

# Kockázat és valószínűség

FÓNAGY JULIANNA

*A valószínűség fogalma az oktatásban szinte elválaszthatatlan a kockázástól, míg a hétköznapi életben e fogalom inkább a kockázathoz kapcsolódik. A valószínűségnek a szerencsejátékokon keresztül történő bevezetése természetes módon adódik, igazodik matematikatörténeti kialakulásához is, ugyanakkor az alkalmazásokban oly fontos kockázatszempoléti vonatkozásai elsikkadnak, pedig napjainkban a biztonság és kockázat mérlegelése egyre jobban előtérbe kerül, egyre inkább áthatja mind az üzleti, mind a műszaki életet. A gazdasági és a műszaki szakemberek már régóta végeznek kockázatelemzéseket, amelyek során jelentős tapasztalatok és olyan általánosítható eredmények is felgyűltek már, melyeket érdemes lenne az iskolai oktatásba is bevezetni.*

A valószínűség kifejezést alapvetően háromfajta értelemben használjuk: elméleti valószínűség, empirikus valószínűség illetve hipotetikus valószínűség. A valószínűség tapasztalati fogalmának matematikai definíciója, a *Kolmogorov*-féle axiomatikus megfogalmazása az elméleti valószínűség értelmezését határozza meg. Az elméleti valószínűség alkalmazásakor az adott jelenségek kör tulajdonképpen egy jól meghatározott matematikai modellel írjuk le, és a vizsgálatokat is ebben a modellben végezzük a valószínűségszámítás matematikai apparátusának felhasználásával. Az oktatásban alapvetően ennek egy túlegyszerűsített formája, a kombinatorikus valószínűség jelenik meg. A szerencsejátékokhoz, az urna-modellekhez kapcsolódó feladatok esetszámlálásra vezetnek. Az elméleti valószínűség fogalmának a kombinatorikus valószínűség fogalmára történő degradálása az alkalmazhatósági kör leszűkülését eredményezi. Az empirikus valószínűség az előfordulási gyakoriságok, a relatív gyakoriságok statisztikai elemzésével jelent meg elsősorban a biztosítási kockázatok vizsgálatához kapcsolódóan. A *Bernoulli*-féle nagy számok törvénye elemi szinten teremt kapcsolatot e kétféle felfogás között. Mind az elméleti, mind az empirikus megközelítésről egyrészt megállapítható, hogy csak tömegjelenségek vizsgálatára alkalmas, másrészt a felvetődő kérdések általában összefonódnak valamilyen „gazdasági optimum” megítélésével. A valószínűség fogalmának kombinatorikus szintet meghaladó elméleti megközelítése az iskolában meglehetősen reménytelen vállalkozásnak tetszik a valószínűségszámítás klasszikus felépítése alapján, a témakör feldolgozásának elvontsága idegen a tanulóktól. Az iskolás korosztályhoz az empirikus valószínűség, a statisztikai megközelítés lényegesen közelebb áll, gyakorlatias felfogása és a kísérletezés lehetősége jelentősen megnöveli az elsajátítás hatékonyságát, és alkalmazhatósági területét is jelentősen kibővíti.

A hipotetikus valószínűség mint az esély hétköznapi fogalma minden emberben él, tudományos megítélése, jellemzése meglehetősen nehéz feladat, bár kétségkívül jelentős hatásai vannak a különböző döntések meghozatalában. Az esély szubjektív fogalmának valószínűségelméleti és statisztikai megközelítésével e fogalom csak részben kezd objektív válni, ugyanis a matematikai illetve statisztikai valószínűség nem hordozza önmagában a hipotetikus valószínűséghez szervesen kapcsolódó összes jellemzőt, hiányoznak belőlük például az esély mérlegeléséhez közvetlenül kapcsolódó gazdaságossági momentumok. (Számos vizsgálat támasztja alá, hogy a ritka, de súlyos következményekkel járó eseményeket – atomerőművi meghibásodások – az emberek teljesen eltérő módon ítélik meg.) A hipotetikus valószínűség pontosabb jellemzéséhez általában olyan modelleket alkalmazunk, melyekben az elméleti illetve empirikus valószínűségek

mellett az egyes események következményei is szerepelnek, ezt leggyakrabban valamilyen „költségfüggvénnyel” próbáljuk figyelembe venni.

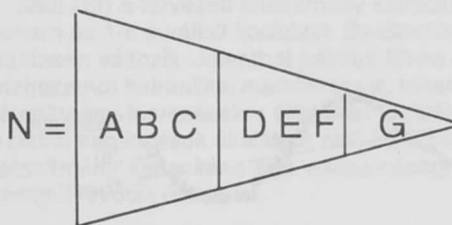
A hipotetikus valószínűség alkalmazásakor valójában egy hallgatólagos analógiát tételezünk fel. Az adott esemény bekövetkezését egy valószínűségelméleti illetve statisztikai modell segítségével mérlegeljük. A tapasztalat sok esetben megerősíti ezeket az analógiákat, ezért gyakran megelégedünk az alkalmazott analógia érvényességi körének vizsgálatáról, ami sokszor megengedhetetlen általánosításokhoz vezet. Így nyer értelmet például az olyan kijelentés, hogy egy konkrét, egyedi esemény bekövetkezésének is van valószínűsége, holott a matematikai és a statisztikai értelmezés is egyértelműen csak tömeges jelenségek leírására szolgál. Ennek ellentmondására már sokan rámutattak. *Wartofsky* ezt a problémát a következő példával szemlélteti (9):

Az iszákosoknak kevesebb mint 1 százaléka egyetemi tanár.

A Filozófiai Szemle olvasóinak több mint 99 százaléka egyetemi tanár.

András iszákos és rendszeres olvasója a Filozófiai Szemlének.

Ezekből a premisszákból két statisztikailag ellentmondó következtetésre juthatunk, hiszen kimutatható, hogy egyrészt András legalább 99 százalék valószínűséggel, másrészt legfeljebb 1 százalék valószínűséggel egyetemi tanár. A tömegjelenségekre alkalmazott módszerekkel egyedi, konkrét esetet jellemezni nemcsak bizarr ötlet, hanem önmagában ellentmondást hordozó gondolat is, amivel még tudományos igényű érvelésekben is találkozhatunk. A *Drake*-formula – amely a Tejútrendszerben jelenleg létező civilizációk számát hivatott megállapítani – tipikusan a hipotetikus valószínűség fogalmára épít. Az egyes tényezők becslésének megbízhatósága megkérdőjelezhető, amit az 1. ábrán a háromszög próbál jelképezni. Azok a becslések, amelyek az  $N = 1$  és  $N = 0$  értéket hozzák ki eredményül, az élet kozmikus magányosságát, illetve a civilizációink valamilyen nem természetes úton való keletkezését igyekeznek valószínűsíteni. E hipotézisek ilyen irányú tudományos igazolására tett kísérletek nyilván elvileg is hibásak, hiszen ebben a felfogásban a formulában szereplő utolsó négy tényező elvileg sem értelmezhető.



1. ábra

A *Drake*-formula és tényezőinek megbízhatósága

$N$  = Tejútrendszerünkben jelenleg létező civilizációk száma

$A$  = Galaxisunkban évente születő csillagok száma

$B$  = a csillagok hanyadrészét övezi bolygórendszer

$C$  = a bolygórendszerek hanyadrészén kedvezők a fizikai-kémiai viszonyok

$D$  = a kedvező adottságú bolygókon milyen valószínűséggel alakul ki bioszféra, azaz az élet

$E$  = a bioszférában milyen valószínűséggel alakul ki az élet a rendelkezésre álló idő alatt

$F$  = fejlett civilizációk kialakulásának valószínűsége

$G$  = a civilizációk várható élettartama

## Sztochasztikus folyamatok

A véletlen jelenségeket kétfajta felfogásban is szokták értelmezni. Az egyik felfogásban objektív véletlen jelenség nincs, csak tudásunk, ismeretünk hiányos ahhoz, hogy a jelenséget kialakító és befolyásoló összes tényezőt figyelembe tudjuk venni, ezért esetenként kénytelenek vagyunk más módszerekkel közelíteni egy-egy jelenség leírásához. E felfogás hívei gyakran idézik *Einstein*-t: „Nem hinném, hogy Isten kockázna a kozmoszszal.” A véletlen jelenségek más felfogásban objektíven léteznek, a természet szerves részét képezik. A véletlen matematikai fogalmára alapítva is logikusan, következetesen megmagyarázhatók és értelmezhetők a legkülönbözőbb természettörvények is. Gyakor-

lati szempontból mindkét felfogás hívei egyetértenek abban, hogy a véletlen jelenségek leírasi módjait, jellemzőit célszerű minél jobban megismernünk, hiszen az új ismeretek megszerzésének egyik általánosan járható útján ezeket fel kell használni.

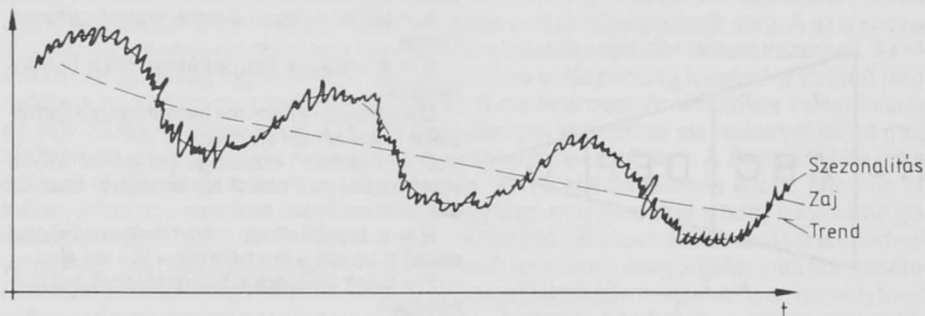
A véletlen jelenségek, a sztochasztikus folyamatok leírására többnyire jelmodelleket használunk. A jeleket a 2. ábrán látható módon szokás felosztani.

JELEK					
determinisztikus jelek				sztochasztikus jelek	
periodikus jelek		nemperiodikus jelek		stacionárius jelek	nemstacionárius jelek
szinuszos jelek	általános periodikus jelek	kvázi periodikus jelek	tranziens jelek	ergodikus jelek	nem-ergodikus jelek

2. ábra

A jelek egy szokásos csoportosítása

E jelmodellek általában időfüggvényekkel, idősorokkal dolgoznak. A determinisztikus jeleket egy-egy konkrét időfüggvénnyel írhatjuk le, míg a sztochasztikus jelek leírásával az idősorok analízise foglalkozik részletesen. Az idősorok analízise során többnyire különböző átlagolástechnikák alkalmazásával igyekszünk a nagy ingadozású véletlen jelenségeket kiszűrni, nagyobb stabilitással rendelkező mutatókat meghatározni, a sztochasztikus folyamatot egy determinisztikus és stacionárius részre bontani. A determinisztikus komponens leggyakrabban egy szezonális (periodikus rész megragadása) és egy trend jellegű részből áll. Az alkalmazott modellek tehát általában trend + szezonális + zaj típusúak. (3. ábra)



3. ábra

Trend + szezonális + zaj modell

Ezen felbontás előállítására különböző módszereket alkalmazunk. Gyakran eltekintünk bizonyos komponensektől, így például a valószínűségszámítás oktatása során többnyire olyan folyamatok kerülnek előtérbe, amelyeknél a zaj komponens dominál, a másik kettő pedig elhanyagolható. Didaktikai szempontból ez érthető, de ugyanakkor a tiszta zaj komponens tárgyalásakor többnyire kimaradnak olyan alapvető jelentőségű ismeretek, tételek, melyek a leírasi módok megértéséhez hozzátartoznak, pedig akár a kombinatorikus valószínűségeken keresztül is bemutatható az átlagolástechnikára oly jellemző összegképzés hatása, mely szerint a várható értékek algebrailag összegeződnek, míg a szórássokra a négyzetes összegződés érvényesül függetlenség esetén. A nagyobb elemszámú minta esetében tehát az átlag „relatív hibája” kisebb lesz, azaz matematikailag:

$$M(x_1+x_2+\dots+x_n) = M(x_1) + M(x_2)+\dots+M(x_n) = n M(x)$$

$$D^2(x_1+x_2+\dots+x_n) = D^2(x_1) + D^2(x_2)+\dots+D^2(x_n) = n D^2(x)$$

$$\frac{D(x_1 + x_2 + \dots + x_n)}{M(x_1 + x_2 + \dots + x_n)} = \frac{1}{\sqrt{n}} \frac{D(x)}{M(x)}$$

ami az átlagos ingadozás mértékének  $\frac{1}{\sqrt{n}}$  szerinti csökkenését is eredményül adja és rámutat arra, hogy összegzés esetén a véletlen ingadozások, „hibák” milyen mértékben ejtik ki egymást. Hasonló észrevételek fűzhetők a függetlenség, a korreláció és a regresszióval kapcsolatban tapasztalható hiányosságokhoz is, pedig ezek alapvető szemléletformáló szerepet tölthetnének be a kockázat pontosabb hétköznapi értelmezéséhez, megítéléséhez és alkalmazásához.

## A kockázat valószínűségelméleti értelmezése

A kockázat értelmezése során a továbbiakban a műszaki alkalmazásokat tartjuk szem előtt, amit a használt terminológiával is jelzünk, bár a gondolatok érvényesek más szakterületeken is. Egy létesítmény kapacitásának mindig a szükséges műszaki igényekhez kell igazodnia. A vállalt kockázat tulajdonképpen mindig egy olyan esemény bekövetkezésének a valószínűsége a tervezett élettartam alatt, amikor a létesítmény kapacitása kisebbé válik a szükséges műszaki igénynél. A valószínűségelmélet alapján történő méretezés alapösszefüggésének matematikai megfogalmazása

$$P\{R(t)-S(t)>0\} > 1-1/k$$

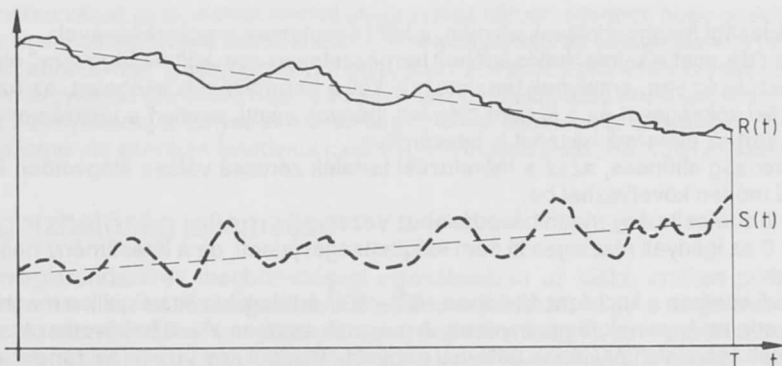
$$0 < t < T$$

vagy más alakban

$$P\{R(t)-S(t)<0\} < 1/k$$

$$0 < t < T$$

ahol  $R(t)$  a tervezett létesítmény kapacitása,  $S(t)$  a műszaki igény,  $T$  a tervezett élettartam és  $1/k$  a vállalt kockázat. Szakterületenként a kapacitás konkrét tartama természetesen változik. Jelenthet például fűtési hőteljesítményt hőtani méretezés esetében, vízhozamot hidraulikai méretezésnél, teherbírás, ha erőtan méretezésről van szó. Egy létesítmény tervezésekor általában többféle kapacitásról is lehet beszélni. A szakágak szerinti kapacitások általában első közelítésben egymástól függetlennek tekinthetők. A létesítmény kapacitása egy valószínűségi változó, ami idősort alkot. Ez általában két részből tevődik össze :



4. ábra  
A kapacitás és a műszaki igény idősorai

- egy trend jellegű rész, ami időben determinisztikusan változik
- egy véletlen jellegű rész, aminek változása sztochasztikus folyamatot képez.

A létesítmény tervezett élettartama alatt a kapacitás többnyire trendszerűen csökkenő. (A kapacitás, mint valószínűségi változó ismert, ha eloszlásfüggvénye adott. Az eloszlásfüggvény előállítását a gyakorlatban számos nehézségbe ütközik, ezért általában a valószínűségi változó jellemzésére a várható értékét, szórását, ferdeségét, csúcosságát stb. szokás használni.)

A műszaki igény konkrét tartalma szakáganként szintén változik. Jelentheti például a mindenkori tényleges hőszükségletet hőtani méretezés esetében, egy vízlépcső vízátbocsajátását hidraulikai méretezésnél, egy áthidalóban ébresztett hajlítógénybevétele, ha erőtani méretezésről van szó. Egy létesítménnyel kapcsolatban általában többféle műszaki igényről is beszélhetünk. A szakágak szerinti műszaki igényekről első közelítésben feltételezhető, hogy azok egymástól függetlenek. A műszaki igény is valószínűségi változó és időbeli változása következtében idősort alkot. Ez általában szintén két részből tevődik össze, egy trend jellegű részből, ami időben többnyire növekvő és egy véletlen jellegű részből. Eloszlásfüggvényének előállítása a gyakorlatban többnyire nehéz és költséges. A valószínűségi jellemzők (várható érték, szórás, ferdeség, csúcosság) meghatározása lényegesen egyszerűbb, ezért ezeket használják jellemzésére. (1) és (5)

## A méretezési tartalék

A kapacitás és a műszaki igény különbsége a méretezési tartalék  $[Y(t)]$ , ami tulajdonképpen a biztonságot jelenti:

$$Y(t) = R(t) - S(t).$$

A méretezési tartalék konkrét jelentése lehet hőtartalék hőtani méretezésnél, víz-emésztési tartalék hidraulikai méretezésnél, teherbírás tartalék, ha erőtani méretezésről van szó. A méretezési tartalék értelmezése következtében szintén valószínűségi változó, ami idősort alkot, azaz két részből áll: egy általában trendszerűen csökkenő részből és egy véletlen jellegű részből, ami ugyancsak sztochasztikus folyamatot alkot. A valószínűségi jellemzők előállítása különösen egyszerű, ha az  $R(t)$  kapacitás és az  $S(t)$  műszaki igény egymástól függetlenek. (A méretezési tartalék sűrűségfüggvényét ilyenkor a kapacitás és a műszaki igény sűrűségfüggvényének konvolúciójaként lehet meghatározni, de ennek a megállapításnak inkább csak elvi jelentősége van.)

A gyakorlatban alapkérdésként vetődik fel, hogy mekkora legyen a vállalt kockázat mértéke. Ennek meghatározása alapvetően két különböző módon történhet:

- szabályzatokban, szabványokban előírt értékek közvetlen vagy közvetett megadásával,

- gazdasági megfontolások alapján, a költségoptimum megkeresésével.

A második eset alkalmazhatóságához természetesen egy „költségfüggvény” előállítására is szükség van, amelynek tartalmaznia kell a beruházási költségeket, az üzem és fenntartási költségeket és a ki nem elégített igények miatti, esetleg a tönkremenetelkor okozott kárt az elmaradt hasznot is beszámítva.

A biztonság eltűnése, azaz a méretezési tartalék zérussá válása alapvetően két különböző módon következhet be:

- $Y < 0$  a létesítmény meghibásodásához vezet

- $Y < 0$  az igények részleges ki nem elégítettségét jelenti, de a létesítmény nem hibásodik meg.

Az első esetben a kockázat általában  $10^{-6} - 10^{-1}$  értékek között változik a meghibásodás következményeinek függvényében. A második esetben  $Y < 0$  bekövetkezése a tervezett élettartam alatt általában 90%-nál nagyobb. Például egy vízellátási rendszer vagy egy fűtési rendszer tartaléka a tervezett élettartamon belül nagy valószínűséggel zérusra csökken. Látható, hogy a vállalható kockázat több nagyságrendet lefed a konkrét feladat jellegétől függően.

## Költségfüggvény

A vállalt kockázat mértékének objektívabb megítéléséhez gyakran alkalmazzák a költségfüggvény-módszert. Ezekben a vizsgálatokban gazdasági elemzések alapján előállítanak egy költségfüggvényt, amelynek alakja többnyire a következő, ha az élettartamon belül a létesítmény tönkremenetelével nem kell számolni:

$$K = C + \frac{q^T - 1}{q^T (q - 1)} (L + D)$$

ahol a kifejezés második tagja a folyamatosan jelentkező költségeket és károkat a használatba-vétel időpontjára tőkésíti.

A beruházási költségek (C) általában jó közelítéssel a következő alakba írhatók:

$$C = C_0 (b_0 + b_1 \ln k)$$

ahol  $C_0$  az optimálisan vállalt kockázathoz tartozó létesítési költség. Az üzem és fenntartási költségek (L) általában jó közelítéssel a következő alakba írhatók:

$$L = L_0 (b_4 + b_3 \ln k + \frac{b_2}{\ln k})$$

Az igények részleges ki nem elégítettségéből (például fűtési rendszernél alulfűtöttség, vízellátásnál a vízkorlátozás stb.) eredő károk (D) jellege különböző lehet. Ez esetenként objektíven meghatározható, esetenként pedig hipotetikus módon történik. (Távfűtésnél például lehetséges hipotézis hogy a fellépő hőenergiahiány által „okozott kárt” a „villamosenergiával való pótlásának” költségével történő elszámolása, de lehet más jogi alapra helyezett szubjektív „kárfüggvény” is alkalmazni.) Több szakterületen a kárfüggvény jól közelíthető az alábbi függvényalakkal:

$$D = D_0 (b_6 + \frac{b_5}{\ln k})$$

Az így kapott költségfüggvények optimumának megkeresése k-szerinti deriválással a következő eredményt adja:

$$k_{\text{opt}} = \exp \left( \frac{b_2 \cdot \frac{L_0}{C_0} + b_5 \cdot \frac{D_0}{C_0}}{\frac{q^T (q - 1)}{q^T - 1} \cdot b_1 + b_3 \cdot \frac{L_0}{C_0}} \right)^{\frac{1}{2}}$$

A  $K''(k_{\text{opt}}) > 0$  is könnyen igazolható, azaz a költségfüggvénynek valóban minimuma van. A képletben szereplő paraméterek alkalmas becslésével tehát gyakorlatilag is elérhető lenne a kockázati tényező objektívabb megítélése.

E tömören vázolt gyakorlatias modell olyan széles körben elterjedt, hogy gyakran univerzális általánosításaisal is találkozhatunk, amelyek például az emberi életet is pénzben fejezik ki, ahhoz, hogy a kárfüggvényt meg tudják határozni. Ezek a törekvések szakmai körökben is gyakran vitatottak, hiszen e becslések szubjektivitása következtében fellépő jelentős bizonytalansági tényezők mellett súlyos etikai kérdések is felvetődnek. E szemléletmód ismerete azonban feltétlenül hasznos, különösen akkor, ha ismerjük korlátait is.

## A megbízhatóság jellemzése

Az energiarendszerek megbízhatósági vizsgálataiban az előbb említett problémák nagy része nem lép fel. A vizsgálatokra általánosan jellemző, hogy a megbízhatóságot a fogyasztó szempontjából vizsgálják, azaz a megbízhatóság és az ellátásbiztonság fogalma lényegében egybeesik. Az alkalmazott modellek kivétel nélkül a valószínűségi számításra alapulnak. A feladat bonyolultsága miatt a fogyasztók ellátásának biztonsága csak többféle megközelítésben, különböző modellek segítségével vizsgálható kielégítő módon. A szakirodalomban három fő megközelítési módot alkalmaznak:



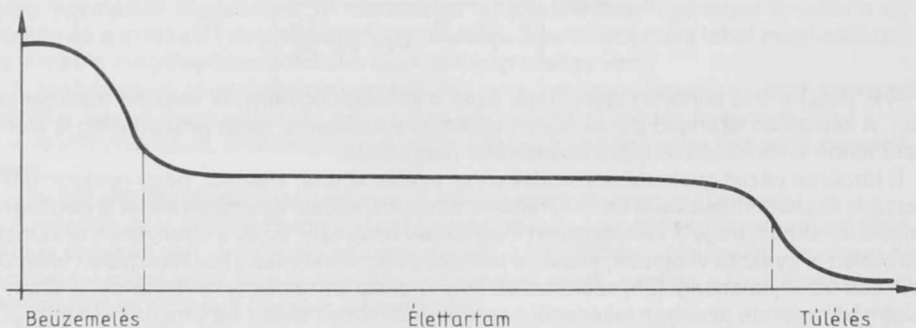
- tervezői megközelítés (hosszútávú megbízhatóság)
- irányítástechnikai megközelítés (stabilitás)
- üzemeltetői megközelítés (rövidtávú megbízhatóság)

Egy energiarendszer megbízhatósága a fogyasztó szempontjából lényegében az ellátásbiztonság fogalmával esik egybe. A szakirodalomban a megbízhatóságelméleti vizsgálatoknál az energiarendszer alapelemeinek szintézisével egy egységes gyakoriság-időtartam alapú modellrendszer megalkotása a cél. Ezt általában részmodellek (erőműpark- vagy rendelkezésreállítás-modell; fogyasztói- vagy terhelés-modell) hálózatmodell; sorozatának megalkotásával és ezek szintézisével (Monte-Carlo módszerek) próbálják elérni. Konkrét számszerűsített eredmények a villamosenergia-rendszerekre ismeretesek. Az ilyen típusú modellek identifikálásánál súlyos problémákat jelentenek általában az alábbi tényezők:

- a kiesési valószínűségek kicsik, ezért sok mintára van szükség (különösen az átvívó- és elosztóhálózatok esetében),
- ha az egyes esetek függetlensége nem tételezhető fel, akkor komoly nehézségeket okoz a többdimenziós eloszlások matematikai kezelése.

A megbízhatóság jellemzéséhez természetesen nem elégséges a  $k$  kockázati érték megadása, hiszen látható, hogy ezekben az esetekben az élettartam alatt szinte biztosan bekövetkezik meghibásodás. A meghibásodások gyakorisága mellett a kiesések időtartamának és mértékének is jelentős szerep jut az ellátásbiztonság megítélésében.

Az élettartam definiálása jelentősen befolyásolja a kockázat értékét. Hosszabb élettartam feltételezése esetén nyilván nagyobb kockázattal kell számolnunk. Egy-egy berendezés esetén a megbízhatóságot gyakran megpróbálják az elemi részek megbízhatósága alapján jellemezni. Elektronikus berendezések esetében néhányszor már sikerrel alkalmazták e módszert. Az eljárás lényege, hogy az egyes alkatrészek soros ill. párhuzamos kapcsolása alapján az elemi részek megbízhatósága alapján építik fel a rendszer eredő meghibásodását. (3) E valószínűségelméleti modellek gyakorlati alkalmazása azonban meglehetősen korlátozott, hiszen rengeteg mérési adatot igényel, ami általában nem áll rendelkezésre.



5. ábra

*A működőképes készülékek számának alakulása az idő függvényében*

A berendezések meghibásodásának statisztikai vizsgálata egyszerűbben elvégezhető. Különböző területeken nagy mennyiségben gyártott készülékre vonatkozó vizsgálatok azt mutatják, hogy az idő függvényében a működőképes készülékek száma az 5. ábrán látható módon alakul.

Az eddigiekben vázolt szemléleti formák hasznos segédeszköznek bizonyulhatnak az oktatásban is a gyakorlati szempontból oly fontos megbízhatóság-kockázat-valószínűség fogalomrendszer jobb megismeréséhez, ugyanakkor e jellemzési módokkal kapcsolatban meg kell állapítani, hogy kizárólagosan tömeges jelenségek jellemzésére alkalmazhatók. Az egyedi, konkrét jelenség kockázatelemzéséhez ma már más a véges matematika körébe tartozó, általában relációk analizisét alkalmazó módszereket alkalmaznak (2) és (4).

## IRODALOM

- (1) *Fatalin László—Kertész Tamás*: A vállalt kockázat alakulása fűtési rendszerek méretezésekor. = Energiagazdálkodás XXXIII/2.
- (2) *Fáy Gyula*: Műszaki rendszerdiagnosztikai ismeretek. JPTE Pécs 1989
- (3) *B. V. Gnyegyenko—J. K. Beljaljev—A. D. Szolovjev*: A megbízhatóságelmélet matematikai alapjai. Műszaki Kiadó, Budapest, 1970.
- (4) *Havas Adám*: Kockázatelemzés- tudomány vagy mágia. = Iskolakultúra 1993/23.
- (5) *Mistóth Endre*: A biztonság valószínűségelméleti értelmezése. Vízügyi Dokumentációs és Tájékoztató Iroda, Budapest, 1975.
- (6) *Móri F. Tamás—Székely J. Gábor*: Többváltozós statisztikai analizis. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1986.
- (7) *J. Reimann*: Mathematical Statistics. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1989.
- (8) *Tusnády Gábor—Ziermann Margit*: Idősorok analizise. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1986.
- (9) *Marx W. Wartofsky*: A tudományos gondolkodás fogalmi alapjai. Gondolat, Budapest, 1977.

## Iskolaigazgatóknak, pedagógusoknak ajánljuk !

*A Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Rt. gondozásában  
hamarosan megjelenik*

Szüdi János: Közoktatási kézikönyv  
című összeállítás.

Az elfogadott közoktatási törvény szélesítette az iskolák önállóságát, kiteljesítette a tanulók, a pedagógusok és a szülők jogait. Ahhoz, hogy a törvény a kívánt hatást fejtsse ki, alapvető követelmény, hogy az érintettek megismerjék, helyesen értelmezzék és alkalmazzák előírásait. A törvényelőkészítő munkában is részt vevő szerző nem elsősorban jogászoknak címzett, nem jogi nyelven megfogalmazott magyarázatával a felhasználóknak kíván segítséget nyújtani. A könyv a közoktatási intézményeken kívül az önkormányzatokat, az intézményeket fenntartó szerveket, de a jelentős jogosítványokat kapó szülőket is érdekelheti.

Kb. 280 oldal, ára: 1500,- Ft (ÁFÁ-val).  
Megrendelhető: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó Rt.  
1054 Budapest, Nagysándor József u. 6.  
Fax: 131-4380