

# Kockázatelemzés – mágia vagy tudomány?

HAVAS ÁDÁM

*A tudomány és a technika e századi fejlődésének eredményeként a fejlett ipari országokban mindenütt szembe kell nézni az ipari létesítmények egyes emberre, a társadalomra és a környezetre leselkedő veszélyeivel, kockázatával. A biztonság iránti igény, a kockázat csökkentésére törekvés a tudomány új területeit hozta létre: a biztonság tudományt és a kockázatelemzést. Vannak akik vitatják e tudományágak létjogosultságát – a kockázatelemzőket korunk sámánjainak tartják – míg mások abszolutizálják a különböző módszerekkel számított kockázatértékeket, s úgy vélik, hogy azok az egyes döntéseket egzakt módon alátámasztják. Az új technológiák veszélyei természetesen foglalkoztatják a közvéleményt és a politikai erőket is, melyek dönteni hivatottak e létesítmények létrehozásáról illetve működtetéséről.*

## A kockázat fogalma

A *kockázat* fogalma a hétköznapi nyelvhasználatban nehezen különíthető el a *veszély* szó jelentésétől és keveredik egy nem kívánt esemény súlyosságának fogalmával is. A *Larousse* értelmezése szerint például a kockázat „valamely cselekvéssel járó veszély, veszteség lehetősége”. A gazdasági életben ugyanakkor a veszteség lehetőségén kívül a nyereség kilátását is magában foglalja. Aki például szerencsejátékot játszik, az pénzt kockáztat a nyereség reményében. Általában azonban megállapíthatjuk, hogy a kockázat károk, veszteségek, sérülések és halálesetek lehetőségével függ össze. A biztosítótársaságok értelmezésében a kockázat gyakran csupán egy pénzösszeg, melyet egy esetleges káresemény nyomán helyreállításra, javításra vagy kárpótlásként az ügyfélnek kifizetnek. A kockázat fogalmát a különböző tudományágak eltérően értelmezik, az azonban minden meghatározásban közös – és a közfelfogással is egyezik – hogy az a jövőben rejlő bizonytalanságot jellemzi. A biztonság tudomány értelmezésében a kockázat a *veszély nagysága*, melyet a lehetséges károsultakra és a kár bekövetkezésének lehetséges időintervallumára értelmeznek:

*kockázat = kár nagyság  $\times$  közepes kárgyakoriság*

E meghatározás jól tükrözi a kockázat fogalmának azt a nyilvánvaló tulajdonságát, hogy nagyobb gyakoriság vagy súlyosabb következmények egyaránt a kockázat növekedését eredményezik. Ha időegységenként és egyénenként csak egyetlen káresemény lehetséges, vagy ha a gyakoriság olyan kicsi, hogy több esemény bekövetkezését elhanyagolhatjuk, akkor a közepes kárgyakoriság számértéke egyenlőnek tekinthető a bekövetkezés időegységre vonatkozó  $P_S$  valószínűségével. A kockázat definíciója erre az esetre:

*kockázat = kár nagyság  $\times$  bekövetkezési valószínűség*

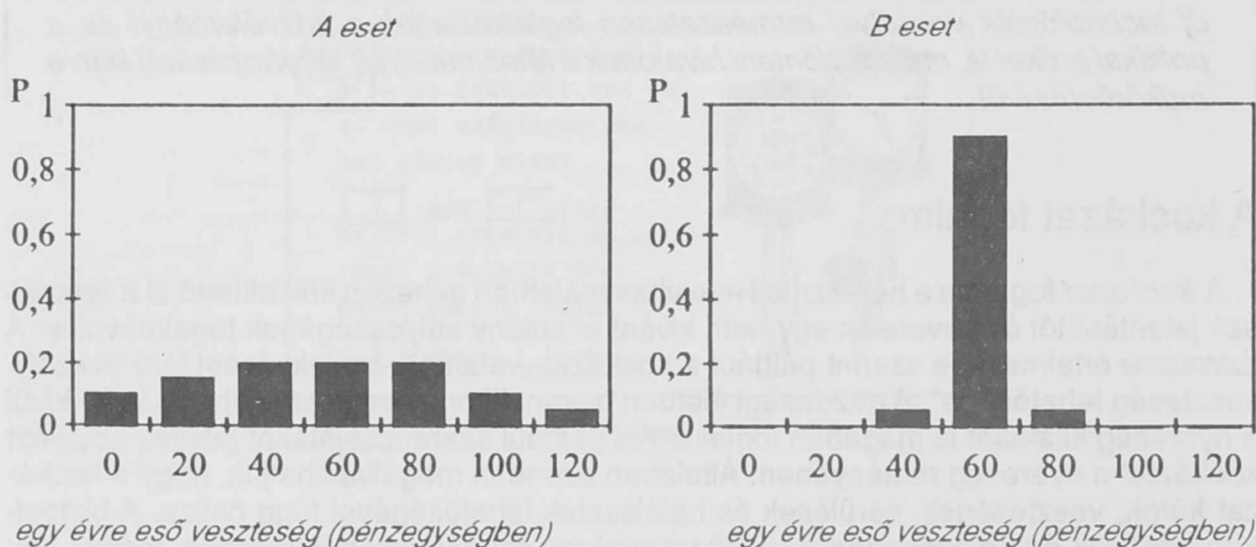
Az egyéni kockázat mellett értelmezhető egy embercsoportra vonatkoztatva az ún. globális kockázat, amely a csoportot érő, időegységre eső várható kár nagyság. Azonos típusú károkra nézve az egyéni kockázat és a globális kockázat között az alábbi összefüggés érvényes:

*globális kockázat = egyéni kockázat  $\times$  csoport létszáma*

E definíciók előnye a kockázat számszerűsítése, ami összehasonlításokat tesz lehetővé, hátránya viszont a következmények összemosása, ugyanis e számértékekben a kockázatok sokrétű társadalmi és emberi szempontjai egyáltalán nem jelennek meg. Ráadásul csak azonos fajtájú – számszerűen is kifejezhető – következmények figyelembevételét teszi lehetővé.

E meghatározások másik hibája az, hogy mivel matematikailag a várható kárnagyságot fejezik ki, nem tartalmazzák a következmények súlyosságának bizonytalanságát. Ha például 1000 Ft/év valamely kockázat nagysága, akkor az előállhat 0,1/év gyakorisággal bekövetkező 10 000 Ft-os kárral, de ugyanekkora kockázatot ad a 0,0001/év gyakorisággal előforduló 10 000 000 Ft-os káresemény is. Nem biztos, hogy e két esetet mindenki azonos nagyságú kockázatnak tekinti. Végül pedig – sarkítva a problémát – e meghatározások alapján ugyanekkora kockázatnak tekinthetnénk az évente kifizetendő 1000 Ft-os költséget, veszteséget is.

E problémák kiküszöbölésére egyesek a kockázat fogalmát az adott helyzet lehetséges kimeneteleinek bizonytalanságaként definiálják. Ha a kérdéses helyzetnek csak egy kimenetele lehetséges, akkor nincs bizonytalanság, a kockázat tehát nulla. Ha sokféle kimenetel lehetséges, akkor a kockázat nagyobb mint nulla. Minél nagyobb a lehetőségek száma, annál nagyobb a bizonytalanság és ezzel együtt a kockázat is. Az 1. ábrán látható két valószínűségeloszlásnál például a veszteség (kár) várható értéke azonos, mégis az „A” esetben nagyobb a kockázat mint a „B”-ben.



1. ábra

E jellemzőt matematikailag az eloszlás különféle jellemzőivel, például szórásával adhatjuk meg. A kockázat nagysága ebben a felfogásban fordítottan arányos a helyzet kimenetelének, következményeinek megjósolhatóságával. Ha a kockázat nulla, akkor a jövő pontosan ismert. Egy adott helyzetben a kockázat csökkentése azt jelenti, hogy bizonyosabbá, jobban tervezhetővé válik a jövő. Világos tehát, hogy a jövővel kapcsolatos ismeretek együttese – az *információ* – szorosan összefügg a kockázattal. Érdemes ezért a valószínűség és információ kapcsolatát is áttekinteni.

Az információ mennyiségének mértékegységéül azt az információt szokás választani, amit akkor nyerünk, ha egy 0,5 valószínűségű eseményről megtudjuk, hogy bekövetkezik-e vagy sem (ennek az információnak a nagysága 1 bit). Ha a  $p_1, p_2, \dots, p_n$  valószínűségű eseményekből álló eloszlást  $X$ -szel jelöljük, akkor a valószínűségi eloszlás

$$H(x) = -p_1 \log_2(p_1) - \dots - p_n \log_2(p_n)$$

*entrópiája* megadja, hogy az  $X$  valószínűségi mezőn egy-egy esemény kimenetelének megismerése mennyi bizonytalanságot oszlat el, mekkora az információtartalma. Ha az

entrópia nulla, akkor a bizonytalanság – így a kockázat is – nulla. Minél nagyobb az entrópia, annál nagyobb a kockázat.

## A kockázat típusai

A modern valószínűségelméletben a valószínűség lehet objektív vagy szubjektív, ennek megfelelően megkülönböztethetünk objektív vagy szubjektív kockázatot is. Az objektív valószínűség fogalma statisztikai jellegű, s eszerint az objektív valószínűség az a szám, amely körül a relatív gyakoriság ingadozik. Az objektív valószínűséget nagy számú megismételt megfigyelés (kísérlet) alapján becsüljük, s empirikus becslést képvisel. Ha azonban valószínűségi becslésünket csak egy vagy néhány megfigyelésre alapozzuk, esetleg csupán sejtésre, akkor szubjektív valószínűségről beszélünk. E két véglet között helyezkedik el az ún. *szintetikus* valószínűség. Ebben az esetben egy esemény valószínűségét nem közvetlenül mérik, hanem modellezik, és a hasonló objektív valószínűségi rendszerek alapján becsülik.

Az objektív és szubjektív megkülönböztetést a következmények tekintetében is alkalmazhatjuk. Ha egy következmény közvetlenül megfigyelhető és mérhető, továbbá explicit módon kifejezett, akkor objektív következményről beszélünk. Másik végletként – mint szubjektív következmény – egy bizonyos személy számára egy kockázatos helyzetben a következmény megítélése teljes mértékben a saját értékrendszerétől és a helyzettől függ. E két véglet között definiálhatjuk az ún. *megfigyelhető* következményeket. Ebben az esetben az objektív vagy a szubjektív következményekre adott viselkedési választ az egyes társadalmi csoport vagy réteg viselkedésének vizsgálatával, tanulmányozásával lehet megállapítani. A valószínűség és a következmény kombinációja határozza meg a kockázatot. Mindezeket az *1. táblázat* foglalja össze.

A klasszikus tudományterületeken végzett kísérletek és empirikus mérések elsősorban az objektív kockázatra irányulnak, de az utóbbi két évtizedben egyre inkább előtérbe került a szintetikus valószínűség tanulmányozása. A viselkedéstudományok pedig az ob-

Valószínűség	Következmény		
	objektív (közvetlenül megfigyelhető, mérhető)	megfigyelhető (a csoport tanulmányozása alapján)	szubjektív (a vizsgált személytől függ)
Objektív valószínűség (ismételt megfigyelések alapján vagy kísérletekkel mérve)	objektív kockázat	modellezett kockázat	szubjektív kockázat
Szintetikus valószínűség (hasonló objektív valószínűségi rendszerekből modellezve)	modellezett kockázat	modellezett kockázat	szubjektív kockázat
Szubjektív valószínűség (néhány megfigyelésből becsülve vagy sejtés alapján)	szubjektív kockázat	szubjektív kockázat	szubjektív kockázat

1. táblázat

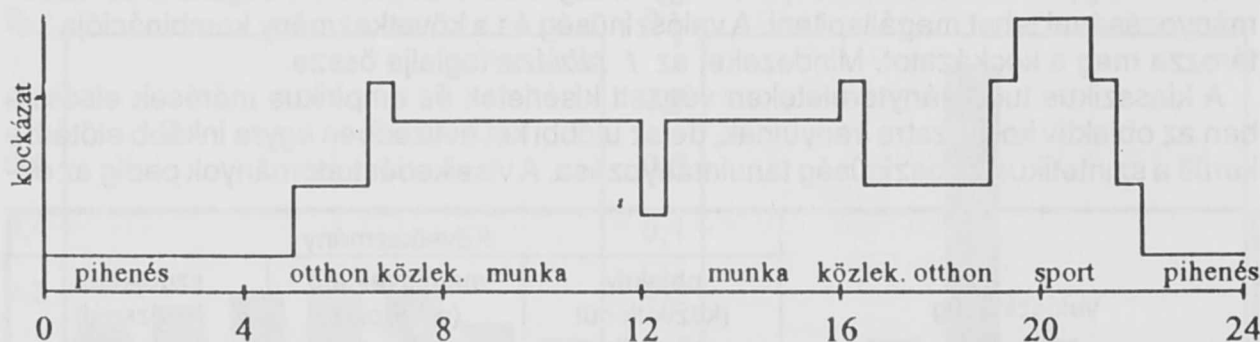
jektív következményekkel szemben a megfigyelhető következmények felé fordultak. Ha azonban a hétköznapi döntéseket kockázati szempontból figyeljük meg, akkor megállapíthatjuk, hogy az emberek döntéseiket a szubjektív kockázatbecslésekre alapozzák s nem pedig az objektívekre.

A kockázatokat érdemes más szempontok szerint is csoportosítani: önként vállalt  $\leftrightarrow$  kényszerűen elviselt; mindennapos kockázatok  $\leftrightarrow$  katasztrófaveszély; közvetlen kockázat  $\leftrightarrow$  látens kockázat; ellenőrizhető  $\leftrightarrow$  ellenőrizhetetlen. Önként vállalt például a szabadidő eltöltése közben fellépő kockázat (pl. sárkányrepülés), szemben a kényszerűen elviselt kockázattal, ha mondjuk valakinek a lakóhelyéhez közel egy veszélyes anyagokat gyártó üzemet létesítenek. A katasztrófaveszély igen súlyos kimenetelű baleset le-

hetőségét hordozza magában, ellentétben a megszokott hétköznapi kockázatokkal (pl. közlekedés). Közvetlen a kockázat akkor, ha a baleset vagy katasztrófa következményei azonnal vagy hamar kiderülnek (pl. bányaomlás v. légi katasztrófa) szemben azokkal az esetekkel, amikor a hatás csak évek múltán, egy telítődési folyamat nyomán derül ki (pl. radioaktív, vagy más nem azonnal ható szennyező anyagok). Ellenőrizhetőnek akkor tekinthetünk egy kockázatot, ha az érintett valamilyen módon képes (vagy legalábbis úgy érzi, hogy képes) befolyásolni az eseményeket. Példa erre a közúti közlekedés, ahol az autóvezetőn sok múlhat egy balesetnél, míg a repülőn ülő utas nem képes befolyásolni az eseményeket. E szempontokhoz hozzátehetjük még a kockázat eredetét (természetes vagy mesterséges), megszokottságát (ismert vagy ismeretlen) és a kockázatviselő azonosíthatóságát (térben és időben mennyire határolhatók be az érintett személyek). Nyilvánvaló, hogy e tényezők következtében a társadalom illetve az egyes emberek eltérően észlelik, értékelik a különböző kockázatokat akkor is, ha az egyébként objektív valószínűséggel és következményekkel mérhető.

## Az objektív kockázat mérése, számítása

Az objektív kockázat mérése és számítása statisztikai alapokon nyugszik, a múltban megtörtént események alapján adja meg a társadalomra és az egyes emberekre nézve is hasonló események jövőre vonatkozó kockázatát. Példaképpen a 2. ábrán egy átlagos német munkavállaló napi kockázati görbéjét láthatjuk.



2. ábra

Az ilyen módon mért illetve számított kockázatot abban az értelemben nevezhetjük objektívnek, hogy nagyszámú adat statisztikai feldolgozásán alapul. Az elnevezés annak ellenére jogos, hogy objektív valószínűség csak matematikai értelemben létezik, hiszen a múlt és a jelen sohasem ismétlődik meg azonos módon a jövőben, s így az empirikus események valamennyi valószínűsége csupán becslés.

Természetesen az objektív kockázatértékek nem szükségszerűen mutatnak korrelációt a társadalom által észlelt kockázattal.

## A kockázat modellezése

A modellezett kockázat számításának lépései nagyban függenek a vizsgált létesítmény sajátosságaitól, így az iparágak és technológiák sokfélesége miatt nem lehet általános receptet adni a vizsgálat elvégzésére. A kockázat modellezésének, szintetikus valószínűségek számításának módszerei az atomerőművi biztonságvizsgálatok területén fejlődtek ki, s manapság is leginkább ezen a területen alkalmazzák őket. A nukleáris technikában ugyanis a kezdetektől fogva igen fontos szerepet játszanak a biztonságtechnikai megfontolások. A biztonsági koncepció fejlődésével párhuzamosan igen korán felvetődött az igény egy esetleges atomerőművi baleset következményeinek felbecslésére. Az első ilyen jellegű vizsgálat a Brookhaven-tanulmány (WASH-740) volt, melyet 1957-ben hoztak nyilvánosságra. Mivel e tanulmány fő célja egy atomerőművi baleset lehetséges

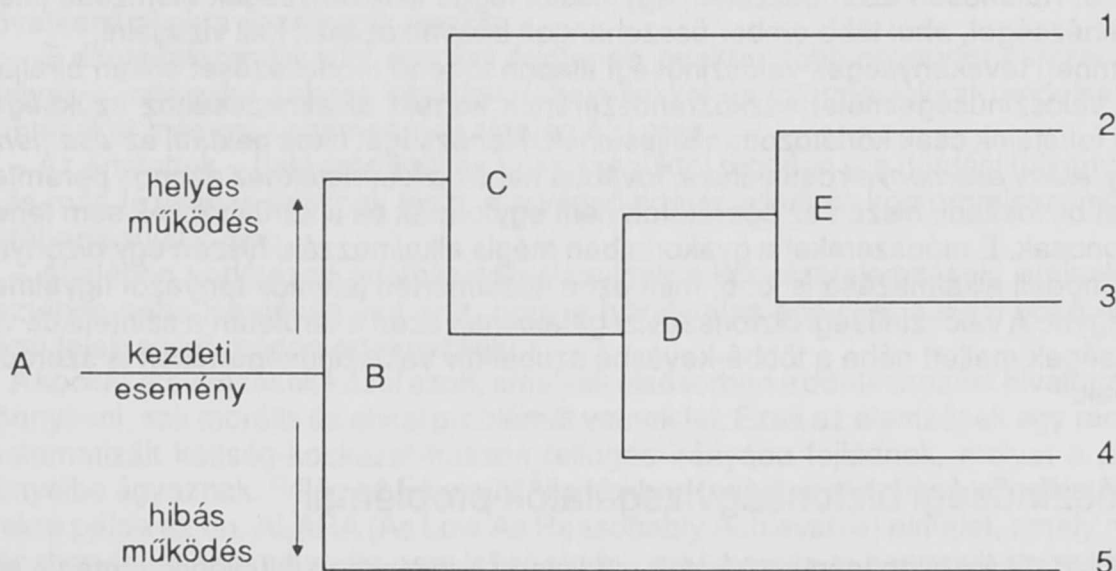
következményeinek feltárása volt, ezért a biztonsági berendezéseket a vizsgálatban működésképtelennek tekintették és a valószínűségi megfontolások csak alárendelt szerepet játszottak. Mára már kialakultak a rendszer megbízhatósági vizsgálatok valószínűségi módszerei, melyek lehetővé teszik valóságos rendszerek kvantitatív elemzését is. E vizsgálatok PRA (Probabilistic Risk Assessment) és PSA (Probabilistic Safety Assessment) néven váltak ismertté. E vizsgálatok célja kettős: Konkrét valószínűségi adatok meghatározásával az egyes létesítmények értékelése és összehasonlítása, valamint a rendszerben lévő esetleges „gyenge pontok” feltárása fejlesztési javaslatok kidolgozásához. Egy ilyen vizsgálat fő gyakorlati haszna az, hogy segítségével fény derül a biztonság és megbízhatóság hatékony növelésének lehetőségeire.

A vizsgálati módszerek fejlődésén túl jelentős szemléletváltozás is végbement e területen az utóbbi évtizedekben. Nem csak az atomerőművek, hanem az összes komplex műszaki létesítmény, szűkebb értelemben vett mérnöki elemzését az ember-gép-környezet rendszer együttes vizsgálata váltotta fel. Egy biztonságelemzésnek a környezeti hatásokon kívül a kezelőszemélyzet, az operátorok hibázásának következményeit és valószínűségét is figyelembe kell vennie.

Az atomerőművek veszélyességének elemzéséhez napjainkban használatos teljeskörű PRA főbb lépései a következők:

- A rendszerben előforduló veszélyforrások feltérképezése, azonosítása, az ún. *kezdeti események* meghatározása. (A kezdeti események olyan események, amelyek üzemzavarhoz vezetnek)
- A kezdeti események lehetséges következményeinek megállapítása – rendszerint *eseményfák* segítségével.
- Az üzemi és biztonsági berendezések meghibásodási gyakoriságának illetve valószínűségének számítása *hibafa* módszerrel.
- A hibafák és eseményfák numerikus kiértékelése alapján a reaktor illetve az aktív zóna sérülése gyakoriságának (zónaolvadási gyakoriság) számítása.
- A reaktor-olvadék viselkedésének elemzése.
- A biztonsági tartály terhelésének, viselkedésének vizsgálata.
- A környezetbe jutó káros anyagok mennyiségének becslése.
- A következmények értékelése, a kockázat meghatározása.

A 3. ábrán egy eseményfát láthatunk, melynek kezdeti eseménye („A”) a reaktor tápvízellátásának kimaradása. A „B” jelű esemény a biztonságvédelmi működés, melynek helyes működése esetén a felső ágra kerül a rendszer, míg a működés elmaradása vagy hibája esetén az alsóra. A „C” jelű esemény az üzemzavari tápvízellátás működése, míg „D” a térfogatkompenzátor biztonsági szelepeinek nyitása, „E” pedig zárása. Az elágazások tehát a védelmi funkciókat illetve azok elmaradását jelképezik.



3. ábra

Az ábrából láthatóan ötféle kimenetele lehet az eseménysornak, melyek közül az 1 jelű jelenti az üzemzavar sikeres elhárítását, míg a többiek előbb-utóbb a reaktor nem kielégítő hűtése következtében az aktív zóna károsodásához vezetnek. Az aktív zóna olvadásával járó végesemények mindegyikéhez kapcsolni kell a biztonsági védőburkolat eseményfáját, melynek egyik lehetséges végeseménye rádioaktív anyagok környezetbe kerülése. Természetesen az összes reálisan elképzelhető és a zónaolvadás lehetőségét magában foglaló kezdeti eseményhez ki kell dolgozni a technológia jellemzőit tükröző eseményfákat. Ahhoz, hogy az eseményláncokat numerikusan is értékelni tudjuk, ismernünk kell a kezdeti esemény gyakoriságát és az eseményfában szereplő védelmi rendszerek működésképtelenségének valószínűségét. Ezeknek az adatoknak a birtokában a valószínűségelmélet összefüggései segítségével kiszámíthatjuk a különböző eseményláncok valószínűségeit.

A védelmi rendszerek működésképtelensége valószínűségét hibafa elemzéssel határozhatjuk meg. E módszer matematikai háttere a Boole-féle megbízhatósági modell, s az eseményfa módszertől lényegesen eltérő szemléletet igényel. Az eseményfa elemzés ugyanis induktív jellegű, mivel az egyes elemek, részrendszerek működőképessége vagy hibája alapján továbblépve vizsgálja a következményeket, a rendszer állapotát. A hibafa elemzés ezzel szemben deduktív módszer, a nem kívánt eseményből vagy állapotból visszafelé indulva keresi a hiba lehetséges közvetlen okait, s e közvetlen okokat lépésről-lépésre tovább bontva visszavezeti a rendszer elemeinek szintjéig. Grafikus megjelenésében egy hibafa csúcsán a nem kívánt esemény, az ún. „TOP” esemény szerepel, melyhez a digitális technikából ismeretes „S” ill. „VAGY” kapuk csatlakoznak. A hibafák legalsó szintjén szerepelnek az *elemi események*, melyek a rendszer komponenseinek hibáit jelképezik. Ezekre a meghibásodásokra vonatkozóan statisztikai adatok állnak rendelkezésre, melyek alapján a „TOP” esemény valószínűsége, azaz a vizsgált biztonsági rendszer működésképtelenségének valószínűsége meghatározható. A hibafa elemzés elvégzése nyomán a számszerű valószínűségértékeknél gyakorlati szempontból hasznosabb eredmény az, hogy megkapjuk az összes olyan eseménykombinációt amelyek a rendszer meghibásodásához vezetnek. Az eredmények alapján pedig feltérképezhetők a rendszer „gyenge pontjai” és javaslatokat lehet tenni a biztonság és megbízhatóság növelésére.

A valószínűségi biztonságelemzések egyik legkényesebb része a kezelőszemélyzet tevékenységének figyelembevétele, a biztonságos üzemeltetésben ugyanis kimagaslóan fontos szerepet játszik az emberi tényező. Ennek fontosságát felismerve sokféle módszert dolgoztak ki az emberi megbízhatóság elemzésére. Az operátori beavatkozások modellezése, értékelése nehezebben megközelíthető probléma mint az erőmű védelmi rendszereinek és egyéb berendezéseinek elemzése, ezért a bizonytalanságok egyik fő forrása is. Különösen azon összetett, egymástól függő tevékenységek elemzése jelent nagy nehézséget, ahol több ember összehangolt beavatkozásait kell vizsgálni.

Az emberi tevékenységek valószínűségi alapon történő modellezését sokan bírálják, mert a valószínűségelmélet eszköztárához korrektt alkalmazásához szükséges szigorú feltételek csak korlátozottan teljesülnek. Nehézséget okoz például az *eseménytér* vagy *elemi események* definiálása, továbbá nehéz a kísérletekhez azonos peremfeltételeket biztosítani, hiszen az operátorok nem egyformák és a körülmények sem lehetnek azonosak. E módszereket a gyakorlatban mégis alkalmazzák, hiszen egy bizonytalanabb modell alkalmazása is jobb, mint ezt a közismerten jelentős tényezőt figyelmen kívül hagyni. A valószínűségi biztonságvizsgálatoknak ezen a területén a szintetikus valószínűségek mellett néha a többé-kevésbé szubjektív valószínűségértékek is szerepet játszanak.

## A valószínűségi biztonságvizsgálatok problémái

A valószínűségi biztonságvizsgálatok módszerei napjainkban is fejlődnek, mégis sok nehézséggel, problémával és hiányossággal kell szembenézniük az elemzőknek. Az operátori tevékenység figyelembevételének – előbb említett – nehézségei mellett probléma például a kis valószínűségű események modellezése, a rájuk vonatkozó adatok

gyűjtése, értékelése. A nagyon ritkán bekövetkező események valószínűségének megfelelő pontosságú megállapításához igen hosszú időre van szükség. Az elemzésekhez felhasznált kiindulási adatok közül ezért vannak olyanok, amelyek félig-meddig a szubjektív kategóriába sorolhatók. Hasonló a helyzet az ún. *közös okú* meghibásodásokkal, melyek az egymástól elvileg független, redundáns elemek és rendszerek együttes üzemképtelenségéhez vezetnek. Az üzemeltetési tapasztalatok alapján nagyon ritkán fordulnak elő ilyen esetek, mivel azonban e lehetőségek elvileg nem zárhatók ki, egy alapos elemzésben figyelembe kell venni ezeket is. Hasonlóan az előbb említett esetekhez, itt is gyakran szubjektív valószínűségértékeket szokás alkalmazni.

A gyakorlati tapasztalatok olyan eseteket is mutatnak, amelyeket a valószínűségi biztonság-elemzések – még ha a módszerek lényegesen fejlődnek is – biztosan nem lesznek képesek soha figyelembe venni. Két példa erre az atomerőművek működésének történetéből:

– 1980-ban a Virginia Electric and Power Company (VEPCO) egyik alkalmazottja takarított a North Anna atomerőmű 1-es blokkjának egyik melléképületében. Munka közben az egyik ingujja véletlenül beakadt egy szakaszolóba és miközben próbálta kiszabadítani magát, véletlenül hozzáért egy megszakító működtető gombjához. Ezzel a reaktor szabályozó rúdjaait működtető mechanizmus áram nélkül maradt, aminek következtében a reaktor automatikusan kikapcsolt. Az erőmű számára ez négy napos kiesést jelentett, az üzemeltetőnek pedig több százezer dolláros kárt.

– A South California Edison egyik – mindössze 436 MW-os –, 1979-ben 13 éve üzemelő atomerőművében egy mezeipocok-fészek rövidzárlatot okozott, aminek következtében tűz ütött ki. Bár az üzemzavar a környezetre nézve nem jelentett veszélyt, az erőművet két hétre le kellett állítani és az üzemeltetőt kb. kétmillió dollár nagyságú kár érte.

Mindezek alapján esetleg úgy tűnhet, hogy a valószínűségi biztonságvizsgálatokban alkalmazott modellek olyan távol állnak a valóságtól, hogy ilyen elemzések végzésének nincs is értelme. Tény, hogy e modellek érvényessége korlátozott, azonban ezeknek a vizsgálatoknak a gyakorlati haszna nem is az abszolút valószínűségértékek meghatározása (melyek pontossága erősen vitatható), hanem egy olyan rendszerelemzés végzése, amely szemléletében a veszélyek felkutatására, a biztonság növelésére irányul.

## Kockázat, társadalom, felelősség

A veszélyes technológiák kockázatának társadalmi aspektusaival foglalkozó kutatók közül sokan felhívják a figyelmet a kockázatelemzések döntéshozásba bevonásának problémáira. A társadalmi kockázattal összefüggő döntések nehézségei elsősorban a következő okokra vezethetők vissza:

– E döntések rendszerint sokakat érintenek, gyakran több csoportot és szervezetet, melyek mindegyike sajátos célokkal, feltevésekkel és információkkal rendelkezik, s e döntéseket más-más szempontok alapján ítéli meg.

– Az érintettek – hatáskörüktől és felelősségüktől függően – a döntési folyamatoknak más-más fázisában vesznek részt, s a végső döntés alkuk és kompromisszumok sorozatában születik meg.

– Általában korlátozott adatbázison alapulnak a kockázatelemzések, aminek következtében néha lehetőség van arra, hogy a bizonytalan adatokat a különböző érdekelt-ségű felek eltérő módon értelmezzék.

A kockázatelemzések közül azok, amelyek elsősorban a döntéshozást hivatottak megkönnyíteni, sok morális és etikai problémát vetnek fel. Ezek az elemzések egy racionális, matematizált költség-kockázat-haszon felfogás irányába fejlődnek, melyet a piac törvényeibe ágyaznak. Főleg az Egyesült Államokban terjedtek el az ilyen vizsgálatok, amelyekre példa az ún. ALARA (As Low As Reasonably Achievable) elmélet, amely mindent pénzben fejez ki, amit pedig nem lehet eladni, azt kihagyja a bonyolult számításokból. Egyes szakértők az emberéletet is pénzben fejezik ki. E megközelítés – az összes kulturális javak és értékek pénzbeli kifejezésére irányuló hajlamával – végső soron az összes társadalmi kérdés eldöntéséhez mérceként a pénzt sugallja.

A kockázatelemzések problémakörében még a legalapvetőbb kérdésekben sincs egyetértés a szakemberek között, sokszor még az azonos tudományágakat művelők között sem. A természettudományok képviselői gyakran hajlamosak eltúlzott jelentőséget tulajdonítani a számszerű valószínűségeknek és a matematikai apparátusnak, miközben szinte hallani sem akarnak a kockázatokkal kapcsolatos társadalmi, szociológiai, sőt gyakran politikai problémákról. Ez egyfelől érthető, hiszen a társadalomtudósok által igényelt szempontok beépítése az elemzésekbe a mai módszertan és gyakorlat mellett szinte lehetetlennek tűnik, másfelől azonban sokszor úgy látszik, hogy az erre irányuló szándék sincs meg. A társadalomtudományok művelői ugyanakkor sokszor eleve elutasítóan viszonyulnak az általuk technokratának minősített módszerekhez, eljárásokhoz, elvi fenntartásaik megfogalmazása után arra sem veszik a fáradságot, hogy alaposan megismerve a műszaki tudományok e területét, módosítási, fejlesztési javaslatokkal álljanak elő.

A kockázatelemzéseknek, s ezen belül a valószínűségi biztonságvizsgálatoknak komoly gyakorlati hasznuk van mindaddig, amíg az eredmények felhasználásában a kiindulási alapok és a módszertan által szabott érvényességi korlátokat túl nem lépjük. A kockázatelemzések eredményeit – bármilyen bonyolult eljárás termékei legyenek is – nagy körültekintéssel kell kezelni, különösen akkor, ha következményeiként döntések születnek. A döntések helyességét pedig időről-időre felül kell vizsgálni. Hiányos, félrevezető elemzés nagyobb kárt okozhat, mintha nem is lenne semmilyen elemzés, azáltal, hogy homályban tart fontos szempontokat, legitimál partikuláris érdekeket és a tudományosság illúzióját kelti. Mindezek indokolják, hogy a kockázatkezelésben nagyobb teret kell szentelni a közvélemény tájékoztatásának, s a vizsgálatok és eredmények szélesebb szakmai közvélemény elé tárásával arra kell törekedni, hogy jobban kontrollálható, tárgyilagos vizsgálatok készüljenek.

A kockázatelemzés viszonylag új, még kiforratlan tudományág. Továbbfejlődésének záloga, hogy a különböző területeket művelő szakemberek megtalálják azt a közös nyelvet. Így egymást megértve egy a mostaninál egységesebb, megalapozottabb – és mindenki számára elfogadható – módszertant hozhatnak létre.

## PATTANTYÚS Á. GÉZA TECHNIKA TANULMÁNYI VERSENY AZ 1993/94. TANÉVBEN

A verseny célja, hogy felmérje a tanulók tudását és érdeklődését a technikai környezet ismereteiről és helyes, emberközpontú használatáról, fejlesztéséről, teret adjon értékes elképzeléseik formai rögzítéséhez, technikai problémamegoldó-képességük fejlesztéséhez, valamint az alkotó munkához.

A verseny háromfordulós.

A jelentkezés pályamunka elkészítésével és beküldésével történik, amelynek témája:

### A TECHNIKAI RENDSZER ÉS KÖRNYEZETE

Egy választott technikai rendszer környezettel való kapcsolatának elemzése a környezetkultúra és a környezetgazdálkodás társadalmi és műszaki szempontjainak figyelembevételével. Az emberi tényezők, az irányítás ergonómiai szempontjainak vizsgálata, valamint a rendszer természeti környezethez való kapcsolatának bemutatása.

Formája (legfeljebb 10 gépelt oldal terjedelmű) dolgozat, ábrákkal, képekkel kiegészítve.

A beküldés és a jelentkezés határideje: 1994. január 31.

Beküldési cím:

FPI „PATTANTYÚS VERSENY”

1431 Budapest, Pf. 199.

Telefon: 210-10-30 vagy 267-03-11

Feladatlap kitöltése, melynek időpontja: 1994. február 24.

A pályamunka és az írásbeli dolgozat együttes elbírálása alapján vehetnek részt a pályázók a döntőben, melynek várható időpontja: 1994. március 28.

Minden évfolyam külön kategóriában indul. A témakörök a gimnáziumi technika tankönyvek fogalomrendszerére és aktuális példaanyagára épülnek.