és a könnyűipar, az alul-becslés mértéke nagyobb és időben növekvő. Ugyanis mindkét esetben halmozódnak, illetve nőnek a tényleges és a becslült érték közötti eltérések.

A nullára leírt állomány változásából a túlélési függvényekkel nyert állomány-becslésnek a statisztikától való növekvő eltérésére kaphatunk magyarázatot. A gépiparban és a kohászatban, ahol az időszakvégi eltérések a legnagyobbak, a selejtezésre ítélt állomány 1970 és 1975 között az átlagosnál gyorsabban nőtt és 1975-re meghaladta az egész állomány 15%-át. Azokban az ágazatokban ahol az eltérések a legkisebbek, az építőanyag- és az élelmiszeriparban, a nullára leírt állomány viszonylag lassan nőtt a vizsgált időszakban. A vegyipar mindkét jellemzőt tekintve közepesen helyezkedik el. A könnyűipar pedig az 1960-as évek szokatlanul magas selejtezése miatt igen alacsony kiselejtezésre ítélt állománnyal indul 1970-ben. Az állomány növekedése itt is gyors, az 1975-ös részarány azonban az alacsony kezdőérték miatt elmarad a többitől.

Bár a becslült és a tényleges adatok közötti eltérés alapján véve a nem kielégítő mértékű selejtezésnek tulajdonítható, ez még nem jelenti azt, hogy minden mozgás párhuzamos. Az élelmiszeriparban az utolsó néhány évben,

## 10. táblázat

Az aluselejtezés mértéke az ágazatokban

Ágazat	A nullára leírt gépállomány az összes %-ában	
	1970	1975
Kohászat	4	16
Gépipar	6	17
Építőanyagipar	6	11
Vegyipar	5	14
Könnyűipar	3	8
Élelmiszeripar	5	12



például a túlélési függvénnyel túlbecsüljük a tényleges adatokat a nullára leírt állomány egyidejű növekedése mellett. Néhány ágazatban, illetve időszakban a selejtezés-ütembeli különbségekhez képest az alul-becslés túl nagy, vagy éppen ellenkezőleg, túl alacsonynak tűnhet. Több tényező, mindenekelőtt a statisztikai és a becslés állomány szerkezeti eltérése — amely a nullára leírt és a kiselejtezésre kerülő állomány élettartam-struktúrájának eltéréseiből származik — a halmozódások, és bizonyos számításbeli egyszerűsítések is vezethetnek ezekhez az egyébként súlyukat tekintve nem igazán jelentős anomáliákhoz.

A becslési hibák fenti elemzéséből egyértelműen levonható az a következtetés, hogy az ipari gépek túlélési-selejtezési viselkedését a konkrét élettartam-struktúrákat figyelembe vevő ún. súlyozott túlélési függvényekkel lehet a legjobban leírni. Az ipari gépek aggregált és ágazati selejtezési tulajdonságait ezért a következőkben e függvények segítségével vizsgáljuk.

### *Selejtezés az iparban és ágazataiban*

A tényleges élettartamstruktúrákat figyelembe vevő súlyozott túlélési függvények alapján az ipari gépek selejtezésére a következők jellemzők:

1. Egy-egy évjárat (egyazon évben üzembe helyezett beruházás) selejtezése hosszabb, körülbelül 45 évet átfogó időszak alatt bonyolódik le.

2. A selejtezés üteme az idő folyamán változik. Az üzembe helyezést követlenül követő egy-két évben az alacsonyról induló ütem igen gyorsan nő, míg igen korán, a 6. év táján el nem éri maximumát. Ezután az ütem fokozatosan csökken a 25. évig, majd alacsony szinten stabilizálódik, illetve nagyon lassan csökken, mindaddig, amíg az utolsó gépet ki nem vonták a termelésből.

3. A selejtezési ütem fenti változása azt jelenti, hogy a selejtezések volumenének időbeli megoszlása egyenlőtlen. Az egész időszakot tekintve, aránytalanul sokat selejteznek ki az időszak elején: az első 15 évben az évjárat gépeinek közel kétharmadát. A második életharmadban, a 15 és 30 év között további 30 százaléka lép ki a termelésből. A korai évek magas selejtezési aránya miatt az utolsó időszakot már csak igen kevés gép éri meg.

A súlyozott függvényekhez tartozó túlélési részarányokat az 1-től a 45. évig a 13. táblázat mutatja. Az ipar túlélési és selejtezési görbéi a 2. és a 3. ábrákon az  $X$ -szel jelöltek. A selejtezés legfontosabb jellemzői a 11. táblázatban vannak felsorolva. E táblázatban az ipar összesenre jellemző információk mellett szerepelnek a feldolgozóipar adatai is. A feldolgozóipari gépek selejtezésére

11. táblázat

Selejtezési jellemzők az iparban és feldolgozóiparban

A selejtezés jellemzői		Ipár	Feldolgozó- ipár
A selejtezés megoszlása	0—15	65	67
	15—30 években	28	27
	30—45	7	6
A legnagyobb selejtezés éve(i) mértéke ‰		6; 7	7
		58	60

az átfogott kör különbségéből eredő csekély eltérésektől eltekintve ugyanazok a vonások érvényesek, mint az iparra általában.

Az egyes ágazatokban, az ipari átlaghoz hasonlóan, a selejtezés zöme az időszak első felére esik. Jelentős különbségek vannak azonban az egyes ágazatok között a selejtezési ütemek alakulásában és ennek függvényeként a selejtezés időbeli megoszlásában.

A vizsgálatban szereplő hat feldolgozóipari ágazat a selejtezési jellemzők alapján három csoportba sorolható. Az első csoportba a gép- és a vegyipar, a másodikba a kohászat és a könnyűipar, a harmadikba az építőanyag- és az

12. táblázat

Az ágazati selejtezési görbék főbb jellemzői

Ágazat	A gépek átlagos élettartama	A selejtezés jellegzetességei					
		standard életkor év	a maximális selejtezés		első	második	harmadik
			éve (i)	ezrelékben	életharmadban selejtezésre kerülő állomány az összes %-ában		
Gépipar	15	9	6	76	77	21	2
Vegyipar	16	9	5	75	74	22	4
Kohászat	19	12	7–10	52	64	31	5
Könnyűipar	20	13	9–11	51	61	33	6
Építőanyagipar	25	13	5	50	56	28	16*
Élelmiszeripar	23	13	6–7	51	56	32	12*

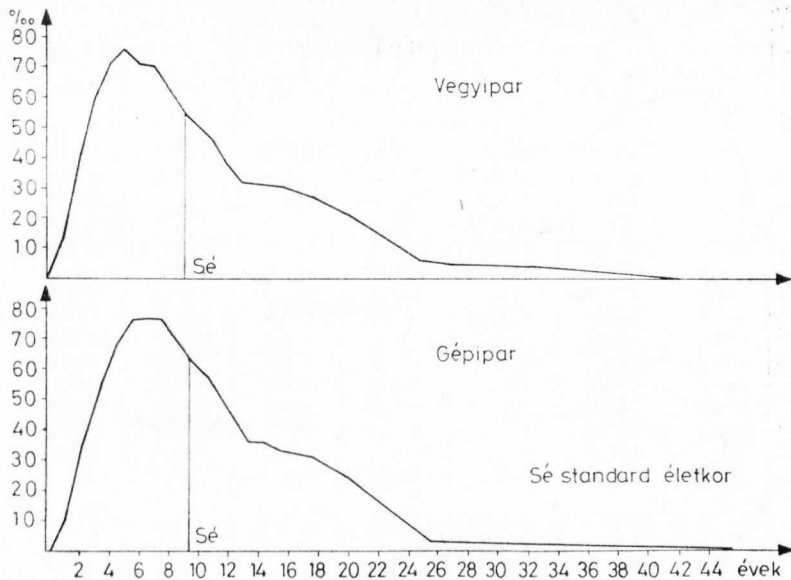
\* Ezekben az ágazatokban nem kerül az egész állomány kiselejtezésre a 45. év elérése után. Az itt szereplő selejtezési részarány tartalmazza a 45. év után kiselejtett állományt is.

élelmiszeripar tartozik. Az ágazatok selejtezési görbéit az 5–7. ábrákon, a selejtezés fontosabb jellemzőit a 12. táblázatban mutatjuk be.

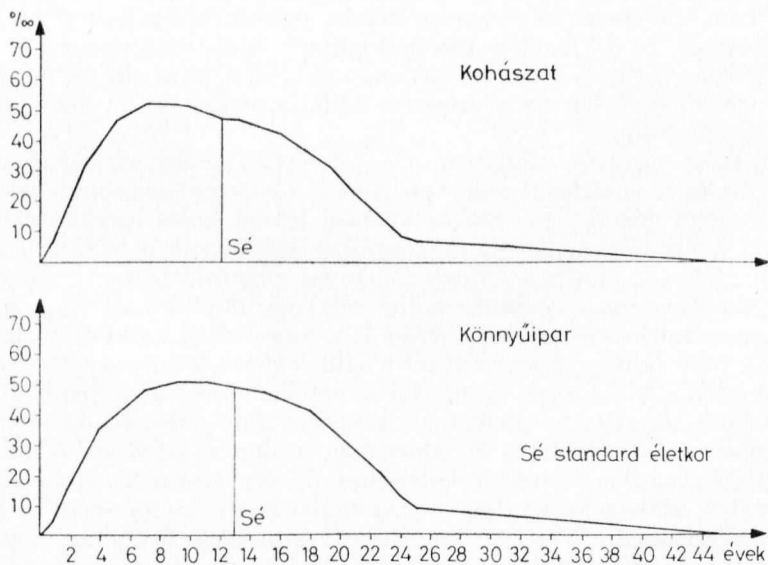
A gép- és a vegyipar selejtezésének menete, mint azt az 5. ábra mutatja, igen hasonlít egymáshoz. E két ágazatban a selejtezés az átlagnál is jobban koncentrálódik az üzembe helyezést követő évekre. A gép- és vegyipari gépek fele a 10. és háromnegyede a 15. életév elérése előtt kiselejtezésre kerül. Mivel további 70 százalékot selejteznek ki a 15 és 30 év között, az utolsó időszakra alig marad gép.

A kohászat és könnyűipar selejtezési görbéje kvázi-szimmetrikus, azaz ezekben az ágazatokban az állomány 90%-a majdnem normális eloszlás szerint kerül kiselejtezésre. Ez azt jelenti, hogy a 25 éves rövidített szakasz középső harmadára esik a selejtezések közel fele, a második fél pedig megoszluk az első és harmadik harmad között. Kvázi szimmetrikus a görbe, mert az első rövid harmadra valamivel több selejtezés jut, mint a másik kettőre. A standard élettartam ezekben az ágazatokban magasabb. A gépállomány fele 12–13 évig üzemeltethető, további 40%-a pedig a 24–25. év eléréséig. A maximális selejtezés nem egy-egy évre koncentrálódik, mint a gép- és vegyiparnál, hanem több éven keresztül tart. Ennek megfelelően a maximális ütem alacsonyabb.

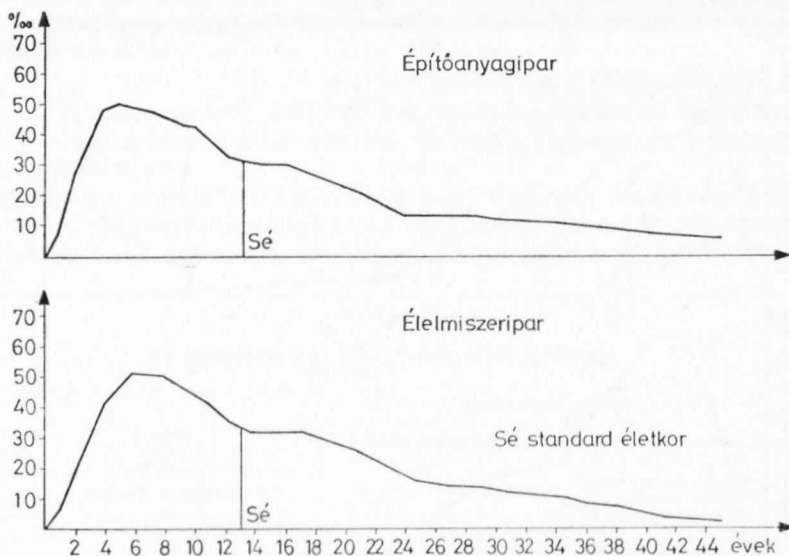
A harmadik csoportba tartozó építőanyag- és élelmiszeripari gépek selejtezésének megkülönböztető vonása, hogy az időszak eleji selejtezési csúcsot,



5. ábra. Selejtezési görbék



6. ábra. Selejtezési görbék



7. ábra. Selejtezési görbék

amely az átlagnál alacsonyabb, az ütem igen lassú csökkenése követi. Ennek eredményeképpen a selejtezés ezekben az ágazatokban hosszan, az egész 45 éves élettartamon, egyes esetekben még azon túl is, elnyúlik. Az első életharmadban az ipari átlagnál jóval kevesebb, a középső szakaszban az átlagnak megfelelő, és az utolsó 15 évben az átlagnál jóval több építőanyag- és élelmiszeripari gép kerül kiselejtezésre.

Felvetődik az a kérdés, hogy mivel magyarázhatók az ágazatok közötti selejtezési különbségek. Az átlagnál miért gyorsabb a gépcseré a gép- és a vegyiparban, és miért húzódik el az építőanyag- és élelmiszeriparban.

Megítélésem szerint a különbségek nemcsak és nem is elsősorban a gépek fizikai tartósságával, hanem a műszaki fejlődés ütemében meglévő eltérésekkel magyarázhatók.

A selejtezést ugyanis végső soron az értékesítési leírás vezérli (még akkor is, ha ez a vezérlés a valóságban nem tökéletes, azaz nem selejteznek ki minden leírt gépet). Az értékesítési leírási kulcs megállapításánál a gép fizikai tartóssága mellett a műszaki-gazdasági avulást is figyelembe kell venni. (Megint más kérdés az, hogy a magyar gyakorlatban az indokolt mértékben számolnak-e az avulással a kulcsok megállapításánál vagy sem.) Az avulás per definitionem műszaki eredetű: a meglévőnél korszerűbb technikát alkalmazó, jobb minőségű termékeket előállító gépek kifejlesztésének eredménye. A műszaki fejlődésnek gazdasági következményei is vannak, általában nemcsak jobb termékeket gyártanak a korszerűbb gépeken, de ugyanolyan ráfordításmennyiséggel többet is. Amennyiben nincs műszaki fejlődés, a gépet mindaddig nem érdemes kiselejtezni, amíg üzemszerű tevékenységet tudnak folytatni. Ebben az esetben a maximális élettartamot és ezzel a leírási kulcs nagyságát a gép fizikai tartóssága határozza meg. E tényező másodlagos szerephez jut amint belép a technikai fejlődés következményeként a műszaki-gazdasági avulás, amely jelentősen lerövidíti a gépek hasznos élettartamát.

13. táblázat  
Túlélési részarányok

Évek	Kohászat	Gépipar	Építő- anyagipar	Vegyipar	Könnyűipar	Élelmiszer- ipar	Feldolgozó- ipar összesen	Ipar összesen
1	0,993	0,988	0,991	0,987	0,994	0,993	0,991	0,990
2	0,979	0,953	0,964	0,948	0,977	0,973	0,964	0,963
3	0,942	0,900	0,925	0,890	0,950	0,941	0,923	0,921
4	0,903	0,833	0,877	0,820	0,915	0,900	0,871	0,868
5	0,857	0,758	0,827	0,745	0,875	0,853	0,813	0,811
6	0,808	0,682	0,779	0,674	0,831	0,802	0,754	0,753
7	0,756	0,607	0,730	0,604	0,783	0,751	0,694	0,695
8	0,703	0,538	0,684	0,541	0,734	0,701	0,637	0,640
9	0,652	0,477	0,641	0,485	0,683	0,654	0,583	0,589
10	0,600	0,420	0,599	0,434	0,632	0,610	0,532	0,540
11	0,549	0,370	0,561	0,388	0,581	0,569	0,485	0,495
12	0,500	0,329	0,528	0,350	0,531	0,533	0,442	0,454
13	0,453	0,294	0,497	0,318	0,483	0,500	0,403	0,417
14	0,406	0,259	0,467	0,287	0,435	0,469	0,365	0,381
15	0,361	0,226	0,437	0,256	0,388	0,436	0,328	0,346
16	0,317	0,194	0,407	0,226	0,343	0,404	0,292	0,311
17	0,275	0,163	0,379	0,198	0,300	0,372	0,257	0,278
18	0,236	0,153	0,351	0,171	0,259	0,342	0,225	0,246
19	0,201	0,110	0,325	0,147	0,222	0,314	0,195	0,217
20	0,169	0,088	0,301	0,125	0,190	0,287	0,169	0,191
21	0,142	0,070	0,279	0,106	0,161	0,262	0,146	0,168
22	0,120	0,055	0,259	0,091	0,137	0,240	0,126	0,148
23	0,103	0,044	0,242	0,078	0,118	0,220	0,111	0,132
24	0,091	0,037	0,227	0,069	0,105	0,203	0,100	0,119
25	0,083	0,034	0,215	0,063	0,096	0,188	0,092	0,110
26	0,076	0,031	0,203	0,058	0,088	0,173	0,085	0,100
27	0,070	0,028	0,190	0,052	0,079	0,159	0,078	0,092
28	0,063	0,025	0,179	0,047	0,071	0,145	0,071	0,083
29	0,056	0,023	0,167	0,042	0,064	0,131	0,064	0,075
30	0,050	0,020	0,156	0,037	0,056	0,118	0,057	0,067
31	0,044	0,018	0,145	0,032	0,049	0,106	0,051	0,059
32	0,039	0,015	0,134	0,027	0,042	0,094	0,045	0,052
33	0,033	0,013	0,124	0,023	0,036	0,083	0,040	0,045
34	0,028	0,011	0,114	0,019	0,030	0,072	0,034	0,039
35	0,024	0,009	0,105	0,016	0,025	0,062	0,029	0,033
36	0,020	0,007	0,096	0,012	0,020	0,054	0,025	0,027
37	0,016	0,006	0,088	0,010	0,016	0,046	0,021	0,023
38	0,013	0,005	0,081	0,007	0,012	0,038	0,018	0,018
39	0,010	0,003	0,074	0,005	0,009	0,032	0,015	0,015
40	0,008	0,002	0,068	0,003	0,006	0,027	0,012	0,012
41	0,006	0,001	0,062	0,002	0,004	0,023	0,010	0,009
42	0,004		0,057	0,001	0,002	0,020	0,008	0,006
43	0,003		0,052		0,001	0,018	0,006	0,003
44	0,002		0,047			0,016	0,004	0,002
45	0,001		0,043			0,015	0,002	0,001

A technikai fejlődés ütemének ágazati eltérései így módon magyarázatul szolgálhatnak a különböző túlélési-selejtezési viselkedésekre. A műszaki fejlődés világszerte a gép- és a vegyiparban volt a leggyorsabb az elmúlt évtizedekben. Nem véletlen ezért, hogy nálunk is ezekben az ágazatokban a legjelentősebb a műszaki avulás, s következésképpen legrövidebbek a gép-élet-tartamok.

A feldolgozóipar többi, „hagyományos” ágazataiban a technikai fejlődés általában közepes mértékű volt. A gépiélettartamok, s így a selejtezés is, a kohászatban és a könnyűiparban ennek az átlagos műszaki avulásnak a hatását tükrözik. A gépcserék elhúzódása pedig az építőanyag- és élelmiszeriparokban annak tulajdonítható, hogy e két ágazat fejlesztését sokáig elhanyagoltuk, s így az egyébként átlagos technikai fejlődés hatása sem tudott teljes mértékben kibontakozni. A hetvenes évek elejétől, mindkét ágazatban — az építőanyagiparban fokozottabban — felgyorsuló beruházási tevékenység várhatóan a gépiélettartamok rövidüléséhez fog vezetni.

A technikai fejlődés ütemének jövőbeli alakulásától függ tehát végsősoron, hogy a tanulmányban bemutatott, az ipari gépek túlélését és selejtezését leíró görbék mennyire időállóak. Az ágazati ütemkülönbségek mérséklődésével a selejtezések időbeli alakulása is kevésbé fog eltérni egymástól. Nagyon valószínű, hogy legalább egy irányból, az építőanyag- és az élelmiszeripari gépiélettartamok megrövidülésével megindul ez az uniformizálódási folyamat.

A túlélési-selejtezési görbék változóképesége természetesen inkább a módszer előnyére mint a hátrányára válik. A gépiélettartamok és az élettartamstruktúra tényleges változását rugalmasan követni képes súlyozott túlélési és selejtezési függvények éppen e tulajdonságuk miatt alkalmasabbak az elemzésre, mint az irodalomban eddig javasolt és felhasznált egyszerű változatok, amely a túlélési-selejtezési viselkedésben sem időbeli, sem ágazati különbségeket nem enged meg.

(Beérkezett: 1982. január 21-én.)

## IRODALOM

- Az állami ipar termelési függvény számításainak tapasztalatai* OAÁH és Infelcor, Budapest, 1971.
- BEREND, I.: *Eszközigényesség és fejlesztési politika* KJK, Budapest, 1979.
- BENYÁCS, I.: A gyorsított leírás kérdéséhez *Pénzügyi Szemle*, 1980. 6. sz. 435—444. o.
- DÁNIEL, T.: A beruházott vagyon amortizációja *Közgazdasági Szemle*, 1976. 2. sz. 129—137. o.
- HARTOG den H. and TJAN, H. S.: A Clay-Clay Vintage Model Approach for Sectors of Industry in the Netherlands. *De Economist* 128, NR; 2. 1980. 129—188. pp.
- A nemzeti vagyon és az állóeszközállomány 1970—1978* KSH, Budapest, 1979.
- Népgazdasági Mérlegek 1960—1970* KSH, Budapest, 1971.
- RÁCZ, J.: *Az állóalapok és a termelés összefüggése a magyar iparban* Akadémiai Kiadó, Budapest, 1966.
- RADNÓTZI, J.: Az állóeszköz-állomány korszerűsítésének egyes kérdései *Pénzügyi Szemle*, 1976. 11. sz. 831—843. o.
- REDFERN, P.: Net Investment in Fixed Assets in the United Kingdom, 1938—1953. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A. Part II.* 1955. 141—191. pp.
- TOMPA, M.: Amortizáció és dinamikus szinttartás *Pénzügyi Szemle*, 1978. 2. sz. 115—121. o. *A vállalatok és a szövetkezetek újraértékelt állóeszközállománya 1968 január 1-én* KSH Időszaki Közlemények, KSH, Budapest, 1970.
- WARD, M.: *The Measurement of Capital*. OECD, Paris, 1976.

## SURVIVAL CURVES AND SCRAPPINGS

Survival curves show what proportions of machines and equipments are scrapped in year 1, 2, . . . ,  $n$  following their installation. Among the survival curves the simple cosine function (assuming approximately normal distribution of scrap over time) and weighted cosine functions (taking also the life-span structure of stocks into consideration) were examined. In order to determine which type of function is better suited for the description of stocks of machine and equipments the following method was applied. To the initial stocks new installations were added and scraps prescribed by the function deducted. The time series obtained in this way were compared with statistical data. That function was accepted as the better one for which (1) the deviation of estimated data from actual ones was smaller and (in the case of a systematic deviation between the two), (2) a rational explanation could be given for the deviation. According to results of the empirical examination the scrapping of machines and equipments in Hungarian manufacturing industry is more precisely described by the weighted function.

The bulk of scraps takes place, deviating from the approximately normal one, not in the middle, but already in the first half of the period. Sectoral differences are considerable in scrappings. Scraps are mostly concentrated on the early years in the engineering and chemical industries. In light industry and metallurgy the distribution is almost normal, while scraps are least concentrated in building material and food industries. Sectoral differences may be explained by deviating rates of technological obsolescence.

## ФУНКЦИИ ПЕРЕЖИТИЯ, СВОЙСТВА БРАКОВКИ

Функции пережития показывают, какая часть машин и оборудования бракуется в первом, во втором и т. д. годах после ввода в эксплуатацию. Среди функций пережития рассматривались функции простого косинуса, предполагающие примерно нормальное распределение, и функции взвешенного косинуса, принимающие во внимание также структуру парка по продолжительности службы. Для того, чтобы определить, какой тип функций является наиболее приемлемым для описания парка машин и оборудования, применялся следующий способ. К первоначальному парку причислялись по очереди новые вводимые в эксплуатацию и отчислялись браковки, установленные функцией. Полученный временной ряд мы сопоставили со статистическими данными, и считали правильной ту функцию, у которой (1) отклонения оценочных данных от фактических меньше, а если между оценочными и фактическими данными наблюдается систематическое отклонение, тогда функцию, у которой (2) отклонения рационально объяснимы. По результатам эмпирического исследования браковка машин и оборудования в венгерской обрабатывающей промышленности точнее описывается взвешенной функцией.

Подавляющая часть браковки, в отличие от примерно нормального распределения производства не в середине периода, а в его первой половине. В машиностроении и в химической промышленности браковка сосредоточивается сильнее, в других отраслях в годы следующие после ввода в эксплуатацию, браковка же в легкой промышленности и в металлургии показывает почти нормальное распределение, а в производстве строительных материалов и продовольственных товаров браковка представляется наименее концентрированной. Различия по отраслям объясняются различными темпами технического-технологического устарения.