

**Országos Munkavédelmi Képző
és Továbbképző Intézet**

ERGONÓMIA

A munkabiztonság emberi tényezői

Dr. Izsó Lajos

1997

1. AZ ERGONÓMIA FOGALMA ÉS KÜLÖNBÖZŐ SZEMLÉLETI KERETEI	4
1.1. Az ergonómia meghatározása és a többféle nézőpont szükségessége	4
1.2. Rendszerelméleti szemléleti keret	5
1.3. Termodinamikai szemléleti keret	6
1.4. Információelméleti szemléleti keret	8
1.5. Evolúció-elméleti szemléleti keret	8
1.6. Pszichológiai szemléleti keret	10
1.6.1. A pszichológia alapfogalmai	10
1.6.2. Az emberi információfeldolgozás törvényszerűségei	11
1.6.2.1. Az emberi információfeldolgozó rendszer általános modellje	11
1.6.3. Rasmussen modellje	18
1.6.4. A pszichoszociális perspektíva	22
1.7. Mikro- és makrogazdasági szemléleti keret	22
2. AZ ERGONÓMIA FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE ÉS MAI FELADATAI	23
2.1. Az ergonómia fejlődéstörténete	23
2.1.1. Az ergonómia kezdetei	23
2.1.2. Az ergonómia születése: a "fogantyúk és skálák" ergonómiája (1945-60)	23
2.1.3. Hatvanas évek: az ergonómia ipari alkalmazása; "rendszerergonómia"	24
2.1.4. Hetvenes évek: ergonómia a "munka világán kívül"; termékergonómia	25
2.1.5. Nyolcvanas évek: biztonság és ergonómia; számítógép és ergonómia	26
2.1.6. Kilencvenes évek: fejlődési trendek és távlatok	30
2.2. Az ergonómia mai feladatai: szociotechnikai rendszerek elemzése és fejlesztése	32
2.2.1. A szociotechnikai rendszerek ergonómiai elemzésének modellje	32
2.2.2. A feladat-elemzés módszerei	37
2.2.2.1. Interjúk	37
2.2.2.2. Kérdőívek és "checklist"-ek	38
2.2.2.3. Megfigyelés (közvetlenül vagy videotechnika segítségével)	38
2.2.2.4. Részvétel	38
2.2.2.5. Szakértői ítéletek	39
2.2.3. Az eredményesség-értékelés módszerei	39
2.2.3.1. Objektív teljesítmény-adatok felhasználása	39
2.2.3.2. Személyügyi adatok felhasználása	40
2.2.3.3. "Munkaminta tesztek" (Hands-on Performance) alkalmazása	40
2.2.3.4. Többszörös kritériumok (Multiple Criteria) és összetett kritériumok (Composite Criteria) konstruálása	41
2.2.3.5. Szakértői ítéletek felhasználása	42
2.2.4. Az emberi ítéleteken alapuló értékelési módszerek	42
2.2.5. A mentális igénybevétel	49
2.2.5.1. Megterhelés és igénybevétel	49
2.2.5.2. A mentális igénybevétel mérése	53

3. AZ ERGONÓMIA ÉS A MUNKABIZTONSÁG	57
3.1. Veszélyforrások az embert körülvevő környezetben	57
3.2. Az ergonómia szerepe a munkabiztonságban	62
3.2.1. Az ergonómiai és pszichológiai megközelítés szükségessége	62
3.2.2. A biztonságtechnika viselkedés-központú megközelítései	63
3.2.3. A balesetek kialakulásának befolyásoló tényezői	64
3.2.3.1. A felhasználó által végzett tevékenység	64
3.2.3.2. A termék	64
3.2.3.3. A környezet	65
3.2.3.4. A felhasználó	65
3.3. A biztonságot meghatározó emberi tényezők	65
3.3.1. Az emberi hibázás alapmodellje	65
3.3.2. A felhasználó érzékszervi és fizikai jellemzői	72
3.3.3. A felhasználó mentális jellemzői	72
3.3.4. A felhasználó "baleseti hajlama"	73
3.3.5. A felhasználó időleges állapota	73
3.4. A termékbiztonság alapjai	74
3.4.1. Veszélyforrás, kockázat, veszély, kockázatészlelés	74
3.4.2. Termékfelelősség	75
3.4.3. Ergonómiai elvek biztonságos termékek tervezéséhez	76
3.4.4. Az "intelligens" termékek biztonsági kérdései	77
3.5. A biztonságos munkavégzés szervezési és vezetési kérdései	79
3.5.1. A biztonsági kultúra	79
3.5.2. Emberi hibázásokról történő adat-gyűjtés és feldolgozás mint a biztonságnövelés eszköze	79
3.5.2.1. A balesetek, a "majdnem balesetek" és a mindennapi hibázások viszonya	79
3.5.2.2. A "majdnem balesetekről" történő szisztematikus adatgyűjtés mint a biztonságnövelés eszköze	82
4. NÉHÁNY JELENTŐS RÉSZBEN EMBERI TÉNYEZŐKRE VISSZAVEZETHETŐ BALESET RÖVID LEÍRÁSA ÉS ELEMZÉSE	83
4.1. Bevezetés	83
4.2. Közzükségleti cikkek használatával kapcsolatos egyetlen embert érintő balesetek elemzése	84
4.3. Több embert érintő, de halálos áldozatokat nem követelő közepesen súlyos vagy súlyos balesetek elemzése	88
4.4. Néhány súlyos katasztrófa elemzése	92
5. IRODALOM	101

1. Az ergonómia fogalma és különböző szemléleti keretei

1.1. Az ergonómia meghatározása és a többféle nézőpont szükségessége

Maga az *ergonómia* kifejezés két görög szónak (az *ergos*=munka és a *nomos*=törvények) az ötvözete és kialakulásakor - a II. világháborút közvetlenül követő időkben - ennek megfelelően ez emberi munkavégzés törvényszerűségeivel foglalkozó tudományt jelentett. Az ergonómia tárgya mintegy fél évszázados története során azonban térben és időben gyakran megváltozott és ma már egy meglehetősen széles területet fed le amely már nem korlátozódik szigorúan a munka világára. Ennek megfelelően csak egy meglehetősen széles értelmezés ölelheti fel az *ergonómia* (illetve az azzal ma már teljesen szinonim angol "*human factors*") valaha volt és ma is létező területeit. Ilyen meghatározást adtak - saját felfogásunkkal teljesen megegyezően - az egyik legnépszerűbb, s már a hetedik kiadást is megért ergonómiai (*human factors*) kézikönyv szerzői, SANDERS és McCORMICK (1993). Szerintük: A "*human factors*" (*ergonómia*) *feltárja és alkalmazza mindazokat az ismereteket az emberi viselkedésről, képességekről, korlátokról és más emberi jellemzőkről, amelyeket figyelembe kell venni az eszközök, a gépek, a rendszerek, a munkafeladat, a munkakör és a környezet tervezése során, mint a hatékony működés, valamint a biztonságos és kényelmes emberi használat (alkalmazás) feltételeit.*

Az ergonómia ilyen széles értelmezését a munkával, a munkahely-kialakítással, a termékfejlesztéssel, a mikrokörnyezet minőségével, az ún. "életminőséggel" stb. foglalkozó tudományok és szemléleti irányok világszerte megfigyelhető sajátos konvergenciája tette szükségessé.

Az ergonómia tehát ilyen korszerű tágabb felfogásban az "ember-gép (eszköz) - környezet" rendszer fejlesztésének tudománya és gyakorlata, amely azonban nem korlátozódik a munkatevékenységre, hanem a munka világán kívüli területekre (pl. közlekedés, háztartás, szabadidős tevékenységek, iskola, sport stb.) is kiterjed. Az ergonómia ilyen széles értelmezése hazánkban ma még a műszaki szakemberek számára sem teljesen ismert, mivel a köztudatban meglehetősen erősen rögzült az ergonómia hagyományos felfogása (a "skálák, fogantyúk és pedálok ergonómiája").

A definícióból látható, hogy az ergonómia tárgykörébe tartozik a különböző eszközök - termékek - biztonságos és kényelmes használatának a lehetőség szerinti biztosítása is és ezért a munkavédelemmel és termékbiztonsággal foglalkozó szakemberek számára is van mondanivalója. A különböző eszközök kényelmes használhatósága közvetlenül összefügg a biztonság kérdésével, mert a kényelmetlen eszközhasználat gyakran balesetekhez vezet.

Az ergonómia tehát - számos egyéb tárgyköre mellett - a felhasználó (fogyasztó) és a termék kölcsönhatásával, valamint ezen tevékenység közvetlen színteréül szolgáló környezet jellemzőinek szerepével és hatásával is foglalkozik. Az ergonómiának ezt a fejezetét nevezzük biztonság-ergonómiának, ami ennek a jegyzetnek a tulajdonképpeni tárgya. Mielőtt azonban a biztonság-ergonómia egyes részterületeivel foglalkozunk, szükséges az ergonómia egészét nagyvonalúan áttekinteni és a fejezet további részei ezt a célt szolgálják.

Az ergonómia filozófiájának megértését és a helyes szemlélet kialakulását tapasztalataink szerint elősegíti, ha komplex tárgyának megfelelően többféle nézőpontból közelítjük meg. A többféle közelítési irány véleményünk szerint "fellazítja" az olvasó esetleges merev és egyoldalú szemléletét, lebontja a kialakult sztereotípiákat és fejleszti kreativitását, amely az ergonómia eredményes művelésének elengedhetetlen feltétele. A szerzők szándéka szerint ez a fejezet didaktikai célt is szolgál: nevezetesen a problémák közös lényegét felismerő képesség és modellalkotó készség fejlesztését. Kérjük tehát az olvasó türelmét és kitartását az 1. fejezet elolvasásához, amelyben igen szerteágazó és helyenként - látszólag - nem a kitűzött

tárgyhoz tartozó fejtegetéseket fog találni. Bízson abban, hogy ez a "befektetés" meg fog a későbbiekben térülni, mert ennek eredményeként mélyebben, komplexebben és egyidejűleg több szempontból lesz képes a problémákat látni és kezelni.

Az ergonómiát a fentiek szerint a következő "vonatkoztatási rendszerek" keretében közelítjük meg:

1. Rendszerelméleti szemléleti keret
2. Termodinamikai szemléleti keret
3. Információelméleti szemléleti keret
4. Evolúció-elméleti szemléleti keret
5. Pszichológiai és pszichoszociális szemléleti keret
6. Mikro- és makrogazdasági szemléleti keret.

Magyarázatot igényel végül az is, hogy egy egyetemi jegyzet esetében miért van szükség a különböző szerzőkre történő viszonylag gyakori és tételes hivatkozásokra. Úgy véljük ezzel kapcsolatban, hogy kiforrottabb tudományok esetén ez a stílus valóban nem volna szerencsés, mert egyrészt a sokszorosan igazolt, letisztult és általánosan elfogadott tudományos tételek és elvek nem rendelkeznek szigorúan egy-egy szerzőhöz, másrészt a gyakori hivatkozás megtörheti az olvasás lendületét, elterelheti a figyelmet a lényegről. Az ergonómia szemlélete, fogalomrendszere azonban ma még távolról sem tekinthető megállapodottnak, kevesen vállalkoztak még ezen a területen elméleti rendszeralkotásra és igen jelentős különbségek találhatók művelői felfogásában, megközelítésében és módszereiben. Ilyen körülmények között fontosnak tartjuk, még ha ez a jegyzet műfajától bizonyos fokig idegen is, hogy a precíz hivatkozások révén világosan különüljön el mindaz, ami a jegyzet szerzőjének a nézete, mindattól amit más szerzők korábban már megfogalmaztak. Tudatában vagyunk, hogy egy ilyen jegyzet tipikus olvasója nem kíván komolyabban elmélyedni a megadott hivatkozások nyomán az ergonómia valamely részterületében, ezért az ilyen olvasóknak azt tanácsoljuk, hogy olvasás közben hagyják figyelmen kívül a szakirodalmi utalásokat (kis gyakorlat után ezek a hivatkozások automatikusan átugorhatók). Annak a (feltehetőleg jóval kisebb számú) olvasónak viszont, aki maga is első kézből szeretne tájékozódni az ergonómia általunk felvetett alapkérdéseiben a jegyzetben feldolgozott közleményekből, jegyzetünk stílusa vélhetőleg segíteni fogja ezt az igyekezetét. Ugyanezen okból adjuk meg a fontosabb ergonómiai fogalmak első előfordulásának a helyén zárójelben azok angol nyelvű megfelelőit. Ez nagy segítség lehet azoknak az olvasóknak, akik egy-egy szűkebb területen szakirodalmi kutatást akarnak végezni, ugyanakkor feltehetően nem zavaró azok számára sem, akiknek nincs ilyen szándékuk.

1.2. Rendszerelméleti szemléleti keret

A BERTALANFFY (1968, 1972) által megalapozott általános rendszerelmélet az "egészlegesség" általános tudománya, amely "szervezett egészekkel" foglalkozik. Ezeket a szervezett egészeket nevezzük rendszereknek.

Rendszer: egymással kölcsönhatásban álló elemek komplexuma. (*System:* complex of elements standing in interaction).

A *rendszer* fogalma valamilyen eszmei objektumot ír le, amelynek elemei között meghatározott viszonyok és összefüggések állnak fenn. Az elemek együttese így összefüggő egészbe szerveződik, amelyben minden egyes elem valamennyi többi elemmel összefügg és tulajdonságai ennek az összefüggésnek a figyelembe vétele nélkül nem érthetők meg.

A *rendszer*, mint viszonylag elkülönült egészleges totalitás, a "környezetével" áll szemben. A "rendszer-környezet" kölcsönös viszony azt jelenti, hogy a rendszerre jellemző belső viszonyok és összefüggések mellett minden konkrét rendszerhez adott külső viszonyainak és

összefüggéseinek együttese. Konkrét rendszer definiálása során egyfelől bizonyos szabadsági fokkal rendelkezünk, amennyiben a rendszer és környezete közötti határt elvben szabadon állapíthatjuk meg, másfelől viszont az elemek vagy komponensek olyan halmazát célszerű rendszernek tekinteni, amely az adott megközelítés szempontjából valóban egészes, integratív és viszonylag önálló, elkülönült egységes egész.

A *modell* mindig egy egyszerűbb rendszer, amelynek komponensei és a komponensek kölcsönhatásai tükrözik egy bonyolultabb rendszer komponenseit és ezen komponensek kölcsönhatásait, vagyis a bonyolultabb rendszer viselkedését. A definícióhoz hozzátesszük, hogy a modellezett rendszer a modellező számára, szubjektíven tűnik mindig bonyolultabbnak.

Az ergonómia 1.1 fejezetben megadott definíciója a rendszerszemlélet alapján a következőképpen is megfogalmazható. Az ergonómia olyan multidiszciplináris tudomány és alkalmazási terület, amely egy adott tevékenységet végző emberből, ezen tevékenység tárgyából és a mindezeket magában foglaló közvetlen környezetből álló rendszer maximális hatékonyságát - azaz az ember által végzett tevékenység maximális sikerességét - igyekszik biztosítani egyfelől a tevékenység tárgyának és a környezetnek az ember lehetőségeit és igényeit figyelembe vevő emberközpontú kialakításával, másfelől az emberi képességek és készségek célirányos fejlesztésével.

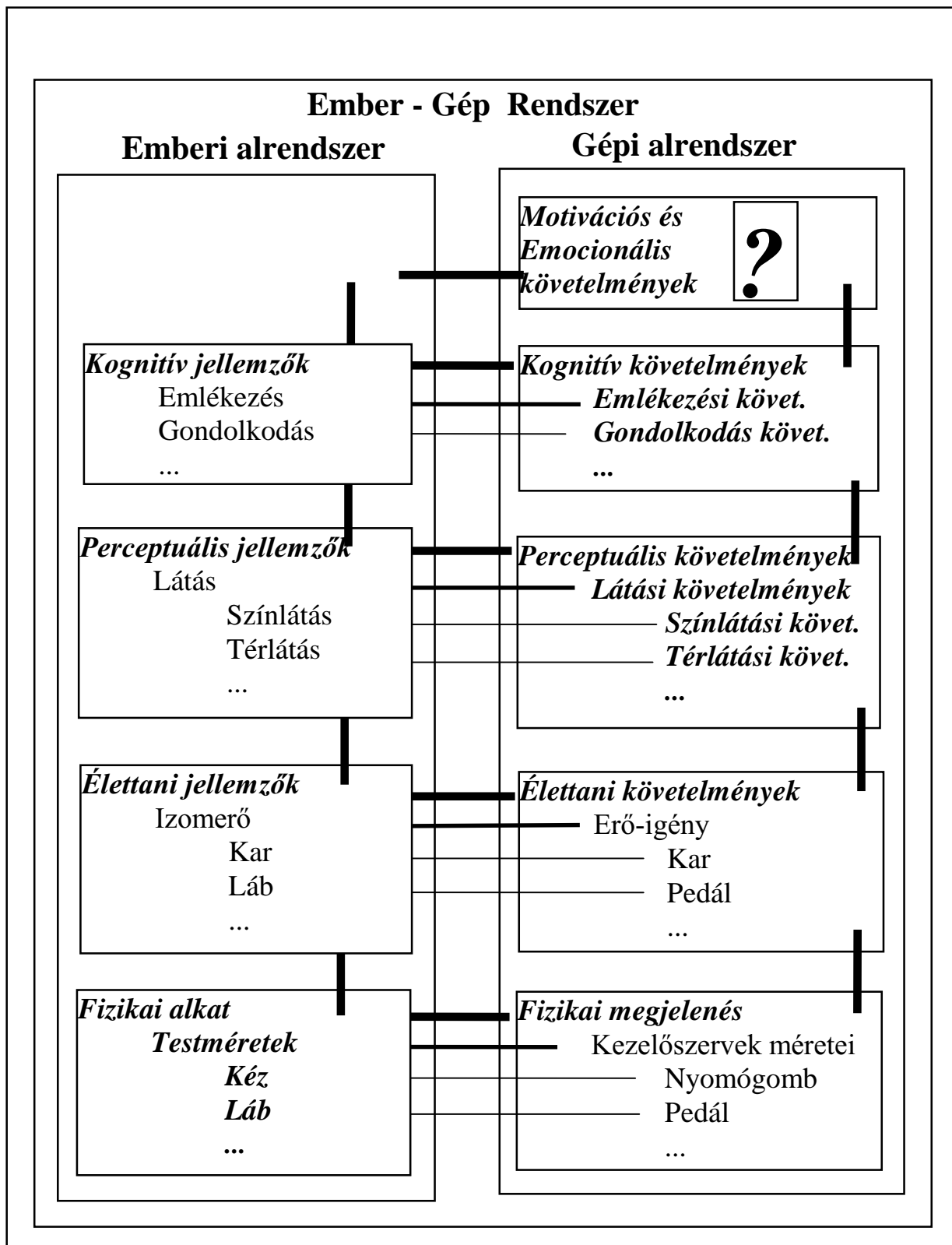
Az Ember-Gép-Környezet rendszer modellje az 1. ábrán látható.

1.3. Termodinamikai szemléleti keret

A termodinamika fejlődésének a következő főbb állomásai különíthetők el

- kezdetben a fizika hőjelenségekkel foglalkozó ága
- később a kölcsönhatásokat kísérő energiacseréket vizsgáló tudományág
- ezután a folyamatok végbemenetelének általános feltételeit vizsgáló tudományággá vált
- napjainkban a legalapvetőbb természeti törvények tanulmányozásával foglalkozó tudományok egyike.

A termodinamika alapfogalmait (főtételek, entrópia, termodinamikai egyensúly, kényszerfeltételek, a zárt és nyitott rendszerek, stb.) helyütt már ismertnek tekintjük és nem ismételjük meg, mindössze felhívjuk a figyelmet arra, hogy az ember-gép rendszerek olyan nyitott termodinamikai rendszerek, amelyek rendezettségét - a II főtétel értelmében természetesen megfelelő energia folyamatos bevezetésével - a rendszer fenntartójának (üzemeltetőjének) kell biztosítani. A spontán végbemenő fizikai folyamatok a rendezetlenség irányába haladnak, ezzel szemben az ember-gép rendszerek rendezettségét céltudatos emberi tevékenységgel kell biztosítani. Ez a gépi alrendszerben a folyamatos karbantartást, üzemanyaggal (segédanyagokkal, kenőanyagokkal stb.) történő ellátást, a különböző infrastruktúrák fenntartását jelenti. míg az emberi alrendszerben a betanítást, a kiképzést, a megfelelő munka- és pihenési feltételek biztosítását.



1. ábra
Az Ember-Gép-Környezet rendszer modellje.

1.4. Információelméleti szemléleti keret

Anyag és az *energia* mellett napjainkban az *információ* is a modern természettudományok egyik kulcsfogalmává vált. Ahhoz, hogy az élő szervezetek tartósan fennmaradjanak - alacsony entrópiájú, rendezett állapotukat megőrizték - szükséges, hogy a környezetből jövő információkat felfogni és hasznosítani képesek legyenek.

Az információ mást jelent a köznapi nyelvben, a pszichológiában, a biológiai és fizikai tudományokban, valamint ismét mást a kommunikáció-elméletben.

Az információ köznapi és az ahhoz közel álló pszichológiai fogalma elválaszthatatlan a közlés - illetve inger vagy híradás - tartalmától: valami olyannak a megtudását jelenti, amit korábban nem tudtunk.

Az információ kommunikáció-elméleti fogalmát ezzel szemben a következő megfontolások alapján definiálhatjuk, illetve értelmezhetjük.

- Az információ: tartalomtól elvonatkoztatott *információmennyiség*.
- Tapasztalat: egy híradás információértéke annál nagyobb, minél kevésbé valószínű esemény bekövetkezéséről szól.
- A kommunikáció-elméletben feltételezzük, hogy az I információ *csak* az esemény p valószínűségének függvénye. Keressük tehát az $I = I(p)$ függvény konkrét alakját, amihez a következő négy kézenfekvő kiegészítő feltételezést tesszük:
 - 1.) Ha olyan információt kapunk, amit előtte is biztosan tudtunk, akkor a kapott új információ értéke 0. Tehát, ha $p=1$, akkor $I(p)=0$.
 - 2.) Valószínűtlenebb esemény bekövetkezéséről szóló híradás információértéke nagyobb, mint ha a közlés valószínűbb esemény bekövetkezéséről szól. Tehát, ha $p < q$, akkor $I(p) > I(q)$.
 - 3.) Két független esemény bekövetkezéséről történő egyidejű értesülés információértéke a külön kapott értesülések információértékének az összegével egyenlő. Tehát, $I(pq) = I(p) + I(q)$.
 - 4.) Az $I = I(p)$ függvény folytonos.
- A fentiekből következik, hogy a $I = I(p)$ függvény csak $I = -\log(p)$ alakú lehet. Az így meghatározott információ-mennyiség mértékegységének a 0.5 valószínűségű esemény kimenetelének megtudásából kapott információmennyiséget választjuk, tehát $I(0.5) = 1$. Ennek csak az

$$I = -\log_2(p) = \log_2(1/p)$$

függvény tesz eleget és ezért ezt tekintjük az információ kommunikáció-elméleti definíciójának.

1.5. Evolúció-elméleti szemléleti keret

Az evolúció-elméleti szemléleti keretben rendkívül széles perspektívában vizsgálhatjuk az ember és a technika viszonyát. A földi evolúció szintjei CSÁNYI (1988) evolúció-elmélete alapján következők

1. A molekuláris evolúció
2. A sejtes evolúció
 - 2.a A neurális evolúció
3. Az organizmikus evolúció
 - 3.a A szociokulturális evolúció:
 - 3.b. A technikai evolúció
4. Az ökológiai evolúció
5. A globális evolúció

Az ember és a technika viszonya, illetve az ennek a viszonyoknak alapját képező elemi ember-gép rendszerek a 3.a szinttől kezdődően kapcsolódnak földi evolúcióhoz. Bár sok olyan állatot ismerünk, amelyek bizonyos tárgyakat felhasználnak, összességében mégis ritka jelenségnek számít a szerszámhasználó állat. Ugyanakkor még a legprimitívebb emberi kultúrában is legalább néhányfajta saját készítésű eszközt folyamatosan használnak. Az ember vonzódik a tárgyakhoz és ez a vonzódása genetikai programokon alapul.

A *szociokulturális evolúció* tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a biológiai és kulturális evolúció között szoros és lényegi kapcsolat van. Az emberi kultúrát és az annak részét képező ideákat a következőképpen definiáljuk.

- Az emberi kultúra a megtanult környezet (viselkedésformák, tárgyak, intézmények és elmealkonstrukciók) totalitása, amelyhez egy meghatározott embercsoport alkalmazkodik. Három összetevője: szociális, materiális és mentális kultúrára. Szociális kultúrán az emberek közötti kapcsolatokat, materiális kultúrán a tárgyak előállításával és felhasználásaival kapcsolatos szokásokat, míg mentális kultúrán az előbbieken megnyilvánuló "ideákat" értjük.
- "Ideáknak" nevezzük a közölhető (kommunikálható), másolható, tárgyként megalkotható vagy szociális aktusként elvégezhető legkisebb, még értelmesen meghatározható akciók, gondolatok mentális reprezentációit, amelyek az idegrendszerben fizikai tényezőkre vezethetők vissza.

Az ideák nagy pontosságú átmásolása a nyelv segítségével történik. A nyelv teszi lehetővé a modellező agyak párhuzamos összekapcsolását és így a környezetről kialakított "szupermodellek" létrejöttét, amit az új generációk készen megkapnak.

A *technikai evolúcióval* kapcsolatban a következő megállapítások tehetők.

- A technikai és szociokulturális evolúció kezdeti szakasza egybeesik, mert a kulturális rendszernek vannak tárgyi komponensei is. A tárgykészítés kezdeti szakaszában még csak durva másolás történik egyedi módon és maguk a tárgyak is csak kevésbé differenciáltak.
- Idővel megjelennek olyan tárgyak, amelyekkel más tárgyakat munkálnak meg. A tárgyak szaporodása során a funkció alapján összehangolt tárgyak együttesei jelentek meg, azaz kompartmentalizáció indult.
- Az összetettebb megmunkáló eszközök, a gépek megjelenésével indul meg a tárgyak identikus replikációja, közel identikus darabok millióit kezdik gyártani.
- A számítógépes vezérlésű gyártóeszközök már magasan organizált kompartmenteknek tekinthetők. Bizonyos esetekben a mentális templat ki is iktatódhat a tárgykészítés folyamatából. Az automatizált számítógépes gyártástervezés és az ezt követő automatizált gyártás a tárgyak önfenntartó replikációja felé mutat. Ezt a folyamatot a mesterséges intelligenciák ipari elterjedése gyorsítja, de az ember szerepe - jóllehet a háttérben - továbbra is meghatározó lesz.

Az *ökológiai evolúciót* mai világunkban alapvetően az ember és a technika viszonya határozza meg.

- Az ökológiai rendszer komponensei a különböző organizmusok, amelyek egymással kölcsönhatásba kerülve funkcionális kapcsolatokat hoznak létre és felépítik az ún. ökoszisztémákat.

A *globális evolúció* fő meghatározója ugyancsak az ember és a technika viszonya, de az ökológiai szinttől eltérően globális léptékben.

- Az ökoszisztémáknak, mint komponenseknek a részvételével alakul ki globális biokulturális rendszer.
- Ezen globális rendszernek a komponensei a bioszféra komponensei és a különböző emberi társadalmak, beleértve az államokat is.

1.6. Pszichológiai szemléleti keret

1.6.1. A pszichológia alapfogalmai

A *pszichológia* (lélektan) a lelki jelenségekkel (folyamatokkal, tevékenységekkel és állapotokkal) foglalkozó tudomány. Az ember pszichikus funkciói révén tájékozódik az őt körülvevő világról és ugyancsak pszichikus funkciói révén egyrészt alkalmazkodik ahhoz, másrészt aktívan alakítja is azt.

A pszichikus funkciók jelentős része az információfeldolgozást szolgálja, amelynek az élet legtöbb területén kiemelt jelentősége van.

Az információfeldolgozás az *érzékeléssel* (*sensation*) kezdődik. Az érzékelés a megismerési folyamat legelemibb része, amelynek során a külvilágból vagy a szervezet belső teréből érkező ingerek közvetlenül tükröződnek. A közvetlen tükröződés azt jelenti, hogy ezen a szinten az érzékelt ingerhez még semmiféle jelentés nem kapcsolódik: tehát nem valamilyen tárgyat, élőlényt vagy folyamatot érzékelünk, hanem csupán az ingert magát. Az érzékelés az érzékszervek segítségével történik és általában beleágyazódik az észlelésbe.

Az *észlelés* (*perception*) a tárgyak, élőlények vagy folyamatok egységes egészben történő tükröződése, amelyet a múltbeli tapasztalat is segít. Az észlelés során az ingerekre adott idegrendszeri válaszok valamilyen jelentéssel bíró objektummá szerveződnek, illetve integrálódnak. Az észlelés folyamatában gyakorlatilag a teljes memória-rendszer jelentős része részt vesz: szerepet játszik az érzékszervi tár, az alakfelismerés, a figyelem valamint a rövid és a hosszú idejű memória.

Weber rámutatott, hogy a tapasztalat szerint igen sok ingerosztályra igaz az - legalábbis az inger-tartomány középső részében -, hogy

$$lék(x) = cx$$

ahol *lék* az inger megváltozásának legkisebb észrevehető különbsége, *c* pedig egy konstans érték. Ez az úgy nevezett *Weber-elv*, amelyet a szakirodalom nagy része a $\Delta I/I = c$ alakban "Weber-törvény" néven említi, ahol *I* az inger aktuális "intenzitása" ($I=x$), ΔI pedig az ahhoz tartozó LÉK ($\Delta I=lék_p(x)$). A $\Delta I/I$ hányadost Weber-törtnek is nevezik.

Ingerosztály	Weber-tört
Hangmagasság	0.003
Mély nyomás 400 grammnál	0.013
Vizuális világosság 1000 fotonnál	0.016
Emelt súly 300 grammnál	0.019
Hangerősség 1000 Hz-es rezgésszámnál és 100 decibelnél	0.088
Szag, gumi, 200 olfactiánál	0.104
Bőrre alkalmazott pontszerű nyomás, 5 g/mm ² -nél	0.136
Izlelés, 3 mól/l töménységű sóoldattal	0.200
Tömeg (kézben tartott tárgyra a 0.5 - 9.0 kg tartományban)	0.02 - 0.05
Tehetlenségi nyomaték (kézben lendített tárgyra a 400 - 580 g•cm ² tartományban)	0.2 - 0.33

1. táblázat
Néhány Weber-tört különböző ingerosztályokra

A Weber-tört az egyes érzékelési területek diszkriminációs finomságának értékes leírását adja.

Példák ergonómiai alkalmazásokra:

- képernyős információmegjelenítők képminőségének egyik mérési módszere ezen alapul
- kellemetlen vagy undort keltő szagú anyag megengedhető koncentrációjának meghatározása
- hatékony hangjelzések tervezése esetén
- munkahelyi klimatikus komfort tervezése, stb.

Példák pszichológiai alkalmazásokra:

- mindkét fél számára előnyös biztosítási konstrukciók kidolgozása
- hatásos pénzjutalom vagy büntetés nagyságának a meghatározása
- ösztönző kamatok megállapítása, stb.

1.6.2. Az emberi információfeldolgozás törvényszerűségei

1.6.2.1. Az emberi információfeldolgozó rendszer általános modellje

Az információfeldolgozás alapja a memória, amely nélkül maga a személyiség sem létezhetne és funkcionálhatna: emlékeink és tapasztalataink nélkül nem lehetnénk azok, akik vagyunk.

Az emlékezés három fő szakasza a *kódolás* (elhelyezés a memóriában), a *tárolás* (megőrzés a memóriában) és az *előhívás* (visszanyerés a memóriából).

Az emberi információfeldolgozás működését a 2. ábrán foglaltuk össze, ahol az információfeldolgozás egymásra következő fázisait nyilakkal szemléltettük.

Az *érzékszervi tár* (*sensory register*) az emberi memória-rendszernek az érzékszervekből érkező információk átmeneti tárolására szolgáló része. Ennek a tárnak az az alapfunkciója, hogy biztosítsa az érzékszervi (szenzoros) információ közvetlen rendelkezésre állását amíg az feldolgozásra kerül. Ezt a feladatot az érzékszervi tár azáltal tudja ellátni, hogy a következő tulajdonságokkal rendelkezik.

(1) A tár tartalmai még jelentéssel nem rendelkeznek és ezért hűen képesek tükrözni az érzékszervi szintű történések jellegét.

(2) A tár viszonylag nagy terjedelmű és ezért hűen képes tükrözni az érzékszervi szintű történéseket mennyiségileg is.

(3) A tár tartalmai igen gyorsan elhalványulnak, hogy helyet tudjanak adni az érzékszervekből a következő pillanatban érkező információknak. (Vizuális ingerek esetén az érzékszervi tár reprezentációi kb. 1 másodperc, hallási ingerek esetén pedig legfeljebb néhány másodperc élettartamúak.)

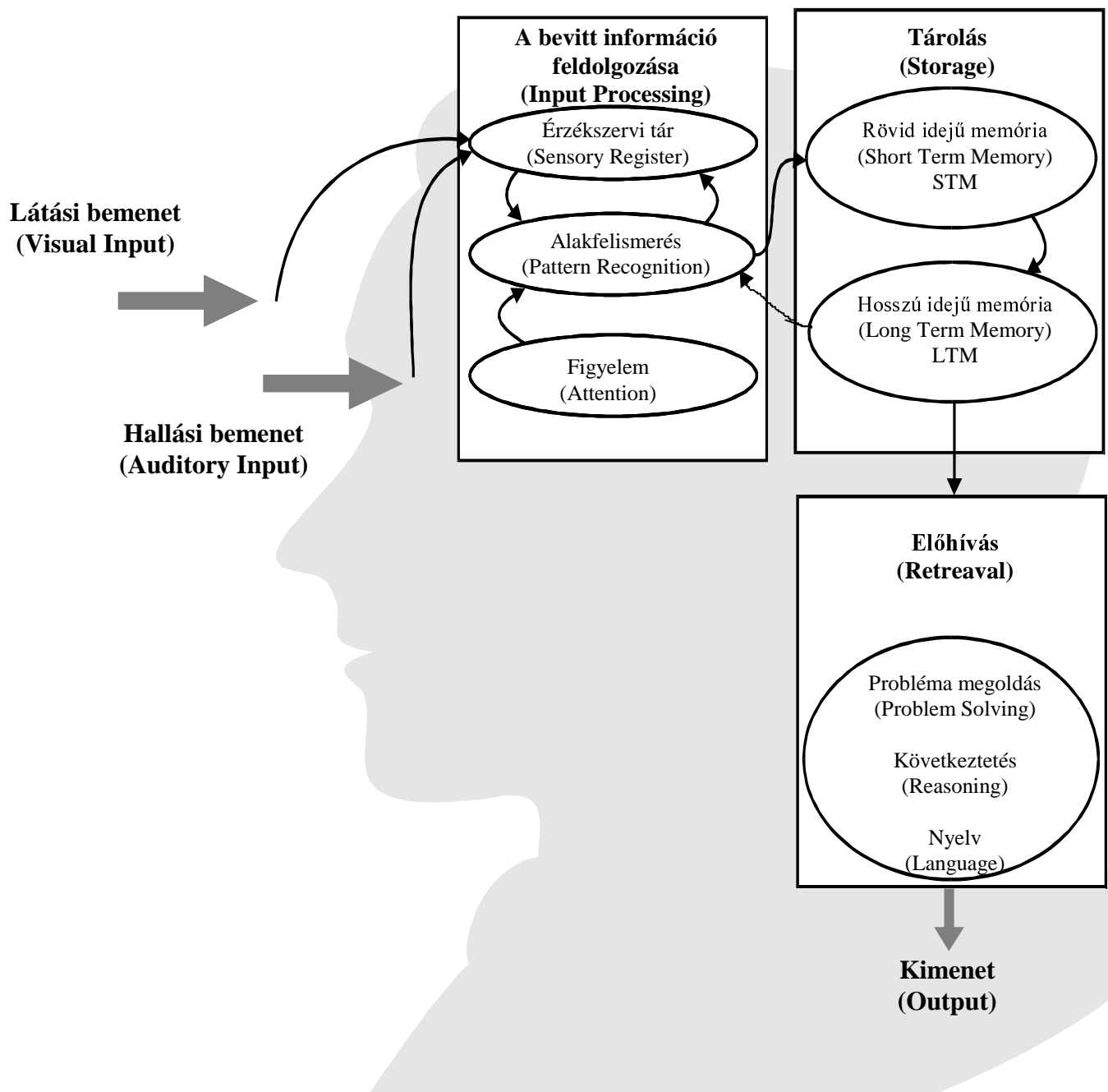
Az *alakfelismerés* (*pattern recognition*) alapfunkciója az, hogy a korábbi tapasztalatok mozgósításával az érzékszervi tár tartalmaihoz jelentést rendeljen hozzá. Az ember alakfelismerő - tulajdonképpen "inger-mintázat felismerő" - képessége rendkívül nagy számú különböző mintázat azonosítását teszi lehetővé. Gondoljunk arra a rengeteg tárgyra, eseményre vagy emberi arcra, amelyet valamennyien szinte teljesen automatikusan és minden erőfeszítéstől mentesen folyamatosan állandóan felismerünk. Ezeknek a mintázatoknak a döntő része vizuális, de lehetnek a hallási (pl. jellegzetes zajok, hangok vagy dallamok), a tapintási (pl. ismert selymes, bársonyos. érdes tapintások), a szaglási (pl. ismert konkrét szagok és illatok) stb. érzékszervekkel kapcsolatosak is. Az érzékszervi tárba került szenzoros információk alapján elvileg lehetséges valamennyi mintázat - "alak" - felismerésére nincs mód, csak azokat a mintázatokat azonosítjuk, amelyekre a figyelem előzetesen ráirányul.

A *figyelem (attention)* az észlelés szelekciójának a képessége; egyfajta beállítódás, amelynek révén bizonyos ingereket nagyobb valószínűséggel észlelünk, illetve "veszünk észre". Ahhoz, hogy a rövid idejű memóriába információt vigyünk be, oda kell figyelünk rá. Mivel a figyelem szelektíven működik, a rövid idejű memóriába csak az kerülhet be, amit a figyelem előzetesen már kiválasztott.

A *rövid idejű memória (Short Term Memory, STM, vagy a szokásos másik elnevezéssel Working Memory, WM)* a memória-rendszernek az a része, ahol a tudatos információ először megjelenik. Ennek a tárnak a tartalmai már jelentéssel rendelkező mintázatként felismert egységek és ezért tudatosan interpretálhatóak. Ezekre az egységekre a következő kifejezések használatosak: információ-tömb vagy csomag (*chunk*), tétel (*item*), illetve a továbbiakban általunk is használt kognitív séma (*cognitive schemata*). Az általunk elfogadott szóhasználat szerint a "tétel" a prezentált (exponált) egységeket, a kognitív séma pedig a személy által ténylegesen megragadott - visszaidézett - egységeket jelenti. Visszaidézni természetesen csak azokat az elemeket lehet, amelyek a hosszú idejű memóriában kognitív sémaként már léteznek. Ebbinghaus korábbi kísérletei nyomán MILLER (1956) megerősítette és az azóta elvégzett ellenőrző vizsgálatok is igazolták, hogy a rövid idejű memória kapacitása általában mindössze 7 ± 2 , azaz öt és kilenc kognitív séma között van. A rövid idejű memóriának ez a meglepően kicsi és a személyektől függetlenül meglepően egységes terjedelme nincs ellentmondásban azzal a tapasztalattal, hogy az emberek nagy mértékben különböznek egymástól emlékezeti képességeik tekintetében, mert ezek a valóban meglévő különbségek nem a rövid idejű, hanem a hosszú idejű memóriával kapcsolatosak.

Ezt a kapacitáskorlátot olyan kísérletekben határozták meg, amelyekben a kísérleti személyeknek független tételek növekvő hosszúságú sorozatát mutatták be olyan gyors egymásutánban, hogy a tételeknek a hosszú idejű memóriában tárolt információkkal való kapcsolatba hozására ne legyen lehetőség és arra kérték őket, hogy a bemutatott tételeket a helyes sorrendben idézzék fel. Ezek a tételek lehetnek bármilyen prezentálható objektumok, amelyek a kísérleti személyek számára ismerősek. A viszonylag gyors prezentálásra azért van szükség, mert a hosszú idejű memóriában tárolt információkkal való kapcsolatba hozás eredményeként lehetőség lenne az egyes tételek valamilyen szempont szerinti összekapcsolására - az ún. "tömbösítésre" (*chunking*) - ami meghamisítaná az eredményeket azáltal, hogy így több tétel tömbösítődne egyetlen kognitív sémába. A tapasztalat szerint kb. egy tétel prezentálása másodpercenként jelenti azt a sebességet, ami még jól követhető, de a tételek közötti kapcsolatképzésre már nem elegendő. A legegyszerűbb és legkényelmesebben kezelhető ilyen tételek a számok, betűk, szavak és mondatok.

Ez tehát azt jelenti, hogy a fenti típusú kísérletekben szinte mindenki legfeljebb öt és kilenc közötti tétel helyes felidézésére képes függetlenül attól, hogy számokról, betűkről, szavakról vagy egész mondatokról van-e szó. Így például ha másodpercenként közölnénk a C I A F B I B M W A P E H , illetve 1 5 2 6 1 8 4 8 1 9 4 5 1 9 5 6 sorozatok tételeit egy személlyel, az bizonyosan nem lenne képes - természetesen előzetes speciális felkészülés nélkül - a teljes sorozatot helyesen visszamondani. Ha azonban lassúbb prezentálással lehetőséget adnánk a kapcsolatképzésre a tömbösítés révén, akkor a személy nagy valószínűséggel a CIA FBI BMW APEH, illetve az 1526 1848 1945 1956 tömbök képzése útján tökéletesen visszamondaná ugyanazokat a tételeket. Az egyéni tapasztalatok természetesen az adott kultúra által nagyrészt meghatározottak: az APEH, illetve az 1526 1848 1945 1956 tömböknek megfelelő információk általában csak a magyarok hosszú idejű memóriájában léteznek, míg ha a prezentált tételek kínai írásjelek lennének, akkor a magyar kísérleti személyek feltehetően egyet sem tudnának visszaidézni, mert azok számukra nem válhatnának kognitív sémákká.



2. ábra
Az emberi információfeldolgozó rendszer modellje
ELLIS és HUNT (1983) után.

Ha nem gondoskodunk külön az információknak a rövid idejű memóriában való tartásáról - verbális anyagok esetén ennek a szokásos módja az ismételtetés - akkor azok kb. 20 másodperc elteltével kitörölődnek.

Összefoglalóan a rövid idejű memória legfontosabb jellemzői következők:

- tudatos
- szelektív és erősen korlátozott kapacitású
- lassú működésű, erőfeszítést igénylő és soros szervezésű
- szakaszosan analitikus
- következtetési, logikai műveletekben erős

A *hosszú idejű memóriában* (*Long Term Memory, LTM*) tárolódik minden tudásunk a világról, kapacitása ennek megfelelően gyakorlati szempontból szinte korlátlannak tekinthető. Olyan rendkívül eltérő tudás- és ismeret-elemek reprezentációi találhatók benne fantasztikusan nagy mennyiségben, mint például a gyermekkori események és élmények, a gyakorolt foglalkozás készségei, a geometria alapfogalmai vagy az, hogy hogyan kell késsel és villával enni. Egy J. Griffith nevű matematikus - idézi HUNT (1982) - kiszámította, hogy egy átlagos ember élete során mintegy ötszázszor annyi információt tárol el LTM-jében, mint amennyit az *Encyclopedia Britannica* tartalmaz. Ezek az információk elvileg korlátlan ideig rendelkezésre állnak az egyén élete folyamán. Az LTM azonban gyakorlatilag korlátlan tárolókapacitása mellett ugyanakkor a figyelemhez hasonlóan meglehetősen szelektív is: miközben például világosan emlékezünk általános iskolai tanárainkra, esetleg nem tudjuk felidézni azt az embert, akit mindössze tíz perccel korábban mutattak be nekünk.

Ha az információ már bekerült az LTM-be, akkor a kutatók egy része - pl. ELLIS és HUNT (1983) - szerint már igazi felejtés (tárolási hiba) nem következhet be, az információ rendelkezésre nem állásának az oka csak az előhívás tökéletlensége lehet.

Az LTM-nek a tárolt anyag jellegétől függően a következő három fő típusa különíthető el.

(1) Az ún. *epizodikus memória* (*episodic memory*), amely olyan események emléknymait tartalmazza, amelyeket az egyén maga is átélt. Ezek konkrét eseményekkel kapcsolatos személyes emlékek (pl. hogyan zajlott le egy családtag temetése, mit ettem ma reggelire, vagy hol voltam tegnapelőtt este). Általában "Emlékszem, hogy..." típusú bevezetéssel idézzük fel az itt tárolt anyagokat.

(2) Az ún. *szemantikus memória* (*semantic memory*), amely tanulás által elsajátított általános ismereteket tartalmaz (pl. hogy mikor volt a mohácsi vész, vagy hogy az alma gyümölcs). Többször "Tudom, hogy..." típusú bevezetéssel idézzük fel ezeket a tartalmakat.

(3) Az ún. *procedurális memória* (*procedural memory, skill memory*), amely tanulás útján elsajátított mozgásos (motoros) vagy gondolati (kognitív) műveleti eljárásokat - ún. készségeket (*skill*) - tartalmaz. Ezeknek a tartalmaknak a segítségével idézzük fel például, hogy hogyan kell kerékpározni, úszni vagy számokat fejben összeszorozni.

Az (1) és (2) memóriát közös névvel szokás *explicit memóriának*, míg a (3) memóriát *implicit memóriának* is nevezni.

A legtöbb valóságos tevékenységhez egyszerre van szükségünk az LTM mindhárom formájára. Így például egy tenisz játszma során a szabályok ismerete a szemantikus memória, az aktuális játszma állás és a soronkövetkező szerváló ismerete az epizodikus memória, míg a szerva tényleges végrehajtása a procedurális memória működését feltételezi.

Az LTM működésében két ún. heurisztikának jelentős szerepe van. A heurisztikák - REBER (1985) - olyan kifinomult és célirányult eljárások, amelyeknek segítségével egy probléma lehetséges megoldásainak - egy kérdésre adható lehetséges válaszoknak - a köre leszűkíthető. Lényegében olyan tapasztalati alapon nyugvó, gyorsan és automatikusan elvégezhető kognitív (információfeldolgozási) eljárások, amelyek adott típusú feladatok megoldására általában - de nem mindig - beválnak. Tekintsük a 3. ábra alapján az ún. konvergens és divergens keresés esetét. Konvergens keresés esetén a személynek az a feladata, hogy több megadott konkrét jellemző alapján keresse ki a memóriájából azt az egyetlen tételt (objektumot), amely az adott jellemzők valamennyiének megfelel. Divergens keresés esetén a feladat az, hogy egyetlen megadott konkrét jellemző-kategória alapján keresse ki mindazokat a tételeket, amelyek ennek az egyetlen jellemzőnek megfelelő kategóriába esnek.

Az ábra azt a rendkívül valószínű esetet mutatja, amikor egyrészt a megadott konkrét jellemzők alapján megtalált tétel a "kutya", másrészt a megadott kategóriába eső első válasz is a "kutya". Az első esetben ezt az eredményt a megadott jellemzők és a "kutya" összeillése miatt kapjuk nagy valószínűséggel és ez a mechanizmus a "*hasonlósági illesztés*" (*similarity*)

matching) heurisztika. A második esetben ugyanezt az eredményt azért kapjuk, mert a személy a múltban a négy lábúak közül legtöbbször nagy valószínűséggel a "kutyával" találkozott és hajlamos annak a tételnek a javára dönteni, amellyel korábban gyakrabban találkozott. Ez a mechanizmus a "*gyakoribbra tevés*" (*frequency gambling*) heurisztika.

Mindkét heurisztika igen nagy szerepet játszik olyan döntési helyzetekben, ahol a döntéshozó nem rendelkezik minden szükséges információval - ez a "kognitív alulhatározottság" esete - de mégis arra kényszerül, hogy "tippeljen".

Összefoglalóan a hosszú idejű memória legfontosabb jellemzői következők:

- nem tudatos
- gyakorlatilag korlátlan kapacitású
- gyors működésű, erőfeszítésmentes és párhuzamos szervezésű
- automatikus
- kognitív alulhatározottság esetén a következő két alap-heurisztika alapján keresi a megoldást

hasonlót illeszt hasonlóhoz: "*hasonlósági illesztés*" (*similarity matching*)

annak a tételnek a javára dönt, amellyel korábban gyakrabban találkozott:

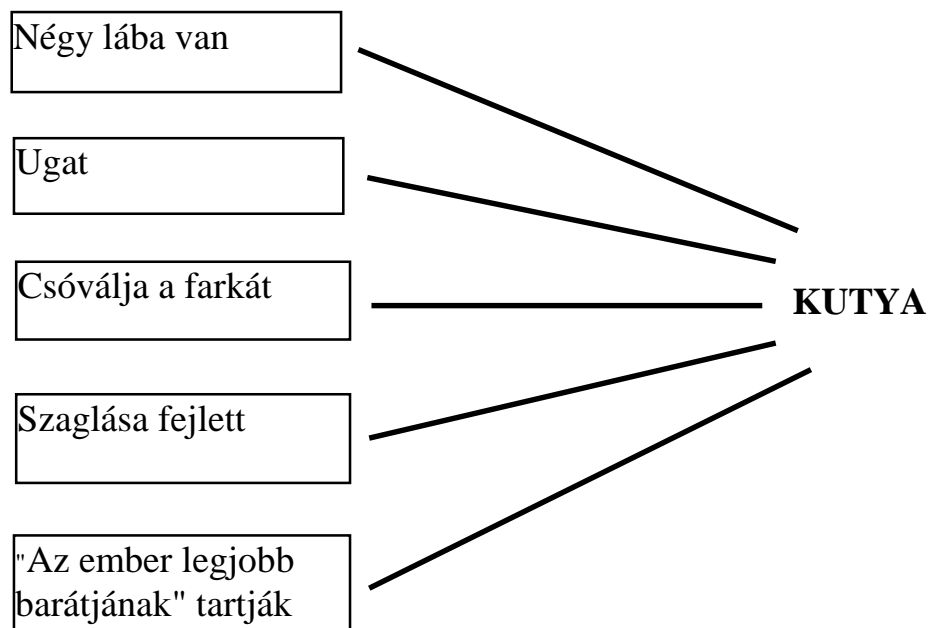
"*gyakoribbra tevés*" (*frequency gambling*)

A magasabb kognitív működések közül a *nyelv* (*language*), a *következtetés* (*reasoning*) és a *problémamegoldás* (*problem solving*) a legfontosabbak. A *nyelv* a gondolatok közlésének egyetemes emberi eszköze, amely sajátos módon beleágyazódik az LTM-be. A *következtetés* az emberi gondolkodás alapvető eszköze, amelynek során bizonyos kiindulási helyzetből bizonyos szabályok alkalmazásával érvényes megállapításokhoz jutunk el. Ezek a szabályok lehetnek induktív vagy deduktív logikai eljárások, de lehetnek pragmatikus tapasztalati eljárások és heurisztikák is.

A *problémamegoldási* helyzetet a következők jellemzik: (1) ahol tartunk (a problémánál) az nem azonos azzal, ahol szeretnénk lenni (a megoldásnál), (2) a problémától a megoldásig vezető út nem nyilvánvaló, (3) gyakran jelentős szellemi erőfeszítést igényel magának a problémának a mélyebb megértése is, és (4) a probléma megoldásához hipotéziseket kell felállítani a lehetséges megoldási utakról és azután ellenőrizni kell azokat. A problémát általában egyszerűbben kezelhető rész-problémákra bontjuk, illetve vezetjük vissza. Mindennapi életünkben folyamatosan problémákat oldunk meg, illetve próbálunk megoldani. Az eléünk kerülő problémák között vannak egyszerűbbek és nehezebbek: vannak olyanok, amelyeket a következtetés viszonylag egyszerű eszközeivel megoldhatunk (ezekre azt mondhatjuk, hogy intelligenciát igényelnek) és olyanok is, amelyeket csak teljesen újszerű megközelítéssel oldhatunk meg (ezekre azt mondhatjuk, hogy kreativitást igényelnek). A problémamegoldás alapja minden esetben a világ azon tartományára vonatkozó mentális modell - mentális reprezentáció - ahol a probléma megjelent. A mentális modell tehát a valóság egy szeletének visszatükrözése az ember pszichikumában, amely kognitív sémákból és azok kapcsolataiból épül fel és maga is az LTM része. A tapasztalatszerzés és tanulás során a mentális modell fokozatosan felépül és tökéletesedik, valósághűsége javul. A nagyobb valósághűségű modell alapján ugyanakkor nagyobb valószínűséggel oldhatjuk meg az adott területen felmerülő problémákat. A kreatív problémamegoldás jellemzője, hogy nagy mértékben újszerű és eredményes.

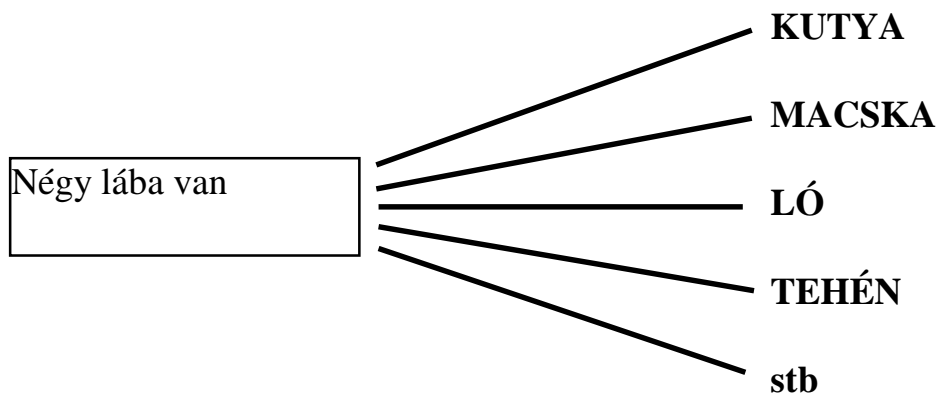
Konvergens keresés

Megadott konkrét jellemzők:



Divergens keresés

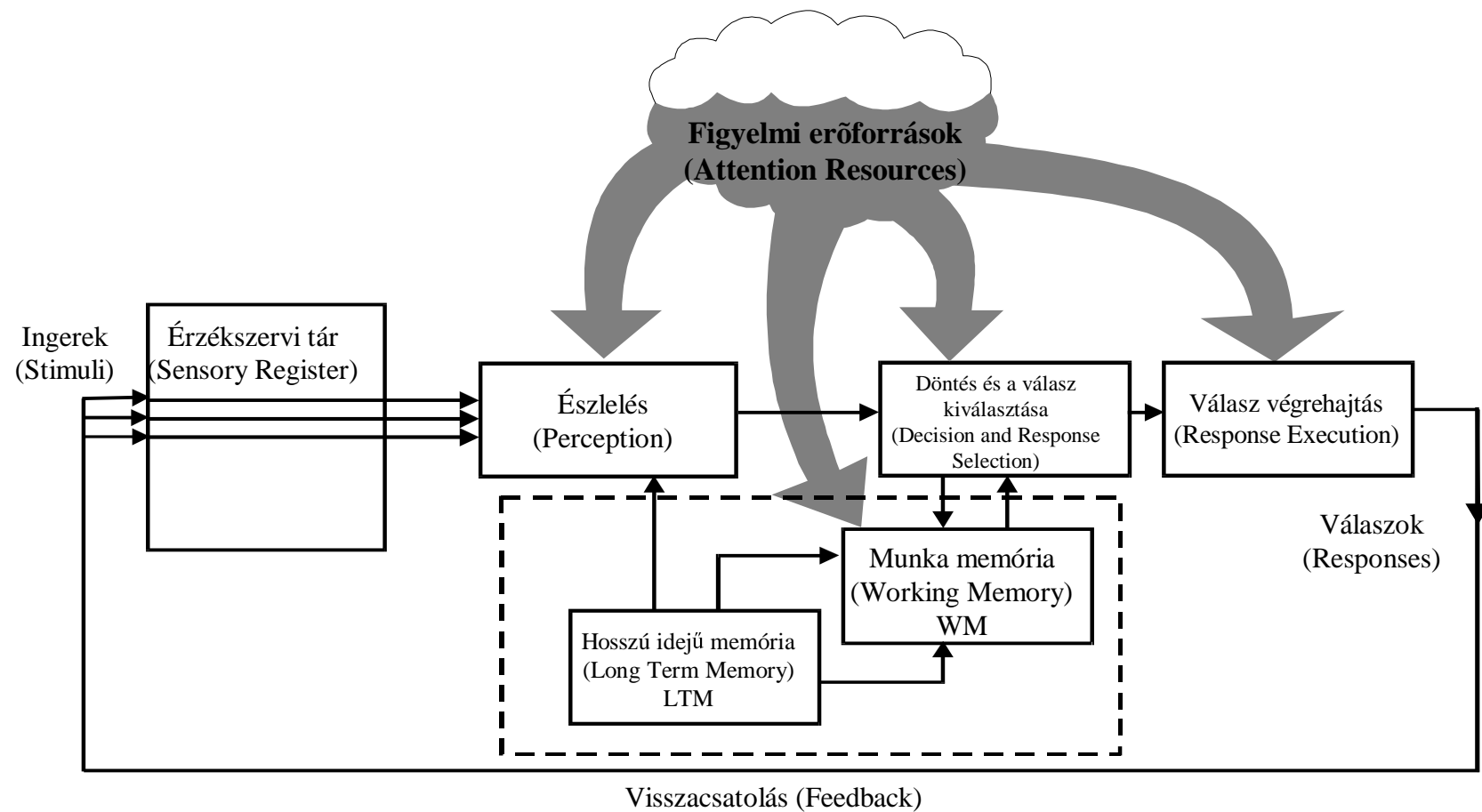
Megadott kategória:



3. ábra

A konvergens és divergens keresés szemléltetése

Az emberi információfeldolgozás működését a 4. ábrán is összefoglaltuk. Ezen az ábrán - a 2. ábrával ellentétben - a figyelem szerepét és a figyelmi erőforrások véges jellegét hangsúlyoztuk. Az ábrából látható, hogy nem lehetséges, vagy csak jelentős mentális erőfeszítés árán lehetséges egyidejűleg nagy figyelmet szentelni az információfeldolgozási, döntési és döntés-végrehajtási folyamat különböző fázisainak.



4. ábra

Az információfeldolgozás "véges figyelmi erőforrások" modellje WICKENS (1984) után

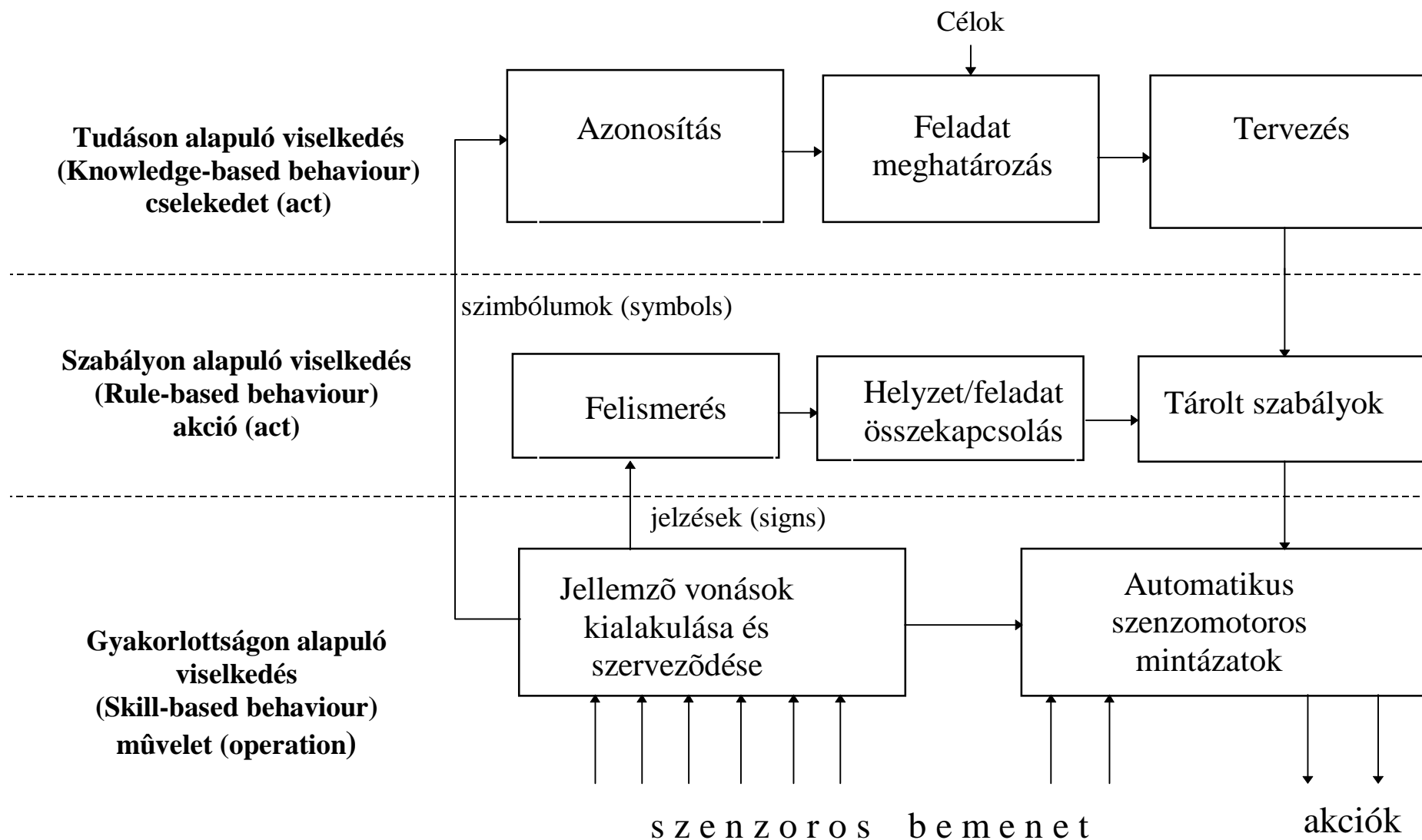
1.6.3. Rasmussen modellje

RASMUSSEN (1983) megalkotta az információ-feldolgozás hierarchikus kognitív szintjeit leíró modelljét, amely igen előnyösen alkalmazhatónak bizonyult általában az ember-gép rendszerek - különösen a folyamatirányító rendszerek - tanulmányozásában és ma már szinte klasszikusnak számít. A modell lényegét az alábbiakban az 5. ábra alapján röviden összefoglaljuk. A modell alapfeltevése - a gyakorlati tapasztalatokkal teljes összhangban - hogy az emberi tevékenység célok által vezérelt. Ezek a célok az ember számára valamilyen módon adóttak. A célok jöhetnek kívülről pl. feladat, utasítás, kényszerhelyzet vagy elvárás formájában, de következhetnek a személy belső igényeiből és törekvéseiből is. A modell azt írja le, hogy az adott cél végrehajtására az embernek milyen mechanizmusok állnak rendelkezésére.

A *gyakorlottságon alapuló (skill-based)* viselkedés tudatos kontroll nélkül, összerendezett egységes egészként lezajló, automatikus szenzomotoros cselekvési mintázatokból szerveződő tevékenységet jelent. Ilyen pl. egy ceruza vagy egy pohár felemelése, egy kulcscsomó zsebre tévése, jól begyakorlott kerékpározás, hangszeres játék, műszer-szerelés vagy a rajzolás. Mivel a tudatos kontroll szintje igen alacsony, vizuálisan vezérelt cselekvések esetén az ember ilyenkor inkább csak néz, mint lát.

A külvilágból érkező információk ilyenkor pusztán *jelek (signals)*, melyeknek a konkrét és közvetlen folytonos téri-idői mivoltukon túlmenően semmiféle mögöttes jelentésük nincs. Ha pl. nagy rutinnal, szinte teljesen automatikusan gépkocsit vezetünk, az út kanyarulatát jelző vizuális ingereknek semmilyen más jelentése nincs azon túlmenően, hogy az út kanyarodik. A 3. ábrán ennek az felel meg, hogy - az ábra jobb alsó részén található "Automatikus szenzomotoros mintázatok" feliratú blokkban - a jelek közvetlenül kiváltják a megfelelő "akciókat" (*action*). Az "akciók" - a HACKER (1985) féle akció-elmélet értelmében - a tevékenység olyan kisebb egységei, amelyek még tudatosan is interpretálható célok elérésére irányulnak. Az akciók hierarchiába rendeződnek: az összetettebb akciók egyszerűbbekből állnak, melyek egymással változatos módon kapcsolódhatnak és egymásba ágyazódhatnak. A legegyszerűbbek azonban - amelyekre még alkalmazható a tudatos értelmezhetőség definíció szerinti feltétele - már nem bonthatók fel továbbakra, mer ezek már csupán nem tudatosítható "műveletekből" (*operation*) épülnek fel. Egy ceruza felemelése már általában olyan elemi akció, ami csak önmagukban nem tudatos és nem értelmes izomműködésekre bontható fel. A gyakorlottságon alapuló viselkedést tehát az jellemzi, hogy elemi műveletek meghatározott szekvenciáiból szerveződött akciókra épül. Szükség esetén az automatikusan lefutó cselekvés-sort a magasabb szintű kontroll modulálhatja: ha a fentebb említett gépkocsivezetést folytatjuk és az útitársunk így szól "Most figyelj, az út csúszós!", vagy "Most egy kellemetlen kanyar következik!", akkor tudatosan is odafigyelünk a vezetésre, nagyobb figyelmet szentelünk neki. Ha ezek után egy városba érve közlekedési táblákat látunk meg, ezek már *jelzések (signs)* lesznek számunkra, mert egyértelmű és egyezményesen ismert szabályok szerint tájékoztatnak például arról, hogy megállni vagy parkolni tilos. Ez az üzenet már túlmutat az inger közvetlen fizikai mivoltán, azon túlmenő információt közöl. A tevékenység szabályozása ekkor már a *szabályokon alapuló (rule-based)* szinten történik. Az ábrából látható, hogy ezen a szinten először megtörténik a jelzés felismerése, majd annak a rendszerállapothoz, illetve a feladathoz viszonyítása, végül pedig a jelzéshez kapcsolódó tárolt szabályok alapján a megfelelő viselkedésformák (akciók) elindítása. Ezeket a tárolt szabályokat kaphattuk készen (az autós példa esetében a KRESZ formájában, míg az erőművi operátorok esetében az üzemzavari utasítások formájában), korábbi tapasztalataink alapján kialakíthattuk mi magunk, vagy megtudhattuk másoktól.

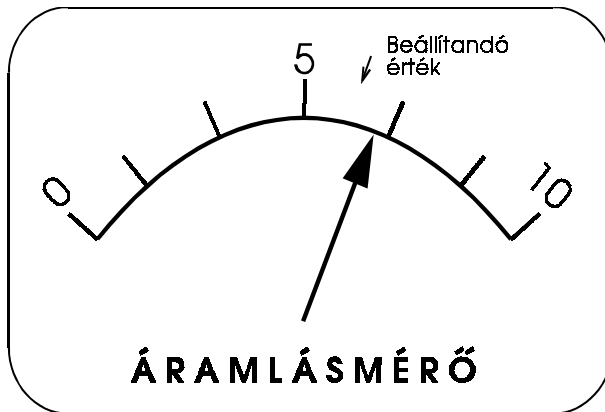
A



5. ábra
Az emberi tevékenység szabályozásának kognitív szintjei Rasmussen (1983) után

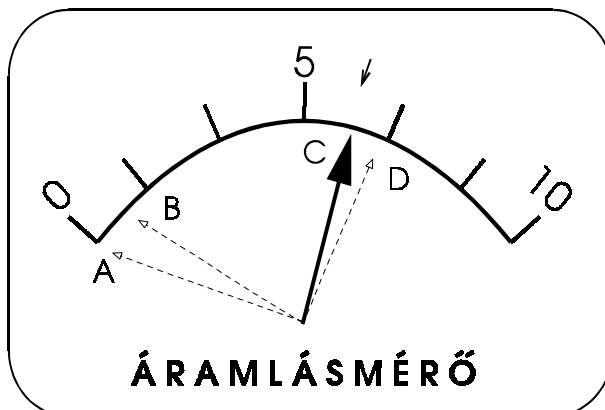
A szabályokon alapuló alapuló szintet tehát az jellemzi, hogy ismert szabályok alapján ugyancsak rendelkezésre álló akciókat mozgósítunk. Ha a gépkocsivezetés példáját ismét tovább folytatva feltesszük, hogy egy váratlan akadály (pl. egy híd lezárása) miatt hirtelen kiderül, hogy úti célunk az eredetileg tervezett módon nem érhető el, akkor olyan döntési helyzetbe kerülünk, amelynek a megoldására nem rendelkezünk előre lerögzített szabállyal. Ilyen esetben a tevékenység szabályozása ismét magasabb szintre, a *tudáson alapuló (knowledge-based)* szintre tevődik át. A lezárt híd látványa ekkor számunkra az éppen felmerült probléma *szimbóluma (symbol)* lesz, ami messze több, mint egyszerű jel, de több a jelzésnél is, mert komplex jelentést hordoz. Az ábrából látható, hogy ezen a legfelső szinten először a szimbólum azonosítása történik meg, majd a fölérendelt cél (az úti cél elérése) megvalósítása érdekében olyan új tervet kell készíteni, amihez a lehetőség szerint rendelkezésre állnak ismert eljárások, ill. szabályok. Ennek azonban előfeltétele a tevékenység tárgyának alapos ismerete, annak átfogó tudása. Csak egy elegendően valóságghű belső mentális modell teszi ugyanis lehetővé egy olyan új végrehajtási terv kidolgozását, amely reális esélyt ad a sikernek. A gépkocsivezetéses példában ennek a tudásnak az adott országrész földrajzára, útviszonyaira stb. kell vonatkoznia, egy soha korábban nem tapasztalt üzemzavarral szembe kerülő operátor estében az erőmű technológiájára, egy szoftver terméket (pl. CAD tervező-rendszert) használó felhasználó esetén pedig a szoftverre magára és a szoftver alkalmazási területére. Ha a megoldás nem vezethető vissza az új megoldási terv létrehozása során már rendelkezésre álló szabályokra, akkor magukat a végrehajtási szabályokat is a megoldási terv megalkotása során kell létrehozni. A tudáson alapuló tevékenységet tehát az jellemzi, hogy a fölérendelt célok által megkívánt cselekedet ("act") végrehajtása érdekében megtervezi a feladat-megoldás részletes programját; vagy úgy, hogy visszavezeti ismert szabályokra (amelyekhez rendelkezésre állnak a megfelelő akciók), vagy úgy, hogy magukat a szabályokat is megalkotja.

Azt, hogy valamilyen közölt információ az operátor számára jel, jelzés vagy szimbólum, nem az információ formája szabja meg elsősorban, hanem az információ-közlés helyzete. Ezt illusztrálja a 6. ábra, amely azt szemlélteti, hogy ugyanaz a fizikai inger-együttes az operátor számára a szituációtól függően lehet a gyakorlottságon alapuló szinten felhasználható jel, a szabályokon alapuló szinten alkalmazandó jelzés, vagy a tudáson alapuló szinten értelmezendő szimbólum.



JEL (SIGNAL)

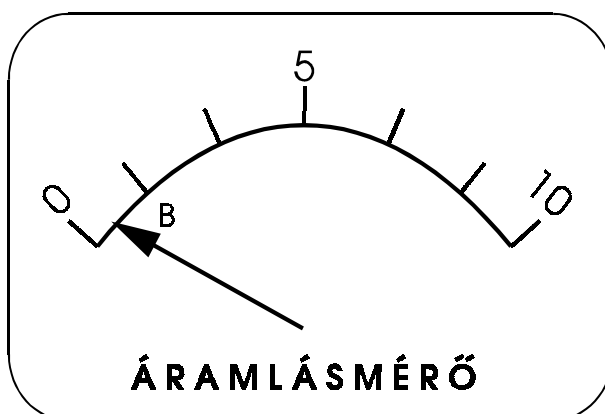
- viszonyíts a beállítandó értékhez
- használd az attól való eltérést hibajelként
- állíts utána folyamatosan



JELZÉS (SIGN)

sztereotíp tevékenység

Ha a szelep nyitott	Ha C: rendben Ha D: állíts utána
Ha a szelep zárt	Ha A: rendben Ha B: kalibráld újra a műszert



SZIMBÓLUM (SYMBOL)

Ha az újrakalibrálás után is B: kezdj el funkcionálisan gondolkodni (valószínűleg valahol szökik a folyadék a rendszerből)



6. ábra

Ugyanaz a műszer-állás mint jel, jelzés vagy szimbólum

1.6.4. A pszichoszociális perspektíva

Azokat az ember-gép rendszereket nevezzük szociotechnikai rendszereknek, amelyekben az ember-gép kölcsönhatások mellett az ember-ember kapcsolatoknak is meghatározó jelentősége van az információfeldolgozás, és így az egész rendszer hatékonysága szempontjából. A szociotechnikai rendszerek tehát komplexebb, több embert is magukban foglaló ember-gép rendszerek, amelyekben többnyire a technikai alrendszer is meglehetősen összetett. A szociotechnikai rendszerek speciális szélső esete az egyszerű - egy embert és egyszerű technikai alrendszert tartalmazó - ember-gép rendszer.

Példák lehetnek szociotechnikai rendszerekre a következők:

- egy utasszállító repülőgép és az üzemeltető személyzet (az utasok az elemzés céljától függően tekinthetők vagy nem tekinthetők a rendszer részének)
- egy hajó és a legénysége
- egy folyamattírányító vezénylőterem és az operátorok
- egy rádiós vagy televíziós stúdió és az ott dolgozók
- egy városnéző autóbusz a buszvezetővel, az idegenvezetővel és az utasokkal
- egy gyár valamely termelő üzemegysége
- egy mérnöki tervező iroda az együttműködő tervezőkkel, stb.

Egyes esetekben - ismét csak az elemzés céljától függően - célszerű lehet olyan egészen komplex rendszereket is szociotechnikai rendszereknek tekinteni, mint egy villamosenergia-elosztó hálózat, egy város rendőrsége, egy hadgyakorlat egésze vagy egy teljes nagyvállalat. Ezen rendszerek közös jellemzője, hogy az ember-ember kapcsolatok meghatározó jelentőségűek a következő területeken: kommunikáció, kooperáció, vezetési stílus, csoport normák és értékek.

1.7. Mikro- és makrogazdasági szemléleti keret

Ez a szemléleti keret egyrészt kapcsolatban van az előbbieken érintett megközelítésekkel - mindenek előtt a pszichológiaival - de azokhoz képest új minőséget, új absztrakciós szintet is képvisel. A biztonság-ergonómia vonatkozásában ez azt jelenti, hogy a dolgozónak a biztonsághoz - illetve a biztonsági előírásokhoz - való viszonyát nagyrészt meghatározza az, hogy az ő *mikrogazdasági* érdekeit az hogyan érinti. Ha például bérezése mennyiségi mutatók alapján történik és a mennyiség csak a minőség, illetve a biztonság rovására növelhető, akkor várhatóan nem fog törekedni sem a minőségre, sem a minőségi munkával együttjáró nagyobb biztonságra. Ugyanez állapítható meg az energia- és anyag-felhasználás, illetve a környezet kímélése vonatkozásában: mindezek reálisan csak akkor várhatók el, ha nem ellenkeznek a dolgozó alapvető egyéni gazdasági érdekeivel.

Az egyes vállalatok vagy vállalkozások szintjén - ezt nevezhetjük *mezogazdasági* szintnek - a helyzet annyiban hasonló, hogy a gazdálkodó egységtől is csak akkor várható el a minőség, a biztonságos vagy a környezetkímélő technológia alkalmazása, ha azok nem ellenkeznek alapvető gazdasági érdekeivel. Ez aláhúzza azok felelősségét - többek között a munkabiztonság vonatkozásában is - akik a vállalatok gazdasági környezetének a formálói.

Makro szinten egy egész ország gazdasága is hasonló törvényeket követ. Egy szegény, harmadik világbeli ország ipara például gazdasági kényszertől hajtva befogadja azokat az elavult és veszélyes technológiákat is, amelyeket más gazdaságilag fejlettebb államokban a hatóságok már betiltottak. Jól mutatja ezt a tendenciát a veszélyes és környezetszennyező technológiák keleti, illetve déli irányba történő folyamatos exportja, miközben az ebből származó profit nem termelés helyszínén realizálódik. Tragikus példa volt erre a 4.4. fejezetben részletesebben tárgyalandó indiai Bhopal esete amelynél a gazdasági kényszernek ez a logikája igen sok áldozatot követelt.

2. Az ergonómia fejlődéstörténete és mai feladatai

2.1. Az ergonómia fejlődéstörténete

Az előző fejezetben megadtuk az *ergonómia* fogalmát és "körüljártuk" különféle szemléleti megközelítéseit. Ebben a fejezetben ANTALOVITS (1994) nyomán bemutatjuk, hogy különböző időszakokban és a gazdasági-társadalmi fejlettség különböző fokain az ergonómiai tevékenység fókuszja más és más problémákra irányult, anélkül azonban, hogy alapvető célja és filozófiája - *az ember, a technika és a környezet harmonikus viszonyának megteremtése* - módosult volna. Az ergonómia mintegy fél évszázados történetét ezen gondolatmenetbe ágyazva vázoljuk fel.

2.1.1. Az ergonómia kezdetei

A gyökerek a század elejére, az iparosodás korszakára, a nagyüzemi technológiák kialakulásának időszakára nyúlnak vissza. A "*human factors*" egyik előfutárának tekinthető a mozdulat- és időelemzésen alapuló munkaelemzési és -értékelési technikák kifejlődése és széleskörű alkalmazása, amely a taylori munkaszervezési és munka-racionalizálási metodológia egyik alappillére lett. Az említett technikák kifejlesztői és legismertebb alkalmazói Frank és Lillian Gilbreth voltak. Munkásságuk nem csak az ipari tevékenységekre, hanem más pl. a kórházi sebészeti műtőkben végzett tevékenységekre is kiterjedt. Az ő munkásságuk egyik gyakorlati eredményének tekinthető például az az azóta mindenütt elterjedt sebési munkamódszer, hogy az operáló orvos a kezét kinyújtva, nyitott tenyérrel kéri a szükséges eszközt, amelyet az asszisztencia a helyes irányba "tájolva" helyez az orvos kezébe. Gilbrethék ugyanis kimutatták, hogy a korábban alkalmazott munkamódszer esetében - amikor az orvos maga vette fel egy tálcáról az éppen szükséges eszközt - az operáló sebész tekintete (és figyelme) nagyjából ugyanannyit időzött a műszereken, mint a beteg.

Az említett példa azonban nem tekinthető általánosnak. Az ergonómia/human factors e korai időszakában nem az volt a jellemző törekvése az e szakterülettel foglalkozóknak, hogy a gépet, technikai eszközt és a munkamódszert igyekeztek volna az emberi sajátosságokhoz igazítani, hanem sokkal inkább az, hogy megoldják az adott munkára, feladatra legalkalmasabb emberek kiválasztásának problémáját és ezért elsősorban az ilyen célú módszerek fejlesztésére és alkalmazására fektették a hangsúlyt. Csak a II. világháború során sorozatosan bekövetkezett tragikus repülőgép balesetek kivizsgálásának eredményei módosították ezt a szemléletet. Egy kutatás során kiderült ugyanis, hogy csupán az amerikai légierő több mint négyszáz repülőgépet veszített azáltal, hogy a pilótafülke kialakítása, valamint a különböző információ-kijelzők és a kezelőszervek elhelyezése során elhanyagolták a "*human factors*" figyelembe vételét. Nevezetesen, a repülőgépek műszaki korszerűsítése során - amikor újabb és újabb műszerekkel, és beavatkozó szervekkel bővítették a pilótafülkét - nem vették figyelembe az emberi érzékelés és mozgás-szabályozás bizonyos törvényeit és a "vezérlő felület" tervezése során felhasználandó alapadatait. Emiatt jelentősen megnőtt az emberi hibázások aránya, a döntési és cselekvés-kivitelezési idő számottevően meghosszabbodott és így - bár a gépek műszakilag tökéletesebbek lettek - a rendszer egésze mégis megbízhatatlanabbá vált.

2.1.2. Az ergonómia születése: a "fogantyúk és skálák" ergonómiája (1945-60)

Az előzőekben említett (és más hasonló) tapasztalatok vezettek ahhoz, hogy a II. világháború után az amerikai légierőnél és a haditengerésznél sorra alakították meg az "*engineering psychology*" laboratóriumokat. A fő feladatuk olyan kutatások végzése volt, amely

alapadatokat szolgáltat a legkülönbözőbb katonai alkalmazásoknál az ember és az általa alkalmazott technika "érintkezési felületének" (*ember-gép interfész*) helyes megtervezéséhez és kialakításához. Az ergonómia e korai szakaszát a "*klasszikus ergonómia*", vagy a még kifejezőbb "*fogantújk és skálák ergonómiája*" elnevezéssel szokták jellemezni. A negyvenes évek végén megjelentek az első, nem katonai célú "human factors" laboratóriumok is (Dunlop & Associates), elsősorban az ipar, a közlekedés és a távközlés területén. Nagyjából azonos időben, hasonló folyamat játszódott le Európában is, elsősorban Angliában és a skandináv országokban.

1949-ben Angliában megalakították az ergonómia első tudományos testületét (*Ergonomics Research Society*, későbbi nevén *Ergonomics Society*). Ugyanebben az évben jelent meg az első ergonómiai kézikönyv is természetesen elsősorban a haditechnikával összefüggő tervezési példákra, az emberi testméretekre, erő kifejtésre, mozgástartományokra, pszichofiziológiai küszöbértékekre és más humán adatokra alapozva.

Az ötvenes években a nagyhatalmak hidegháborús célzatú technikai fejlesztései és a beinduló űrkutatási versengés újabb lökést adtak az ergonómiai kutatásoknak a világ más országaiban is. 1957-ben megjelent az ergonómiai szakterület első tudományos folyóirata (*Ergonomics*), 1959-ben pedig - a világ különböző országaiban már működő ergonómiai/human factors társaságok közötti kapcsolatok megteremtése céljából- létrehozták a Nemzetközi Ergonómiai Társaságot (*International Ergonomics Association*), amely 1961-ben tartotta az első konferenciáját Stockholmban.

2.1.3. Hatvanas évek: az ergonómia ipari alkalmazása; "rendszerergonómia"

A hatvanas évektől az ergonómia látványosan "kitör" abból a viszonylagos bezártságából, amit a haditechnikai és űrkutatási célú felhasználás jelentett számára és ezektől az évektől egyre szélesebb körű alkalmazással és gyors fejlődéssel jellemezhető. A nagyvállalatok - szinte a világban - létrehozzák az ergonómiai (human factors) részlegeiket, miután felismerik az ergonómia alkalmazásában rejlő gazdasági előnyöket. Az ergonómia szerepe kibővül. Az *emberi tényezőket* már nem csupán a gépek, technikai eszközök tervezésében hasznosítják, hanem meghatározó szerephez jutnak a környezet kialakításában és a termelési rendszerek optimalizálásában. Az ergonómia metodológiája az ebben az időszakban nagyon népszerű *rendszerelmélet* megtermékenyítő hatásának köszönhetően, kiteljesedik, az ergonómiát egyre inkább önálló tudományos diszciplínának: az *ember-gép-környezet rendszer* optimális működését elősegítő tudománynak és/vagy gyakorlatnak tekintik. Ez a megközelítés a *rendszerergonómia* szóval jellemezhető. (Természetesen hozzá kell tenni, hogy mindezt a társadalom egy viszonylag szűk körére kell vonatkoztatni, az "utca embere" az ergonómia fogalmát nem ismeri.)

Európa egyes országaiban - különösen a skandináv országokban, ahol az ergonómiai szemlélet kialakítását a pszichológia mellett, a fiziológia és a szociológia is erősen befolyásolta és ahol erre a társadalom érzékenysége is nagyobb volt - különösen nagy gondot fordítottak a *munkakörnyezet humanizálását* elősegítő kutatásokra és ezek gyakorlati hasznosítására. E vonatkozásban Svédországot példaként is tekinthetjük, mint olyan országot, ahol az említett törekvések egyaránt élvezték az érdekképviselői szervezetek és a kormányzat támogatását, amelynek eredményeként - Európában elsőként - törvényben (Swedish Work Environment Act) legitimizálták a (környezet) ergonómiát és jogilag szabályozták (a munkáltatók kötelezettségévé tették) az alkalmazását.

Magyarországon ezt az időszakot tekinthetjük az ergonómia kezdeteinek. A hatvanas évektől, főleg a nagyipari vállalatoknál és az ágazati minisztériumok szervezési intézeteinél, sorra alakulnak az ergonómiai (munkapszichológiai) részlegek.

2.1.4. Hetvenes évek: ergonómia a "munka világán kívül"; termékergonómia

Ez az évtized az ergonómia fejlődésében újabb áttörést hozott. Körülbelül a hetvenes évektől kezdődően ugyanis az USA-ban és a fejlett európai országokban az ergonómia alkalmazása fokozatosan társadalmi méretűvé szélesedik. Az ergonómiai szemlélet már nem csupán a munkahely és a munkatevékenység vonatkozásában érvényesül, hanem a *munka világán kívül* is, és egyaránt teret kap a közlekedésben, az iskolában, a lakásban, a sport és a szabadidős tevékenységek széles területén. Megszületik az ergonómia egy új ága, az ún. "non-vocational ergonomics", amelyre elsősorban az ergonómiai elvek, módszerek és adatok *rétegspecifikus* alkalmazása a jellemző. A megoldások nem általános jellegűek (vagyis nem az "átlagember" szabványosított paramétereit veszik figyelembe), hanem a jelentősen eltérő adatokkal (nem, életkor, fizikai adottságok, kulturális háttér és értékrend stb. szerint) jellemezhető felhasználói csoportok, társadalmi rétegek stb. tényleges igényeire szabottak.

Ebben az évtizedben már egyre kiélezettebbé válik a piaci verseny az autóiparban, a szórakoztató elektronika területén és a fogyasztói termékek széles skáláján. A nagyjából azonos műszaki színvonalú, minőségű és árú termékek közül a vásárló azt a terméket részesíti előnyben, amelyik jobban kielégíti az ő *egyéni igényeit*. Nagy hangsúlyt kapnak ezért az olyan "funkcióhordozók", mint a termék esztétikus formája, vagy éppen a divatot, presztízszt stb. tükröző megjelenése, továbbá a könnyű és kényelmes kezelése (megtanulhatósága és alkalmazhatósága), a termék biztonsága, környezetbarát jellege stb.

Az ipari formatervezés (design) és ergonómia "közös metszete"-ként létrejött tehát az ergonómia újabb ága, a *termékergonómia*, amely ezeknek a szempontoknak az érvényesítésére törekszik a termék teljes életciklusán keresztül, a fejlesztési ötlet felvetődésétől, a termék megvalósításán és piaci bevezetésén át, egészen a már elhasználdott termék újrahasznosításig.

Magyarországon valójában ez az évtized az ergonómia fellendülésének időszaka. Miután nálunk - több európai országhoz hasonlóan - az ergonómia alkalmazását és elterjesztését alapvetően a munkapszichológusok kezdeményezték, akikhez az üzemegészségügyben dolgozó néhány orvos, illetőleg még egy-két más szakma képviselője is csatlakozott, mindez az ergonómia fejlődésére és alkalmazására is erősen rányomta a bélyegét. A nagyvállalatoknál már a hatvanas évek második felétől megalakított és addig jobbra csak alkalmasságvizsgálatokkal foglalkozó munkapszichológiai laboratóriumok tevékenységi profilja az ergonómiával is kibővült. A fejlődésnek azonban erős korlátja az a tény, hogy ezekből az egységekből hiányzik a multidiszciplináris megközelítést biztosító szakmai összetétel. Különösen a mérnökök részvétele hiányzik a szakmából, ami egyben azt is jelenti, hogy hazai viszonylatban érdemben nem beszélhetünk az ergonómiának a *tervezésben* történő (vagyis preventív jellegű) felhasználásáról. Ebben az időszakban Magyarországon a munkapszichológiát és az ergonómiát lényegében szinonimaként értelmezik és használják.

A fejlődés biztató jelei azonban látszanak: 1971-ben megrendezik az első hazai ergonómiai tudományos konferenciát, 1976-tól a Budapesti Műszaki Egyetemen megkezdődik a mérnökök ergonómiai szakirányú posztgraduális képzése, ugyanebben az évben a Magyar Szabványügyi Hivatal kiadja az első ergonómiai műszaki irányelveket.

A magyar gazdaságra ebben az időszakban még az ún. "hiánygazdaság" a jellemző, piaci körülményekről (legalábbis ebben az évtizedben) még egyáltalán nem beszélhetünk, így az ergonómia gyakorlati alkalmazása (pl. termékergonómia) iránti valóságos igény is igen kicsi, ezért a fejlettebb gazdasággal rendelkező országoktól eltérően mi nem beszélhetünk az ergonómia alkalmazását erősítő *piaci húzóerőről*. A legtöbb idehaza gyártott és korszerűnek minősített fogyasztói termék a KGST által szakosított kelet-európai piacon hamarosan *hiánycikké válik* és a design és az ergonómia hozzájárulása nélkül is kelendő, hiszen nincs választék, nincs piaci verseny. Nálunk ezért az ergonómia elterjesztésében és fejlesztésében a

húzóerő helyett a *tolóerő* hat, azaz az ergonómia fejlesztésében főleg a központi irányelvek és a minisztériumok és más központi szervek (pl. a Szakszervezetek Országos Tanácsa és néhány ágazati szakszervezet) összességében is szerény mértékű támogatásai érvényesülnek. Az ergonómia munkahelyi alkalmazása (rendszerergonómia) beépül a vállalati és központi tervekbe, rendszerint a munkavédelemmel és/vagy a személyzeti-szociális kérdésekkel foglalkozó fejezetekbe. Néhány kísérlettől eltekintve, ebben az időszakban hazánkban azonban még egyáltalán nem beszélhetünk a "munka világán kívüli" ergonómiáról. A tényleges politikai prioritás hiánya mellett, hiányzik ehhez a társadalom igénye és fogadókészsége, a megfelelő ideológiai alapok és a nyomatékos deklaráció ellenére is ("Legfőbb érték az ember!").

2.1.5. Nyolcvanas évek: biztonság és ergonómia; számítógép és ergonómia

Ebben az évtizedben, a világ gazdaságilag és társadalmilag fejlettebb országaiban az ergonómia alkalmazása - több tényező együttes hatásának eredményeként - nagyon széleskörűvé válik, és *integrálódik a tudományba, az innovációs folyamatokba és a fogyasztói/jóléti társadalomba*. Ennek az integrációnak az egyik tükrözője az, hogy az évtized végére ezekben az országokban az "ergonómia" lényegében *köznyelvi fogalom*má válik.

A hatások közül - amelyek az ergonómia (human factors) fontos szerepére ráirányították a világ közvéleményének a figyelmét - az egyik drámai jellegű. Nevezetesen az egész világot megrázó katasztrófák sorozata, amely 1979-ben a Three Mile Island atomerőben történt súlyos balesettel kezdődött és folytatódott 1984-ben az indiai Bhopal vegyi kombinátjában bekövetkezett robbanással és az azt követő tömeges mérgezéssel, amely több mint 3500 halálos áldozatot követelt és mintegy 200.000 lakos szenvedett súlyos sérülést. Ezt követte 1986-ban az Ukrajnában működő csernobili atomerőmű egyik blokkjának szinte máig is felmérhetetlen következményekkel járó felrobbanása, továbbá még ebben az évben a biztonságosnak hitt amerikai űrjármű - a "Challenger" - tragikus balesete és 1987-ben a "Herald of Free Enterprise" komphajó ugyancsak sok áldozatot követelő katasztrófája, hogy csak a világ közvéleményét leginkább megrázó eseményeket említsük. A katasztrófák okainak elemzéséből - ezen elemzések egyes részleteit a 4.4. fejezetben ismertetjük - egyértelműen kiderül, hogy egy közös ok valamennyi említett katasztrófánál szerepet játszott, nevezetesen az *emberi tényezők szerepének alulértékelése* (sőt egyes esetekben figyelmen kívül hagyása) a rendszerek tervezése és működtetése során. Ez újólág ráirányította a tervezők és üzemeltetők (és nem kevésbé a biztosító társaságok) figyelmét az ergonómiai szemlélet fontosságára, és jelentős hatást gyakorolt az ergonómia - különösen az emberi információ-feldolgozás és megbízhatóság kérdéseivel foglalkozó *kognitív ergonómia* - további fejlesztésére, valamint a szakterület integrálására a bonyolult rendszerek és veszélyes technológiák tervezési, ellenőrzési, karbantartási stb. folyamataiba.

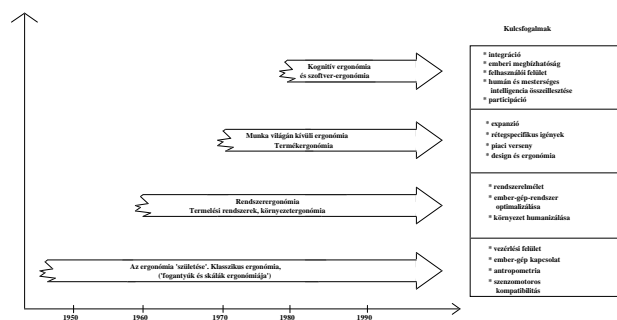
Egy másik nagyon jelentős hatás az ergonómia alkalmazásának széleskörűvé válására, a *komputerizáció* megfőkezhetetlen áradata és ezen belül is a személyi számítógépek alkalmazásának tömegessé válása volt. Még az ergonómia fogalmát nem ismerő, a számítógép alkalmazásban is meglehetősen járatlan "laikus" (vagy inkább "tipikus") számítógép felhasználó is, a gép és a program kezelése során azonnal érzékeli az ergonómiai megoldások érvényesítésének pozitív hatását, de különösen a *hiányát*, mind a hardver, mind pedig a szoftver kialakításában. A számítógépek és a szoftverek hatalmas piaci versenyében a győzelmet (és a profitot) hosszabb távon egyértelműen a "felhasználó barát" (*user friendly*) megoldásokat alkalmazó termékek, illetve gyártók és forgalmazók viszik el. Ez hívta életre a kognitív ergonómia egyik sajátos felhasználási területét és alkalmazási formáját, a *szoftver-ergonómiát*.

A kognitív ergonómia és ezen belül különösen a szoftver-ergonómia lényegében magasabb szinten történő visszatérés a "klasszikus ergonómia" által képviselt nézőponthoz. Nevezetesen, a szoftver-ergonómia is egy *interfész-probléma* megoldására vállalkozik, akárcsak korai elődje a "fogantyúk és skálák ergonómiája", azonban az ember-gép "összeillesztés" (kompatibilitás) problémáját most elsődlegesen *nem szenzomotoros*, hanem *kognitív* szinten kell megvalósítani. Más szavakkal, az ergonómia alkalmazásának kezdeti időszakában (gondoljunk pl. egy jármű vezetőfülkéjére) az emberi testméreteket, érzékelési- és mozgás-tartományokat, erő kifejtést stb. kellett összehangolni a vezérlőfülkében kialakítandó és elhelyezendő műszerekkel, beavatkozó és vezérlő szervekkel, és kialakítani az ergonómiai követelményeknek megfelelő *vezérlési felületet*, azaz interfészt. Az ember-számítógép kapcsolat (felhasználói interfész) ergonómiai megtervezésekor viszont az emberi gondolkodás és problémamegoldás - vagyis a *humán intelligencia* - és a számítógépi programban testet öltött *mesterséges intelligencia* közötti kompatibilitás megteremtése a fő cél. Miután e feladatra a csupán pszichológiai végzettséggel rendelkezők közül csak kevesen mernek vállalkozni, a szoftver-ergonómiával hivatásszerűen foglalkozó matematikus, informatikus és számítógépes szakemberek nagy száma, egészséges "vérfrissítést" jelent az ergonómiát művelők egyre szélesebb táborában.

Az információs technológiák elterjedése és a szoftver-ergonómia megjelenése az ergonómia metodológiájában is jelentős változást eredményezett. Az ergonómia hagyományos megközelítése alapvetően ún. "*top-down*" szemléletű (azaz felülről lefelé irányuló). Kissé leegyszerűsítve, az ilyen helyzet a következő: Az ergonómiai szakértő, az általa végzett elemzések tapasztalatai, valamint szaktudása és a szabványokban, vagy adatbázisokban lévő emberi alapadatok birtokában *egyedül*, az *érintett személyek érdemi bevonása nélkül* hozza meg döntését, alakítja ki az (általa jónak vélt) megoldást. A szoftver-ergonómiában ez az út nem járható. Ugyanis itt értelmezhetetlen az ún. szabványosított adatokkal jellemezhető átlag-felhasználó. A számítógépes alkalmazások tömegessé válásával, amelynek csupán egy kisebb része korlátozódik a munkavégzésre, legkülönbözőbb sajátosságokkal jellemezhető felhasználói csoportok (gyakran egyének) számára kell az ergonómiailag kedvező megoldásokat megtalálni és ténylegesen is megvalósítani a felhasználói felület ("*user interface*") kialakításánál. Ez csak az előbbieknél sokkal demokratikusabb, ún. "*bottom-up*" (alulról felfelé irányuló) szemlélet következetes érvényesítésével valósítható meg. Ami viszont gyakorlatilag azzal a következménnyel jár, hogy a potenciális felhasználókat *be kell vonni* a fejlesztés folyamatába, és a fejlesztés eredményének menet közbeni tesztelésével (*early prototyping*), valamint a felhasználói interfész végleges formájának általuk történő értékelésével. A fejlesztők és a leendő felhasználók folyamatos kommunikációja azonban rendszerint mindkét partner számára szokatlan és többlet erőfeszítést jelent, ezért a menedzsment feladata (lenne) az említett interakciós kapcsolat megfelelő szervezeti feltételeinek és kereteinek biztosítása. Szerencsére egyre több helyen ismerik fel azt, hogy a fejlesztés végső sikerének titka, de egyben *alapfeltétele* is, a fentiekben vázolt *participáció* (vagyis a későbbi felhasználók - vagy képviselőik - érdemi bevonása a szoftver fejlesztési folyamatába).

A tömegkommunikáció fejlődése, az újabb és újabb alkalmazási lehetőségek (a multimédia, a telekonferencia és a számítógéppel támogatott csoportos munka, a távmunka stb.) elsősorban az ergonómiai és különösen a pszichológiai kutatások számára jelent kihívást. Ugyanis egyre jellemzőbb az, hogy az említett területeken már nem a technikai megoldások, hanem az emberi fogadókészség, a szervezeti ellenállás stb. jelenti az alkalmazás "szűk keresztmetszetét".

Az ergonómia fejlődésének vázlatos áttekintését - az egyes 'áramlatokat" leginkább jellemző kulcsfogalmak feltüntetésével - a 7. sz. ábrán foglaltuk össze. Amint az ábra is jelzi, az egyes irányzatok együttesen jellemzik az ergonómia mai gyakorlatát.



3. sz. ábra
Az ergonómia fejlődésének vázlata

7. ábra

A magyarországi helyzetre a fentiekben leírtak csak korlátozottan érvényesek. Ez részben összefügg hazánkban a nyugati piacgazdaságokhoz viszonyított elmaradottabb helyzetével, részben pedig az ország nyolcvanas években kezdődő gazdasági, majd politikai válságával, ami az ergonómia üzemi, vállalati alkalmazását is jelentősen visszavetette. Ugyanakkor megjelentek és az évtized végére már jelentősen elszaporodtak Magyarországon (is) az ergonómiai profilt is felvállaló önálló tanácsadó irodák, magánvállalkozások. E helyzetképről a közelmúltban különböző elemzések jelentek meg, ezért ehelyütt nem foglalkozunk részletesebben e kérdéssel.

2.1.6. Kilencvenes évek: fejlődési trendek és távlatok

Az elmúlt évek ezirányú tapasztalatait vizsgálva és trendként előre vetítve úgy tűnik, hogy az ergonómia fejlődésére a 90-es évtizedben alapvetően a társadalmi-gazdasági szükségletekhez való minél jobb alkalmazkodás igénye és ebből fakadóan a további *diverzifikálódás* nyomja rá a bélyegét. Áttekintve az utóbbi években megjelent jelentősebb ergonómiai szakkönyveket, vagy átlapozva a ma már "klasszikusnak" tekinthető ergonómiai kézikönyv (az ergonómia meghatározásánál már hivatkozott SANDERS & MCCORMICK (1993) legújabb - kibővített és átdolgozott - kiadását), jól kitapinthatók a szakma fejlődésének újabb irányzatai, tendenciái. A fejlett piacgazdasággal rendelkező országok mai ergonómiai praxisa által is visszaigazolt főbb fejlődési tendenciák a következők:

a., Súlypont áthelyeződés a termelési rendszerek ergonómiájáról a termékergonómiára.

E jelenség mögött - hajtóerőként - két felismerés húzódik meg. Egyfelől egyre nyilvánvalóbb az a tény, hogy az ergonómiai elvek, módszerek és alapadatok integrálása a termékfejlesztés folyamatába jelentősen növeli a fogyasztói termékek piaci versenyképességét, vagyis ha az ergonómia megfelelő szerepet kap a termék-innovációban, az közvetlenül profitot eredményezhet. Másfelől, az egyre szigorodó fogyasztóvédelmi előírások és jogi szabályozások révén - különösen az Egyesült Államok gyakorlatában - súlyos veszteség érheti a termék előállítóját és forgalmazóját, ha a termék biztonsági és/vagy ergonómiai szempontok elhanyagolása miatt betiltják az adott termék további árusítását, vagy a hatásos fogyasztói érdekvédelem eredményeként a bíróság jelentős összeggel bünteti a mulasztásban vétkeket. A fentiek miatt a termékergonómia eddig kevésbé művelt területe egyre jobban magára vonja az ergonómia kutatóinak és felhasználóinak figyelmét és napjainkban a fogyasztói termékek piaci versenye által motivált egyre fokozódó érdeklődés válik az ergonómia fejlődésének egyik legújabb mozgatórugójává.

b., A biztonsági és környezetvédelmi szempontok fokozottabb érvényesítése a termelési folyamatok/rendszerek, a munkahelyek és a termékek tervezése és kialakítása során.

Természetesen a munkabiztonság problémaköre, a dolgozók testi épségének és egészségének védelme, továbbá a munkakomfort növelése mindig is részét képezte az ún. ipari ergonómiának. Az utóbbi években azonban a korábbiakhoz képest sokkal nagyobb figyelem irányul az ember mikro- és makrokörnyezetének kölcsönhatására, valamint az ergonómia alkalmazási lehetőségeire az ember munka- és életkörülményeit károsan befolyásoló

környezeti tényezők és más veszélyes hatások elhárításában, illetve megelőzésében. Az amerikai Three Mile Island atomerőműben történt balesettől kezdődően, a 80-as években bekövetkezett és világméretű visszhangot kiváltó, hatalmas emberi és anyagi áldozatot követelő katasztrófák sora egyértelműen bizonyították, hogy a tragédia bekövetkezésének egyik közvetlen, vagy közvetett oka mindegyik esetben az emberi tényezők szerepének figyelmen kívül hagyása, elhanyagolása volt. Az említett esetek kivizsgálása rávilágított arra a tényre, hogy ha a tervezés és az üzemeltetés során az ergonómiai szempontokat nem érvényesítik és a vonatkozó ergonómiai normákat és követelményeket nem tartják be, akkor adott körülmények között ezért a vétkes mulasztásért nagyon súlyos árat kell fizetni főként azoknak, akik ebben teljesen ártatlanok.

A fentiekhez hasonló esetek megelőzése céljából, valamint a munka- és környezeti biztonság iránti egyre fokozódó és szélesedő társadalmi nyomás következtében az utóbbi években már érzékelhetően megnőtt az 'emberi tényező' és az ergonómia súlya, szerepe, befolyása mindazon a területeken, amelyek kapcsolatosak a munka- és környezetvédelem, illetve biztonság és emberi megbízhatóság komplex problémakörével. Mindez egyaránt jelentkezik a tervezés, az üzemeltetés a jogi szabályozás, a szervezetfejlesztés, a képzés területén, vagy az utóbbi időszakban előszeretettel használt kissé divatos kifejezésekkel élve, a 'biztonsági kultúra' (*safety culture*) fejlesztésében.

c., A speciális-, vagy rétegigények fokozottabb figyelembe vétele és érvényesítése a tervezés során.

Napjaink ergonómiai gyakorlatát egyre jobban jellemzi az a törekvés, hogy a tervezés, egy adott felhasználó/fogyasztó/kliens réteg vagy csoport speciális igényeinek kielégítésére irányuljon, egyre inkább háttérbe szorítva az átlag-központú megközelítést, vagy a felhasználók széles (5-95%) tartományára tervező szemléletet. Természetesen ez a megközelítés feltételezi azt, hogy rendelkezésre álljanak a kellően differenciált - azaz egy-egy felhasználói/fogyasztói csoportra orientált - igényfelmérések és preferenciák, valamint az ugyancsak hasonló részletezettségű ergonómiai adatbázisok. Ez utóbbiak nyilvánvaló hiánya, vagy legalábbis elégtelen volta serkentőleg hat napjaink ergonómiai kutatásaira is.

d., A felhasználók növekvő arányú közvetlen részvétele az ergonómiai tervezés és értékelés folyamatában.

Egyre általánosabbá és elfogadottabbá válik az a felismerés, hogy számos új keletű ergonómiai probléma-területen nem vezet eredményre a szakértők által tradicionálisan alkalmazott ún. 'top-down' (felülről lefelé irányuló) problémakezelés, hanem helyette az alkalmazók/felhasználók érdemi bevonásán (participációján) alapuló, - fáradságosabb, de célravezetőbb - alulról felfelé építkező ún. 'bottom-up' szemléletet kell alkalmazni.

A legkézenfekvőbb példa erre a talán a szoftver-ergonómia területe ahol az ún. 'felhasználói felület' (*user interface*) ergonómiai tervezése és minősítése nem lehet igazán sikeres a leendő felhasználók aktív közreműködése nélkül, vagyis anélkül, hogy tesztelnék a fejlesztés koncepcióját és a szoftverfejlesztők által kialakított felhasználói felület prototípusait a fejlesztés különböző fázisaiban. A felhasználói tesztelés során nyert információk nélkülözhetetlenek, azonban a rutinszerűen alkalmazható módszerek hiánya miatt kétségtelenül nem könnyű a leendő felhasználók megnyerésével és közreműködésével hozzájutni a megbízható és a tervezésben hasznosítható információkhoz. E probléma

feloldása *paradigma-váltást feltételez a jelenlegi ergonómiai gyakorlatban és ezzel kapcsolatban sürgető igényként vet fel megoldandó módszertani és képzési feladatokat az elméleti szakemberek számára.*

e., A számítógépesítés lefékezhetetlen áradata magával sodorja az ergonómiát is; népszerűsíti, valamint újabb és újabb igényeket támaszt mind a kutatás, mind pedig az ergonómia alkalmazása iránt.

Az egyre növekvő és az élet szinte minden területére kiterjedő számítógép-alkalmazás megítélésünk szerint elsősorban az alábbi három területen hat az ergonómia fejlődésére:

- A személyi számítógépek tömeges megjelenése a piacon a társadalom számára népszerűsíti és széles körben bevezeti az ergonómia fogalmát (magát a kifejezést is, illetve az ahhoz tapadó - többé-kevésbé leegyszerűsített jelentés-tartalmat).
- A napi számítógép (hardver és szoftver) használat a felhasználók nagyon széles körében nyilvánvalóvá teszi a ma még meglévő ergonómiai hiányosságokat és ugyanakkor demonstrálja az ergonómia alkalmazásának célszerűségét és szükségességét.
- A számítógépet rendkívül hatásos eszközként és sokoldalúan lehet felhasználni az ergonómiai modellezés az ergonómiai tárgyú kutatás, -tervezés és minősítés területén. A számítógép alkalmazása az ergonómiai ismeretek terjesztésében is nagyon hasznos és sokoldalú segítséget nyújthat, ami közvetve hozzájárul az ergonómia fejlődéséhez.

f., A műszaki szakképzettséggel rendelkezők növekvő érdeklődése és részvétele az ergonómiai tevékenységben.

A pszichológusok korábbi nagyon erős dominanciája az ergonómia területén csökkenőben van. Ezzel egyidejűleg a mérnöki végzettséggel rendelkezők aránya és ezen keresztül a szakma fejlődésére gyakorolt hatása is számottevően megnőtt. A mérnökök aránya például öt év alatt az amerikai Human Factors/Ergonomics Society-ben 14,5%-ról 19,1%-ra nőtt, miközben a más végzettségűek (pl.: közgazdasági, jogi, tanári stb.) aránya a társaságon belül lényegében változatlan maradt.

Európa számos országában is hasonló jelenség figyelhető meg, ami semmi esetre sem meglepő, figyelembe véve az előzőekben vázolt fejlődési tendenciákat és az ergonómia alkalmazása és kutatása iránti új kihívásokat.

2.2. Az ergonómia mai feladatai: szociotechnikai rendszerek elemzése és fejlesztése

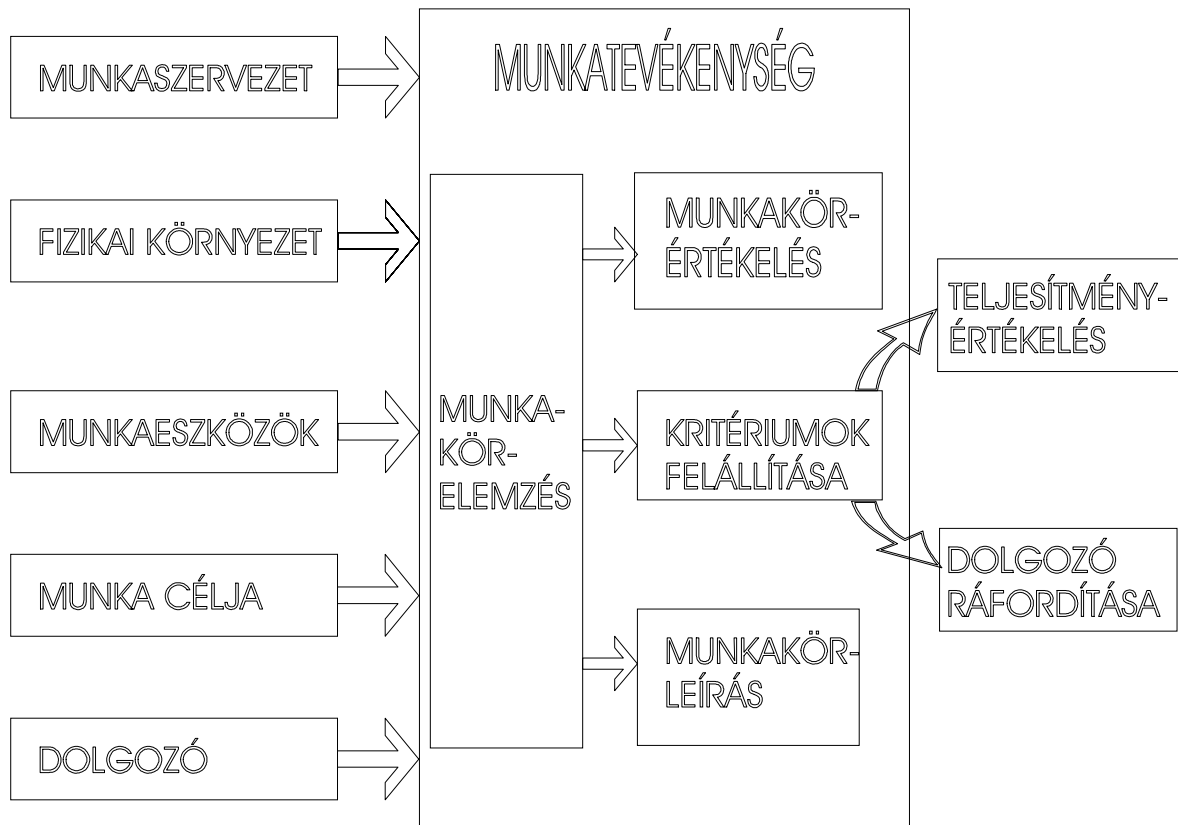
2.2.1. A szociotechnikai rendszerek ergonómiai elemzésének modellje

Amint arra már utaltunk, azokat az ember-gép rendszereket nevezzük szociotechnikai rendszereknek, amelyekben az ember-gép kölcsönhatások mellett az ember-ember kapcsolatoknak is meghatározó jelentősége van az egész rendszer hatékonysága szempontjából.

Egyes esetekben - ismét csak az elemzés céljától függően - célszerű lehet olyan egészen komplex rendszereket is szociotechnikai rendszereknek tekinteni, mint egy villamosenergia-elosztó hálózat, egy város rendőrsége, egy hadgyakorlat egésze vagy egy teljes nagyvállalat.

Mivel az ergonómia történetileg a munka világában alakult ki, az általa vizsgált ember-gép, illetve szociotechnikai rendszerek kezdetben a munkavégző embert

állították ezen rendszerek középpontjába, illetve teszik ezt nagyrészt még napjainkban is. A 8. ábrán a szociotechnikai rendszerek elemzésének általunk javasolt modellje látható. A modell középső - "Munkatevékenység" című - blokkját LANDY (1989) könyvéből vettük át.



8. ábra

A szociotechnikai rendszerek ergonómiai elemzésének modellje

A 8. ábra azt fejezi ki, hogy a munkatevékenység legfontosabb meghatározói a "Munkaszervezet", a "Fizikai környezet", a "Munkaeszközök", a "Munka célja" és maga a "Dolgozó". A felsorolás sorrendje nem jelöl fontossági sorrendet: az ergonómia szemléletéből következően az elemzés fókuszában mindig az ember - itt most a "Dolgozó" - van, a többi meghatározó viszonylagos jelentőségét pedig a konkrét elemzett rendszer sajátosságai és az elemzés célja határozzák meg. Az ember kitüntetett szerepe indokolta, hogy az előbbieken az ember "kognitív alrendszerét" - az emberi információfeldolgozó rendszer modelljét - már ismertettük.

A munkatevékenység *tevékenység-elemzés (activity analysis)* útján ismerhető meg mélyebben, amelynek elsődleges célja legtöbbször érvényes és kölcsönösen elfogadott teljesítményértékelési kritériumok felállítása. Ezek a kritériumok általában csak viszonylag jelentős munka és idő ráfordításokkal állapíthatók meg, és többnyire csak az adott helyen és az adott időben - "itt és most" - érvényesek.

Ha azonban sikerül ilyen kritériumokat felállítani, akkor azok segítségével

(1) a dolgozók vonatkozásában

- validálhatók (érvényesíthetők) a különböző teljesítmény-előrejelző tesztek (az ún. "prediktor" változók)
- a validált tesztek birtokában munkaerő kiválasztási szabályok állapíthatók meg
- lehetővé válik a teljesítmény-arányos bérezés

- a kiképzési és betanítási igények a teljesítmények alapján állapíthatók meg
 - az alkalmazottak motivációja és elégedettsége a teljesítmény tükrében ítéltető meg
 - korrekt és gyors visszajelzés adható a dolgozónak a teljesítményéről,
- (2) a munka célja, a fizikai környezet és a munkaszervezet vonatkozásában
- objektív módon megítélhető a változtatások, módosítások és átszervezések hatásai,
- (3) a munkaeszközök vonatkozásában pedig
- egzakt módon megítélhető új - vagy új fejlesztésű - munkaeszközök alkalmassága.
- Az utolsóként említett lehetőség termékergonómiai szempontból kiemelkedő jelentőségű.

A tevékenység-elemzés - a 8. ábrának megfelelően - "Munkakör-elemzéssel" kezdődik. Ennek az a célja, hogy a munkakör kritikus elemeit, elsősorban az egyes műveletek fontosságát és gyakoriságát, feltárja.

A *munkakör-elemzés (job analysis)* szokásos módszerei a következők:

(1) interjúk, (2) kérdőívek és "*check-list*"-ek, (3) megfigyelés (közvetlenül vagy videotechnika segítségével), (4) részvétel és (5) szakértői ítéletek.

A felsorolt módszerek alkalmazása természetesen megfelelő tapasztalatokat és módszertani felkészültséget igényel.

A *munkakör-értékelés (job evaluation, job classification)* célja az adott munkakör más munkakörökhöz viszonyított "értékének" megállapítása elsősorban reális és ösztönző bérkategóriák képzése céljából. A munkakör-értékelés filozófiája lehet piaci (eszerint az a munkakör az "értékesebb", amelyiknek az ellátására kevés alkalmas jelölt található a munkaerőpiacon) vagy képzettségen alapuló (eszerint az a munkakör az "értékesebb", amelyiknek az ellátására magasabban képzett jelöltek szükségesek).

A *munkakör-leírás (job description)* célja az adott munkakör főbb jellemzőinek szöveges leírása dokumentációs és munkaerő-toborzási célokra.

A *kritériumok felállítása (criterion development)* szorosan összekapcsolódik a *teljesítmény-értékeléssel (performance appraisal, performance evaluation)* és a tevékenység-elemzés fontos lépéseit képezik. Legfontosabb módszereik:

- objektív teljesítmény-adatok felhasználása (*objective production data*)
- személyügyi adatok felhasználása (*personnel data*)
- "munkaminta tesztek" (*hands-on performance*) alkalmazása
- többszörös kritériumok (*multiple criteria*) és összetett kritériumok (*composite criteria*) konstruálása
- szakértői ítéletek felhasználása (*expert judgements*).

A munkakör-elemzés (feladat-elemzés) módszereit az 2.2.2., a teljesítmény-értékelés (eredményesség-értékelés) módszereit pedig az 2.2.3. fejezetben tekintjük át kissé részletesebben.

Mivel az ergonómiai elvek gyakorlati érvényesítése azt jelenti, hogy a különböző eszközök, technológiák hatékony alkalmazásának feltételeit úgy kell kialakítani, hogy az azokkal kapcsolatba kerülő emberek egészségi, biológiai, pszichológiai és szociális érdekei, igényei is minél jobban érvényesüljenek, a teljesítmény-értékelés mellett arról is tájékozódni kell, hogy az adott teljesítményt a dolgozó milyen ráfordításokkal tudta elérni. Az emberi teljesítmény (*human performance, effectivity*) és az emberi ráfordítás (*human cost*) viszonyát ergonómiai *hatékonyságnak (efficiency)* nevezzük. A hatékony ergonómiai szempontú munkahely- és munkakörnyezet kialakítás az emberi erőforrás gazdaságos felhasználásával egyidejűleg kell, hogy biztosítsa az

egészséges, komfortos munkavégzés feltételeit és a jó közérzetet. A hatékonyság megítéléséhez tehát szükség van a dolgozó ráfordításának mérésére is.

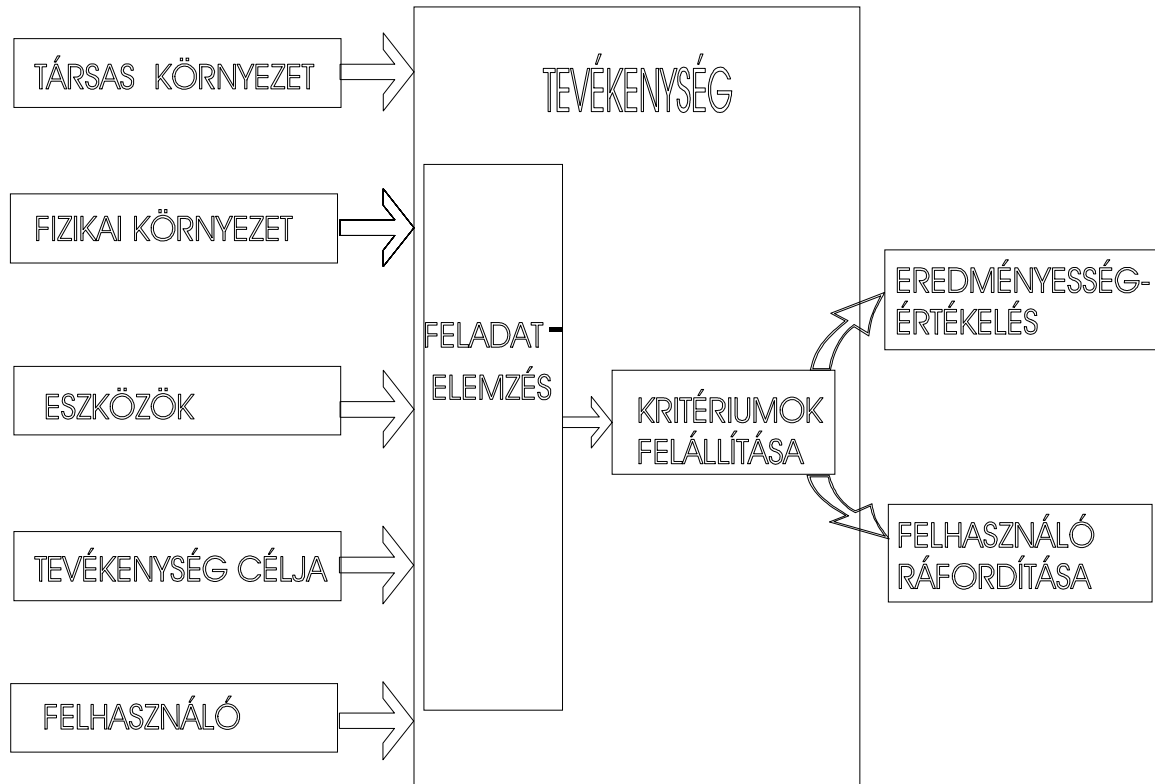
A *dolgozó ráfordítása (human cost)* a tevékenység típusától függően számos módszerrel mérhető. A fizikai munkák esetére viszonylag egzakt fiziológiai módszereket dolgoztak ki (pl. energia-forgalom, szív és légzésfrekvencia, oxigén-igény, vérnyomás, perctérfogat stb.), ezekkel azonban nem foglalkozunk, mert célunk nem a fizikai munkatevékenységek tanulmányozása. A korszerű ipar, mindenek előtt az új információs technológiák alkalmazása révén, ugyanis olyan irányban fejlődik, hogy a legtöbb munkahelyen jelentősen nő a dolgozók szellemi - mentális - megterhelése, miközben radikálisan csökken a fizikai erőkifejtést igénylő műveletek aránya. A mentális igénybevétel mérésére is megjelent újabban néhány tudományosan is jól megalapozottnak tekinthető módszer, de természetesen nem nélkülözhetők a különböző önbeszámolók és egyéb szubjektív módszerek sem. A jelenleg használatos legfontosabb módszer-családok a következők:

(1) teljesítmény-mérésen alapuló módszerek, (2) szubjektív skálázáson alapuló módszerek,

(3) megfigyelésen alapuló módszerek, (4) pszichofizikai módszerek, (5) pszichofiziológiai módszerek.

A mentális igénybevételhez kapcsolódó legfontosabb fogalmakat és az előbbieken felsorolt módszereket kissé részletesebben a 2.2.5. fejezetben ismertetjük.

A 8. ábra szerinti modellünk munkatevékenységre vonatkozik, a fejlett társadalmakban azonban az ergonómiai szemlélet érvényesítése már nem csupán a munka világára jellemző, hanem az élet sok más területére is. Az ergonómiai megfontolásoknak és megoldásoknak érvényesülni kell a lakás - különösképpen a konyha és a fürdőszoba - kialakításában, a háztartási munkákat támogató eszközök konstrukciójában, az iskolában, a közlekedésben, a sportolásban, a barkácsolásban és az egyéb szabadidős és "hobby" tevékenységek széles skáláján is. Ennek megfelelően a 8. ábrán közölt modellt célszerű egyrészt általánosítani és ennek megfelelően egyes fogalmakat módosítani, másrészt egyszerűsíteni és ennek megfelelően a kizárólag munkatevékenység esetén értelmes munkakör-értékelés és munkakör-leírás blokkokat kihagyni. A 9. ábra ezt az általánosított modellt mutatja be.



9. ábra

A tevékenység-elemzés általánosított modellje

Ebben az általánosított modellben a "dolgozó" helyett már az általánosabb *felhasználó* kifejezés szerepel, a munkakör-elemzés helyére a *feladat-elemzés*, a teljesítmény-értékelés helyére pedig az *eredményesség-értékelés* került. Az eredményesség értékelésébe célszerű beleérteni a tevékenység biztonságának az értékelését is, mivel átmenetileg, rövid távon talán lehetséges a biztonság rovására fokozni az eredményességet, de hosszabb távon csak a biztonságos szociotechnikai rendszer lehet eredményes.

Az elemzések filozófiájaként szolgáló 8., illetve 9. ábra szerinti modell a "leggyengébb emberi láncszem keresésének" elvéként is megfogalmazható. Ennek az elvnek az alkalmazása azt jelenti, hogy az emberek tevékenységét az időben folytonosan változó jellegű és nehézségű követelményeknek való megfelelés szempontjából vizsgáljuk.

Ha adott a "Tevékenység célja", akkor azt, hogy a "Felhasználó" eredményessége szempontjából a "Társas környezet", a "Fizikai környezet" és az "Eszközök" közül egy adott konkrét helyzetben éppen melyik lesz kiemelt jelentőségű az összes körülmények együttesen határozzák meg. Ha például egy konkrét szituációban az éppen érvényes követelményeknek a "Felhasználó" akár a csoport-tevékenység hiányosságai miatt ("Társas környezet"), akár a kellemetlen mikroklíma ("Fizikai környezet"), akár a használt eszközök nem kielégítő ergonómiai színvonala következtében ("Eszközök") nem képes megfelelni, akkor ezt felfoghatjuk úgy, hogy az időben egymás után következő egyes lépések során egy olyan helyzethez érkezett el, amelyet nem képes maradéktalanul megoldani: ez a "leggyengébb láncszem" ekkor mintegy elszakad és eredménytelen (vagy csak kevésbé eredményes) lesz a helyzet

kezelése. Az ilyen "leggyengébb láncszemeknek" a - tevékenység-elemzés útján történő - feltárása azért rendkívül nagy jelentőségű, mert ezeken a pontokon beavatkozva javítható a legnagyobb sikerrel az egész szociotechnikai rendszer hatékonysága. Tevékenység-elemzés és az azt követő helyes - a "leggyengébb láncszemknél" történő - beavatkozások hiányában az adott tényezők előbb vagy utóbb nagy valószínűséggel eredményesség-, illetve biztonság-meghatározókká válnak, ugyanakkor más pontokon beavatkozva - még akkor is ha valóban létező hiányosságokat számolunk fel - jelentős ráfordításokkal sem emelhető lényegesen az eredményesség és/vagy biztonság, mert a beavatkozással megerősített terület már a beavatkozás előtt is viszonylag erős volt és így nem is volt jelentős esély arra, hogy eredményesség- és/vagy biztonság-meghatározóvá váljon.

Egyszerű termékergonómiai példával élve, ha egy bizonyos kéziszerszámról kiderült, hogy néhány olyan műveletre csak nehézkesen használható, amelyek elvégzésére pedig az adott tevékenység végzése során viszonylag gyakran szükség van, akkor a felhasználó és a kéziszerszám interakciója egy "gyenge láncszemet" képvisel. Ebben az esetben bejósolható, hogy amennyiben nem történik helyes beavatkozás - pl. a szerszám módosítása vagy új szerszám biztosítása - a szerszám használatára visszavezethetően az eredményesség alatta marad az egyébként elvárhatónak és esetleg még baleset is bekövetkezik.

A feladat-elemzési és eredményesség-értékelési módszereket elsősorban LANDY (1989) nyomán, a tevékenység végzője (a dolgozó vagy a felhasználó) ráfordításainak mérésére alkalmas módszereket pedig elsősorban MORAY (1977) valamint HANCOCK és MESHKATI (1988) nyomán a következő fejezetekben kissé részletesebben is áttekintjük. Mivel a teljesítmény (eredmény) és az emberi ráfordítás viszonyát neveztük ergonómiai hatékonyságnak, a *hatékonyság-elemzés* az eredményesség-értékelés és a dolgozó - vagy a felhasználó - ráfordításainak mérése után végezhető el azok eredményeinek összevetése útján.

2.2.2. A feladat-elemzés módszerei

2.2.2.1. Interjúk

Az egyik legegyszerűbb és leggyakrabban használt módszer. Az elemzést végző személynek a rendelkezésre álló információkból előzetesen tájékozódni kell az adott tevékenység egészéről és a lehetőség szerint a feladat részleteiről is. Ezután kerül sor az adott tevékenységet végző személyek kikérdezésére, a tulajdonképpeni interjúra. Az interjú többnyire strukturálatlan, azaz nincs minden kérdés minden részletében előre rögzítve, de indokolt esetben - pl. ha nagy számú interjú eredményét azonos formális módon kell feldolgozni - lehet strukturált is.

Az interjú kiterjedhet olyan személyekre is, akik nem maguk végzik az adott tevékenységet, de azzal valamilyen módon kapcsolatban vannak. Például adott munkakört ellátó személyek mellett a munkahelyi vezetők, sportolók mellett az edzők, orvosok mellett a betegek megkérdezése is indokolt és hasznos lehet.

Az interjú célja igen sokféle lehet, de általában ajánlott a tevékenység (feladat) két fő dimenzióját körüljárni: az egyes végzendő műveletek fontosságának és gyakoriságának kérdését.

2.2.2.2. Kérdőívek és "checklist"-ek

Az érintettek megkérdezésének közvetett módját jelenti a különböző kérdőívek és "checklist"-ek alkalmazása, amelyre sor kerülhet akár az interjúk mellett, akár azok helyett. A kérdőív lehet standardizált, amelyet minden vizsgált tevékenység esetében azonos formában és módon kell alkalmazni, és lehet olyan, amelyet kifejezetten az adott tevékenység vizsgálatára konstruáltak. Maguk a kérdések irányulhatnak elsődlegesen a tevékenységre vagy az azt végző személyre.

A "checklist"-ek meghatározott célra tervezett, előnyomtatott válaszokat tartalmazó kérdőívek. A "checklist"-ek konkrét eldöntendő kérdésekkel szembesítik a válaszadókat. A válaszadók ismét lehetnek maguk a tevékenységet végzők, de lehetnek a terület külső szakértői is, akiktől bizonyos esetekben esetleg jobban megalapozott és objektívebb válaszok várhatók.

2.2.2.3. Megfigyelés (közvetlenül vagy videotechnika segítségével)

Az interjúk, kérdőívek és "checklist"-eknek előnyeik - egyszerűségük, olcsóságuk, rugalmasságuk - mellett hátrányaik is vannak. Egy ilyen hátrány például az, hogy munkaszituációban a dolgozók gyakran arról számolnak be, hogy az adott tevékenységet a helyi elvárások és előírások szerint hogyan kellene végezni, és nem arról, hogy ténylegesen hogyan végzik. Másik jelentős korlátja az egyszerű beszámoltatásnak az, hogy egy adott tevékenységet jól begyakorlottan végző személy általában nincsen tudatában tevékenysége részleteinek és ezért azokról be sem tud számolni. Próbáljuk meg például pusztán szavakkal részletesen elmondani, hogy hogyan ülünk fel egy kerékpárra vagy egy lóra, illetve hogyan fűzzük be a cipőfűzőnket.

Ha ilyen és hasonló tevékenységekről akarunk tájékozódni, akkor a legjobb módszer a megfigyelés. A finom és gyors részletek tanulmányozásában sokat segíthetnek a videofelvételek, amelyek segítségével tetszés szerinti lassításban vagy gyorsításban tanulmányozhatjuk a tevékenységet. A sport területén ezzel a módszerrel például olyan kérdésekre lehet választ kapni, hogy melyek a teniszben egy jó leütés, a labdarúgásban egy jó beívelés vagy az ökölvívásban egy jó balhorog mozgásos komponensei.

A videotechnika igen előnyösen alkalmazható csoporttevékenységek és az azt kísérő kommunikáció elemzésére is.

2.2.2.4. Részvétel

A megfigyeléses módszereknek is vannak bizonyos korlátaik, illetve hátrányaik. Gyakran még fizikai tevékenységek esetén sem lehet a pusztán megfigyelés alapján reális képet alkotni arról, hogy azok milyen erőfeszítéseket, illetve ráfordításokat igényelnek. A szellemi tevékenység pedig a külső megfigyelő számára gyakorlatilag mindig hozzáférhetetlen.

Viszonylag egyszerű, gyorsan megtanulható tevékenységek esetén a részvétel igen eredményes módszer lehet: ilyen módon közvetlen tapasztalatok szerezhetők és az elemzést végző mintegy belülről láthatja és a saját "bőrén érezheti" a tevékenység meghatározó jellemzőit.

A módszer korlátai is kézenfekvőek: egy utasszállító repülőgép pilótájának, vagy egy atomerőművi operátornak a tevékenysége ilyen módon nem tanulmányozható.

2.2.2.5. Szakértői ítéletek

Az adott tevékenység szakértői megfelelő módszertani felkészítés után képesek jól használható feladat-elemzést végezni. Mivel a szakértői ítéletek módszere az emberi ítéleteken alapuló értékelési módszerek szélesebb osztályába tartozik, az általános módszertani szempontokat az ezzel a témával foglalkozó 2.2.4. fejezet megfelelő részében tekintjük át.

2.2.3. Az eredményesség-értékelés módszerei

2.2.3.1. Objektív teljesítmény-adatok felhasználása

Bizonyos munkatevékenységek esetén, ahol a teljesítmény egyszerűen az elvégzett munka mennyiségének vagy minőségének a számszerű mutatóival jellemezhető, ezek a mutatók természetes módon felhasználhatók a hatékonyság értékelésére. Ilyenek például egyes alkatrészgyártási és szerelési munkahelyek, ahol az időegység alatt (pl. egy óra vagy egy műszak alatt) legyártott alkatrészek vagy összeszerelt berendezések száma önmagában - vagy a minőséget jellemző selejt-számmal együttesen - jól jellemzi a tevékenységet. A munka világán kívül is találhatók ilyen tevékenységek:

- a sportban például a megnyert versenyek, meccsek vagy bajnokságok száma (esetleg megszerzett pontok száma, helyezések, ranglista pozíciók stb.),
- a közlekedésben például a baleset nélkül vezetett kilométerek vagy évek száma,
- háztartási gépek, otthoni híradástechnikai berendezések, barkácsgépek stb. sikeres rendeltetésszerű használatával eltöltött idő (vagy elvégzett munkamennyiség, előállított produktum stb.), stb.

Fentiekkel kapcsolatban megjegyzendő, hogy professzionális sportolók vagy hivatásos gépjárművezetők esetén ezek a tevékenységek természetesen már munkának tekintendők.

Amennyiben találhatók valóban elfogadható objektív teljesítmény-adatok, két további probléma még ekkor is felmerülhet.

(1) A mérési módszer alacsony megbízhatósága, amit okozhat

- a nem megfelelően választott vonatkoztatási idő-intervallum (bizonyos munkahelyeken például a dolgozótól független okok miatt - pl. az anyagellátás vagy a megrendelések fluktuációja miatt - az egy munkanapra vonatkoztatott teljesítmény magas ingadozást mutathat, míg az egy hétre vonatkoztatott már elfogadhatóan stabil lehet), vagy
- a nem motiváló bérezési rendszer (kimutatták, hogy egyébként azonos körülmények között az időbérben dolgozók teljesítménye magasabb ingadozást mutat, mint a teljesítménybérben dolgozóké).

(2) Az automatizálás térhódításával növekszik azoknak a gyártóberendezéseknek a száma, amelyek működtetéséhez nem - vagy alig - szükséges közvetlen emberi beavatkozás, az operátor szerepe egyre inkább a felügyelet lesz. Ilyen munkahelyeken lehet ugyan jól mérhető például az egy műszak alatt előállított munkadarabok száma, de ez a mérőszám nem tud különbséget tenni a magasán szakképzett és gondosan odafigyelő munkás és szerényebben felkészült, figyelmetlenebb társa között.

A legfőbb probléma azonban természetesen az, hogy a tevékenységek igen nagy körében elfogadható objektív teljesítmény-adatok egyáltalán nem állapíthatók meg. Ez a munka területén annál inkább igaz, minél inkább szellemi munkáról és minél

magasabb beosztású emberről van szó. Míg egy fejlesztőmérnök vagy egy üzletkötő eredményességét - éppen egy gondosan elvégzett tevékenység-elemzés segítségével - többé-kevésbé még viszonylag objektíven meg lehet ítélni, addig nyilvánvalóan nem lehet például a rendőrtisztek teljesítményét az egy nap - vagy egy hét alatt - letartóztatott gyanúsítottak számával, vagy a bírók teljesítményét az egy hónap alatt letárgyalt ügyek számával mérni. Még egyébként hasonló feladatokat ellátó rendőrtisztek esetében is nyilvánvaló különbségeket okoznak például azok a kerületek, ahol dolgoznak, vagy azok a napszakok, amikor akciókra indulnak. A bírók elé kerülő ügyek jogi komplexitása vagy időigénye (pl. újabb adatok, szakvélemények beszerzésének különböző szükségessége miatt) szintén igen nagy szórást mutathat a bírótól teljesen függetlenül is. Köztisztviselők, kormányhivatalnokok, politikusok teljesítményének objektív értékelésére gyakorlatilag nincs lehetőség.

2.2.3.2. Személyügyi adatok felhasználása

Bizonyos megszorításokkal és bizonyos munkakörökben olyan személyügyi adatok is felhasználhatók, mint a hiányzások és késések száma, a korábbi munkahelyek száma, a balesetek száma, a munkáltatónak okozott kár vagy haszon nagysága, a hivatali előmenetel gyorsasága és bér vagy prémium alakulása. Ezeknek az adatoknak a felhasználása nem lehet mechanikus, gondos elemzést követően kerülhet rá sor és inkább csak más forrásból származó adatok kiegészítőiként.

2.2.3.3. "Munkaminta tesztek" (Hands-on Performance) alkalmazása

A módszer lényege abban áll, hogy a személlyel az adott tevékenység egy kis részletét (egy ún. "munkamintát") elvégeztetnek és az ennek során nyújtott teljesítményt - lehetőleg objektív módszerrel - értékelik. Az eljárás lényegében megfelel annak a korábban egyes vállalatoknál hazánkban is alkalmazott gyakorlatnak, hogy a végzős ipari tanulóknak valamilyen - a szakma legfontosabb fogásainak ismeretét feltételező - munkát kellett elkészíteniük. A szakácsok például egy ünnepi ebédet, az asztalosok pedig például egy kis szekrényt készítettek el. A teljesítmény-mérési célból alkalmazott "munkaminta tesztek" ettől csupán annyiban térnek el, hogy alkalmazásuk nem egyszeri, hanem rendszeres.

Adott munkakörökben tevékenykedő személyek tényleges hatékonyságának az értékelésére például az Egyesült Államok fegyveres erői használják a módszert: kidolgozták az ún. ASVAB (Armed Services Vocational Aptitude Battery) nevű "munkaminta-tesztbattériákat" a fegyveres erők legkülönbözőbb ágaira. Példaként említjük a harckocsi legénységek teljesítmény-mérési battériáját. Az értékelt katonának a következő feladatokat kell teljesítenie:

- (1) Bemászik a harckocsiba
- (2) Üzembe helyezi és működteti azt a hírközlő rendszert, amellyel a harckocsin kívüli gyalogsággal tarthatja a kapcsolatot
- (3) Üzembe helyezi és működteti a belső kommunikációs rendszert, amellyel a harckocsin belül a legénység többi tagjaival tarthatja a kapcsolatot
- (4) Célra állítja a tank ágyúját
- (5) Szétszedi majd ismét összerakja automata kézi fegyverét.

A módszerrel nyert teljesítmény-adatokat gyakran használják ún. prediktor (bejósoló) mutatókként is, amelyek segítségével egy bizonyos munkára jelentkező jelöltről nagy

valószínűséggel megállapítható az adott tevékenységben (munkakörben) várható eredményesség. Ezekre az alkalmazásokra példák a következők:

- egy adminisztratív munkára jelentkező jelölttel egy - az adott munkakörben tipikusnak tekinthető - levelet fogalmaztatnak és íratnak le,
- egy szoftver-céghez jelentkező programozóval egy - az adott munkakörben tipikusnak tekinthető - programot vagy programrészletet íratnak meg,
- egy új klubhoz átigazolni akaró atlétával lefuttatnak egy meghatározott távot, vagy
- egy fogorvosi karra jelentkező fiatalemberrel - egyes országokban - kézügyességi tesztet végeztetnek el, stb.

2.2.3.4. Többszörös kritériumok (Multiple Criteria) és összetett kritériumok (Composite Criteria) konstruálása

Gyakran összegyűjthetők az adott tevékenységet végző személyről olyan különböző típusú adatok, amelyek mindegyike kétségtelenül valamilyen módon jellemzi hatékonyságát, de egyik sem teljes mértékben és kizárólagosan. Így például egy dolgozó hiányzásai, selejt-arányai, termelékenysége, kezdeményezési készsége, következtetési és döntéshozási képességei vagy kommunikációs készségei mind hozzájárulhatnak az aktuális hatékonyságához, csak arra nincs semmilyen támpontunk, hogy milyen arányban. A kérdés az, hogy mit kezdjünk ezekkel az információkkal. Egyszerre csak egyet vegyünk figyelembe, vagy kombináljuk ezeket valahogyan össze?

Tekintsük a következő példát. Egy vállalat gazdasági helyzete úgy alakul, hogy kénytelen dolgozói létszámát 20 %-al csökkenteni. Mivel viszonylag fiatal vállalatról van szó, a vállalatnál eltöltött idők rövidek és kis szórást mutatnak. A személyügyi vezetők megpróbálnak az előbb felsorolt adatok (a dolgozók hiányzásai, selejt-arányai, termelékenységi mutatói, stb.), mint *többszörös kritériumok* alapján korrekt döntéseket hozni, de az eltérő jellegű adatokat nem tudják összevetni. Ezért konstruálnak egy - pl. a "dolgozó értéke a vállalat számára" névvel illelhető - *összetett kritériumot* (Y) a következő megfontolásokkal. A vezetők bizonyos mérlegelés után úgy találták, hogy az adott helyzetben a vállalat számára a legnagyobb értéket a magas minőségű termékek előállítására képes dolgozók jelentik, ehhez képest fele súllyal számít a mennyiségi termelékenység, és a mennyiségi termelékenységnek is a felét éri az újítási és kezdeményezési készség. Ezek figyelembe vételével a következő összetett kritériumot definiálták:

$$Y = (4 \times \text{minőségi mutató}) + (2 \times \text{mennyiségi mutató}) + (1 \times \text{kezdeményező készség})$$

Ezek után - feltéve természetesen, hogy rendelkezésre állnak korrekt módon megállapított mutatók a végzett munka minőségéről és mennyiségéről, valamint a dolgozók kezdeményező készségéről - a vezetés dolga már csupán az, hogy valamennyi dolgozóra kiszámítsák Y értékét és az alsó 20 %-os sávba tartozókat elbocsássák.

A nagymértékben leegyszerűsített - és ezért kissé mechnikusnak tűnő - példával csupán azt akartuk bemutatni, hogy konkrét helyzetekben gyakran szükség van, és a jövőben is szükség lesz arra, hogy valamilyen aktuális adott szempontokat figyelembe véve egyetlen mutatóval jellemezzük a dolgozók teljesítményét. LANDY (1989) véleményével megegyezően mi is úgy tartjuk, hogy célszerű a többszörös kritériumokat folyamatosan gyűjteni és eredeti formájukban külön-külön tárolni, mert szükség esetén ezekből bármikor megkonstruálhatók a legkülönbözőbb összetett kritériumok. Szükségtelen tehát véglegesen elköteleződni egy olyan összetett

kritérium (index) mellett, amely esetleg csak egy bizonyos helyzetben volt elfogadható.

2.2.3.5. Szakértői ítéletek felhasználása

A szakértői ítéletek módszere az eredményesség megítélésére is alkalmazható. Ez a módszer-család az emberi ítéleteken alapuló értékelési módszerek szélesebb osztályába tartozik, ezért az általános módszertani szempontokat - a feladat-elemzés szakértői ítéleteken alapuló módszereivel együtt - az ezzel a témával foglalkozó következő fejezet megfelelő részében tekintjük át.

2.2.4. Az emberi ítéleteken alapuló értékelési módszerek

Az ember megfelelő feltételek teljesülése esetén meglehetősen pontos és jól reprodukálható ítéletekre képes olyan területeken, ahol szakértőnek tekinthető. SVENSON (1988) áttekintése nyomán röviden vázoljuk az ezen a területen kapott fontosabb eredményeket. Kísérletileg vizsgálták a szakértők előrejelzését olyan területeken, ahol egyértelműen definiált numerikus skálán később lehetőség volt az előrejelzések pontosságának ellenőrzésére. Ilyen esetek például a következők:

- orvosi vélemény a beteg felépüléséhez szükséges kórházban töltött napok számáról,
- egyetemi felvételi bizottság véleménye a felvett hallgató várható tanulmányi eredményéről,
- tőzsdei ügynökök előrejelzése adott részvények árának alakulásáról,
- jogi szakértő véleménye egy adott vádlott várható börtönbüntetésének mértékéről,
- biztosítási szakértő értékelése adott biztosítás pénzben kifejezett kockázatáról,
- ingatlanügynök véleménye adott ingatlan lehetséges értékesítési áráról,
- gazdasági szakemberek előrejelzése adott időszakban várható infláció mértékéről (vagy más gazdasági trendekről),
- régiségekkel, műtárgyakkal, állatállományokkal, lábon álló terméssel stb. foglalkozó becslések értékítéletei, stb.

Ilyen és hasonló esetekben a kutatók változtatták a szakértők rendelkezésére álló becslési támpontok (az ún. "cue"-k) számát és azt tapasztalták, hogy a szakértők még akkor sem használtak maximum 7 ilyen támpontonál többet, ha azok rendelkezésre álltak. A több támpont rendelkezésre állásával a szakértők becslésének tényleges pontossága ugyan nem nőtt, de a döntésük (becslésük) helyességével kapcsolatos bizonyosságuk növekedett. Ezek az eredmények - pl. HOFFMAN és BLANCHARD (1967), OSKAMP (1965), MAGNUSSON és HEFFLER (1969) - más szavakkal azt jelentik, hogy az emberek szeretnek több információ alapján dönteni és ilyenkor biztosabbak lesznek döntésük helyességében, bár a döntés tényleges pontosságát a 2-7 támpont fölött kapott további támpontok már nem befolyásolják. Feltételezhető, hogy ez a maximálisan 7 tétel terjedelmű tartomány összefügg az emberi STM 1.2.2. fejezetben megismert 7 ± 2 kognitív séma terjedelmű korlátjával.

Ugyanakkor szisztematikus gyakoroltatással és informatív visszajelzések biztosításával a szakértők megtaníthatók arra, hogy az előbbieken említetteknél több döntési támpontot használjanak érdemben fel és így jelentősen javítsák ítéleteik minőségét. Ezt lóverseny-fogadókkal, időjárás-előrejelzést adó meteorológusokkal és állatállományok értékének becslésével foglalkozó ügynökökkel végzett vizsgálatok - pl. MURPHY és WINKLER (1977), SHANTEAU (1987), ABELSON és LEVI (1985) - igazolták.

SHANTEAU (1987) azt is megállapítja, hogy az igazi szakértővé váláshoz általában - a "mester jelölt" és "nagy-mester" fokozatokkal kapcsolatban az 1.2.2. fejezetben leírtakkal összhangban - tíz évet jóval meghaladó idejű intenzív gyakorlásra van szükség. Ez a hosszú gyakorlati idő azonban csupán a szükséges feltétel, ami nem feltétlenül elégséges is egyben. Nem mindenki válhat ugyanis igazi szakértővé valamilyen területen, ehhez bizonyos személyiségvonásokra is szükség van, amelyek tanulással gyakorlatilag nem fejleszthetők. Az igazi szakértők megfelelő módszertani feltételek mellett rendkívül pontos ítéletekre képesek.

Két egyformán jó szakértő véleménye azonban már nem feltétlenül egyezik meg ugyanarról a dologról, mert bizonyos torzítások működhetnek. Így például lehet, hogy az egyik kissé szigorúbban, a másik pedig kissé enyhébben osztályoz, vagy eltérő szempontokat tartanak fontosnak, esetleg valamilyen - nem feltétlenül tudatos - előítélet hatása is érvényesülhet, miközben önmagához képest mindkettő tökéletesen következetes lehet. Jó példa erre az, hogy ugyanazt a dolgot két egyaránt alapos és lelkiismeretes tanár esetleg némileg másként értékelheti.

Tulajdonképpen meglepően sok helyzetben alkalmazunk "szakértői" ítéleteket valamennyien a hétköznapi életben is. Néhány példa:

- egy éttermi ebéd után megállapítjuk, hogy a fogások "kitűnőek", "jók" vagy csupán "elfogadhatók" voltak,
- ha először voltunk az adott étteremben, többnyire az étterem szolgáltatásainak egészét is minősítjük (pl. "kiváló hely", "elég jó hely", stb., vagy "jobb, mint X étterem", "rosszabb, mint Y étterem", "kb. olyan, mint Z étterem"),
- egy sportesemény megtekintése után véleményt formálunk a játék minőségéről,
- egy film vagy egy színházi előadás után is többnyire minősítjük a színészek teljesítményét, stb.

A "szakértői" kifejezést ezekben a mindenki által folyamatosan végzett ítéletalkotások esetén azért tettük idézőjelbe, mert bár ezek nem egyezményesen fontosnak tartott és elfogadott területekre vonatkoznak, mint például a hivatalos orvosi diagnosztikai, pénzügyi-gazdasági, műszaki-tudományos, katonai stb. szakértők esetén, de kétségtelen ugyanakkor, hogy saját ízlése és igényei vonatkozásában mindenki senki mással nem helyettesíthető szakértőnek tekinthető. Senki más nem tudja ugyanis megítélni, hogy egy adott személy egy terméket vagy egy szolgáltatást milyennek talál, csak ő maga. Meg nem kérdezett személyek valamilyen tárggyal kapcsolatos véleményét legfeljebb csak valószínűsíteni lehet statisztikai törvényszerűségek alapján más személyekre vonatkozó adatokra támaszkodva. Bizonyos esetekben - pl. valamilyen termék fogadtatásával kapcsolatos felmérés vagy politikai közvéleménykutatás alkalmából - szükség lehet az egyes egyének véleményének, mint speciális szakértői ítéleteknek a szisztematikus összegyűjtésére és feldolgozására.

Ezek a hétköznapi életben alkotott mindennapos ítéletek lehetnek kategorizációk (például amikor az éttermeket a "kiváló hely" vagy "elég jó hely" címkékkel látjuk el), vagy lehetnek összehasonlítások (például amikor az éttermeket egymással vetjük össze: "jobb, mint X étterem" vagy "rosszabb, mint Y étterem" vagy "kb. olyan, mint Z étterem").

Az előzőekből kitűnik, hogy a szakértőt a kompetenciája minősíti, amit minden alkalommal gondosan mérlegelni kell, de nincs elvi különbség a hivatalos professzionális szakértők és az önmaguk preferenciái vonatkozásában folyamatosan ítéleteket alkotó "közönséges" emberek kompetenciái között. A gyakorlati különbség az, hogy az előbbiek szakértelme külső - egyéni világukon kívüli - területekre, az

utóbbiaké pedig belső - belső egyéni világukkal szorosan összefüggő - területekre vonatkozik.

Minősítő skálák (Rating Scales)

A minősítő skálák használata messze a legelterjedtebb emberi ítéleteken alapuló értékelési módszer. A szakszerű alkalmazás megkívánja, hogy a válasz kategóriák vagy fokozatok pontosan definiálva legyenek. Ennek egyik legjobb módszere az ún. **"horgonypontok"** meghatározása, amelyre az 1., 2. és 3. táblázatban közölt adatok esetére vonatkozóan a későbbiekben példát is adunk.

A skálázási módszerek ugyanakkor még precízen definiált kritériumok esetén is a következő néhány jellegzetes hibával lehetnek terhelve.

(1) Az "elnező - szigorú" típusú hibák vagy a minősítők alapbeállítottságával kapcsolatosak, vagy abból adódnak, hogy másképpen értelmezik az egyes skálakategóriák kritériumait. Ha a minősítők következetesen "elnezőek" vagy "szigorúak", akkor a minősítések abszolút értékei ugyan jelentősen eltérhetnek, de az egymáshoz viszonyított értékek még jó egyezést mutathatnak. Ez a hiba annak előírásával csökkenthető, hogy az egyes kategóriákba az összes esetek hány százalékának kell kerülni (*"forced distribution"*).

(2) A "halo-effektus" abban áll, hogy az egyes minősítendő személyekről a minősítők kialakítanak egy összbenyomást és ezt öntudatlanul is beleviszik az értékeléseikbe. Ez a hatás akkor a legnagyobb, ha az értékelést személyenként egymás után több dimenzió mentén végzik. Ez a hiba úgy csökkenthető, hogy először egy adott dimenzió mentén minden személyt értékelnek, majd ezt megismétlik a második dimenzióra és így tovább.

(3) A "centrációs tendencia" azt jelenti, hogy a minősítők nem szívesen adnak szélsőséges osztályzatokat és így nem használják ki eléggé a skála értelmezési tartományát. Ez a hiba is az egyes kategóriákba sorolandó esetek arányának előírásával csökkenthető (*"forced distribution"*).

A 2. táblázatban szereplő minősítők közül az 1. túlságosan szigorú, a 2. túlságosan elnező, a 3. pedig centrációs tendenciát mutat. A 3. táblázatban és a 10. ábrán láthatóak az egyes torzításoknak megfelelő jellegzetes eloszlások. A példa esetében a minősítés valamilyen objektív alapon is elvégezhető volt, ezért az így kapott minősítésekkel összehasonlítva megítélhető az egyes minősítők ún. "érvényessége" (validitása) is. A példa esetében az 1. és 2. minősítő a torzítások ellenére is következetes minősítéseket adott, ezért minősítéseik egymással is és az objektív értékekkel is szorosan korrelálnak (3. táblázat). A 3. minősítő adatai valamivel kevésbé használhatók, mert a megfelelő korrelációs együtthatók - a sok azonos közepes osztályzat miatt - lényegesen alacsonyabbak.

Minősített személy száma	1. minősítő által adott minősítés	2. minősítő által adott minősítés	3. minősítő által adott minősítés	Objektív minősítés
1	1	4	3	2
2	2	5	4	3
3	2	6	4	4
4	3	6	4	5
5	2	6	4	4
6	4	7	5	5
7	1	4	4	3
8	2	6	4	4
9	2	5	4	3
10	3	6	4	5
11	4	7	5	5
12	2	5	4	4
13	2	6	4	4
14	1	5	4	3
15	2	6	4	4
16	1	4	4	3
17	2	5	4	3
18	2	6	4	4
19	3	6	4	5
20	3	7	5	5
22	4	7	5	6
22	3	5	4	4
23	1	4	4	3
24	2	5	4	3
25	2	5	4	3
26	3	6	4	4
27	2	5	4	3
28	4	6	4	4
29	1	1	2	1
30	2	5	4	3
31	2	5	4	4
32	1	2	4	2
33	4	6	4	4
34	2	5	4	3
35	2	5	4	4
36	1	2	4	2
37	2	5	4	3
38	1	4	4	3
39	2	5	4	3
40	2	5	4	3
41	3	6	4	4
42	3	6	4	4
43	6	7	4	7
44	2	6	4	4
45	3	6	4	4
46	7	3	5	4
47	5	5	4	5
48	2	5	3	4
49	6	7	4	6
50	2	6	4	5
51	5	3	3	4
52	2	7	4	6
53	5	3	3	4

2. táblázat
Különböző forrásokból származó minősítések

Minősítés	1. minősítő által adott minősítés gyakorisága	2. minősítő által adott minősítés gyakorisága	3. minősítő által adott minősítés gyakorisága	Objektív alapú minősítés gyakorisága
elfogadhatatlan (1)	9	1	0	1
igen gyenge (2)	24	2	1	3
gyenge (3)	9	3	4	16
közepes (4)	5	5	43	21
jó (5)	3	18	5	8
igen jó (6)	2	17	0	3
kiváló (7)	1	7	0	1
összesen	53	53	53	53

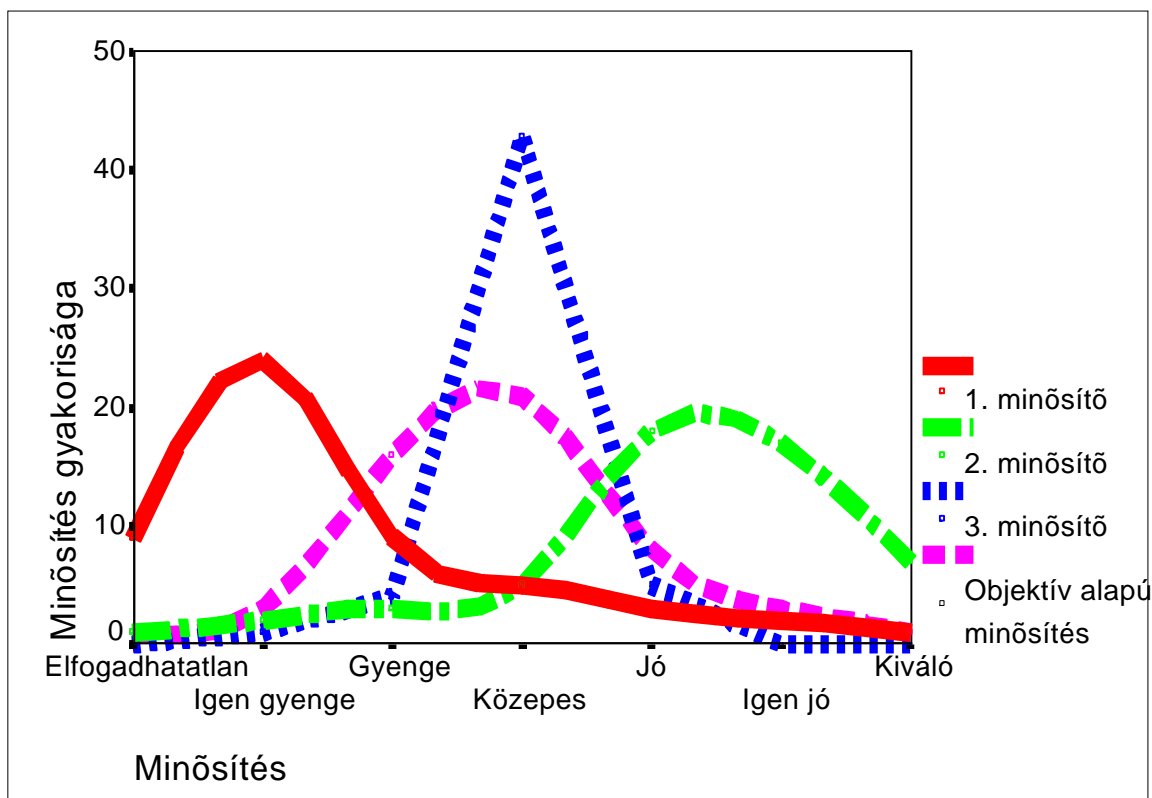
3. táblázat

Különböző forrásokból származó minősítések gyakorisági eloszlásai

2. minősítő által adott minősítés	0.5144 p<0.000		
3. minősítő által adott minősítés	0.2958 p<0.032	0.4877 p<0.000	
Objektív alapú minősítés	0.7458 p<0.000	0.7802 p<0.000	0.3679 p<0.007
	1. minősítő által adott minősítés	2. minősítő által adott minősítés	3. minősítő által adott minősítés

4. táblázat

Különböző forrásokból származó minősítések közötti Spearman-féle rangkorrelációs együtthatók és azok szignifikancia szintjei (N=53)



10. ábra
Különböző forrásokból származó minősítések gyakorisági eloszlásai

Ha az előbbi minősítések munkatevékenységre vonatkoznak, akkor a lehetséges "horgonypontokra" példák lehetnek a következők.

elfogadhatatlan (1)	Naponta több selejtet produkál.
igen gyenge (2)	Általában naponta produkál egy selejtet és a mennyiségi normát is gyakran nem teljesíti.
gyenge (3)	Hetente általában produkál egy selejtet és a mennyiségi normát is gyakran nem teljesíti.
közepes (4)	Eddig még nem produkált selejtet, de a mennyiségi normát gyakran nem teljesíti.
jó (5)	Eddig még nem produkált selejtet és a mennyiségi normát is általában teljesíti.
igen jó (6)	Eddig még nem produkált selejtet és a mennyiségi normát is mindig teljesíti.
kiváló (7)	Eddig még nem produkált selejtet és a mennyiségi normát is mindig túlteljesíti.

5. táblázat
Példa hétfokozatú minősítő skálák "horgonypontjaira".

Összehasonlítások

Az összehasonlítások önmagukban természetesen nem adnak információt a kvalitások abszolút értékéről, ezért amennyiben azokra is szükség van vagy más módszereket kell használni, vagy kiegészítő információkat kell keresni. Dolgozók, munkaeszközök, termékek, módszerek, eljárások stb. szakértői ítéletekkel történő összehasonlítására a következő főbb módszerek ismeretesek.

Közvetlen összehasonlítás: a rövid idejű memória 1.2.2. fejezetben megismert korlátja miatt legfeljebb 8-9 alany hasonlítható egy aktusban össze, de a módszernek így is nagy hátránya, hogy nem ad információt a minősítő következetességéről.

Szélsőségek kiválasztásának módszere: a minősítő a minősítendők közül kiválasztja az adott szempont szerinti legjobbat és leggyengébbet, majd a maradékból ismét kiválasztja a legjobbat és leggyengébbet és az eljárást így folytatja tovább mindaddig, amíg valamennyi minősítendő sorra kerül.

Páros összehasonlítás: valamennyi alany összehasonlításra kerül az összes többivel. Mivel n összehasonlítandó esetén az összes lehetséges párok száma

$$\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}$$

ezért az elvégzendő páros összehasonlítások száma n értékével rohamosan nő. Így $n=10$ esetén még 45, $n=15$ esetén 105, $n=20$ esetén pedig már 190 pár összehasonlításra van - illetve lenne - szükség, ami már nem várható el egy szakértőtől. A módszer tehát nagy n esetén nem használható egy ülésben, de kb. $n=12$ alatt számos előnnyel rendelkezik. Az egyik nagy előny a pontosság: két alany összemérésére eléggé megbízhatóan képesek vagyunk. A másik előny az, hogy az ún. "hurkok" vagy "inkonzisztens triádok" száma alapján a minősítő következetességéről - az ún. "konzekvencia-együttható" kiszámítása útján - objektíven tájékozódhatunk. Példa egy ilyen "hurokra", ha a minősítő három - nem feltétlenül sorrendben egymás után következő - páros összehasonlításban A_1 alanynál jobbnak ítélte A_2 -t, A_2 -nél jobbnak A_3 -at és ezek ellenére mégis A_3 -nál jobbnak ítélte A_1 -et. Az esetlegesen következetlenül ítélő minősítő így azonosítható és a következetlenség oka tisztázható. További előny, hogy az így nyert adatokból a csoport egyetértését jellemző Kendall-féle **egyetértési mutató** is meghatározható, amelynek segítségével számszerűen ellenőrizhető, hogy a minősítők mennyire azonos módon ítélték meg az egyes alanyokat.

2.2.5. A mentális igénybevétel

2.2.5.1. Megterhelés és igénybevétel

A fogalmak precíz meghatározása előtt tisztázni kell azt, hogy ennek a két kulcsfogalomnak a megjelölésére használatos angol szavak - és részben a magyar szavak is - a fiziológiában, pszichológiában és ergonómiában kettős értelemben használatosak, REBER (1985).

1. Stress: minden olyan ráhatás, amely az ember fiziológiai és/vagy pszichológiai alkalmazkodási mechanizmusait befolyásolja.

Ebben az esetben a *stress* az ok, amely valamilyen változást, mint okozatot idéz elő. Ezt az okozatot a *strain* szóval jelölik.

Ebben az értelemben a *stress* szó magyar megfelelője a *megterhelés*, a *strain* szóé pedig az *igénybevétel*.

$$\begin{array}{ccc} \text{megterhelés} & \Leftrightarrow & \text{igénybevétel.} \\ (\text{stress}) & & (\text{strain}) \end{array}$$

2. Stress: az a pszichofiziológiai állapot, amely az emberre irányuló hatások eredményeként áll elő.

Ebben az esetben a *stress* az okozat, amelyet valamilyen *stressor*-nak nevezett hatás idéz elő. Ebben az értelemben a *stress* szó magyar megfelelője a *stressz*, a *stressor*-t pedig *stresszor*-ként adjuk vissza magyarul.

$$\begin{array}{ccc} \text{stresszor} & \Leftrightarrow & \text{stressz} \\ (\text{stressor}) & & (\text{stress}) \end{array}$$

Ezeket a fogalmakat a továbbiakban az első értelemben használjuk, de a szakirodalomban - elsősorban orvosi területeken - találkozhatunk a második szóhasználattal is.

Megjegyzendő, hogy az angol szakirodalomban a *strain* szó itt körvonalazott jelentéséhez közel álló értelemben használatos a *workload* (*load*) kifejezés is, amit szintén az igénybevétel szóval fordíthatunk magyarra. A "workload" szokásos meghatározása szerint - pl. McCLOY, DERRICK és WICKENS (1983) - a tevékenység által megkövetelt és a ténylegesen rendelkezésre álló erőforrások viszonya. Ez a koncepció közvetlen kapcsolatban van az információfeldolgozás 1.6.2. fejezetben érintett "véges figyelmi erőforrások modelljével" (4. ábra).

Ha az adott tevékenységet végző személy igénybevételének arról az aspektusáról van szó, hogy azt mennyiben okozta a személy aktív erőfeszítése a szükséges erőforrások mozgósítása érdekében, akkor az *effort* - illetve szellemi tevékenység esetén a *mental effort* - kifejezések használatosak.

A megterhelés (*stress*), igénybevétel (*strain*), elfáradás (*fatigue*) és monotónia (*monotony*) általunk is elfogadott definícióit a következőkben adjuk meg ERDÉLYI, MITSÁNYI és HÓDOS (1985) nyomán.

*Megterhelés*nek nevezünk minden olyan külső hatást és a szervezet belső környezetében lezajló változást, amely befolyásolja a szervezet alkalmazkodási mechanizmusait. Objektíven azonos megterhelés különböző személyeknél eltérő igénybevételt idéz elő az egyéni - fiziológiai, beállítottsági, érzelmi, szituatív, stb. - sajátosságoktól függően.

Igénybevételnek nevezzük a megterhelések hatására bekövetkező, egyénenként és esetenként különböző mértékű, jellegű és irányú funkció-változások összességét.

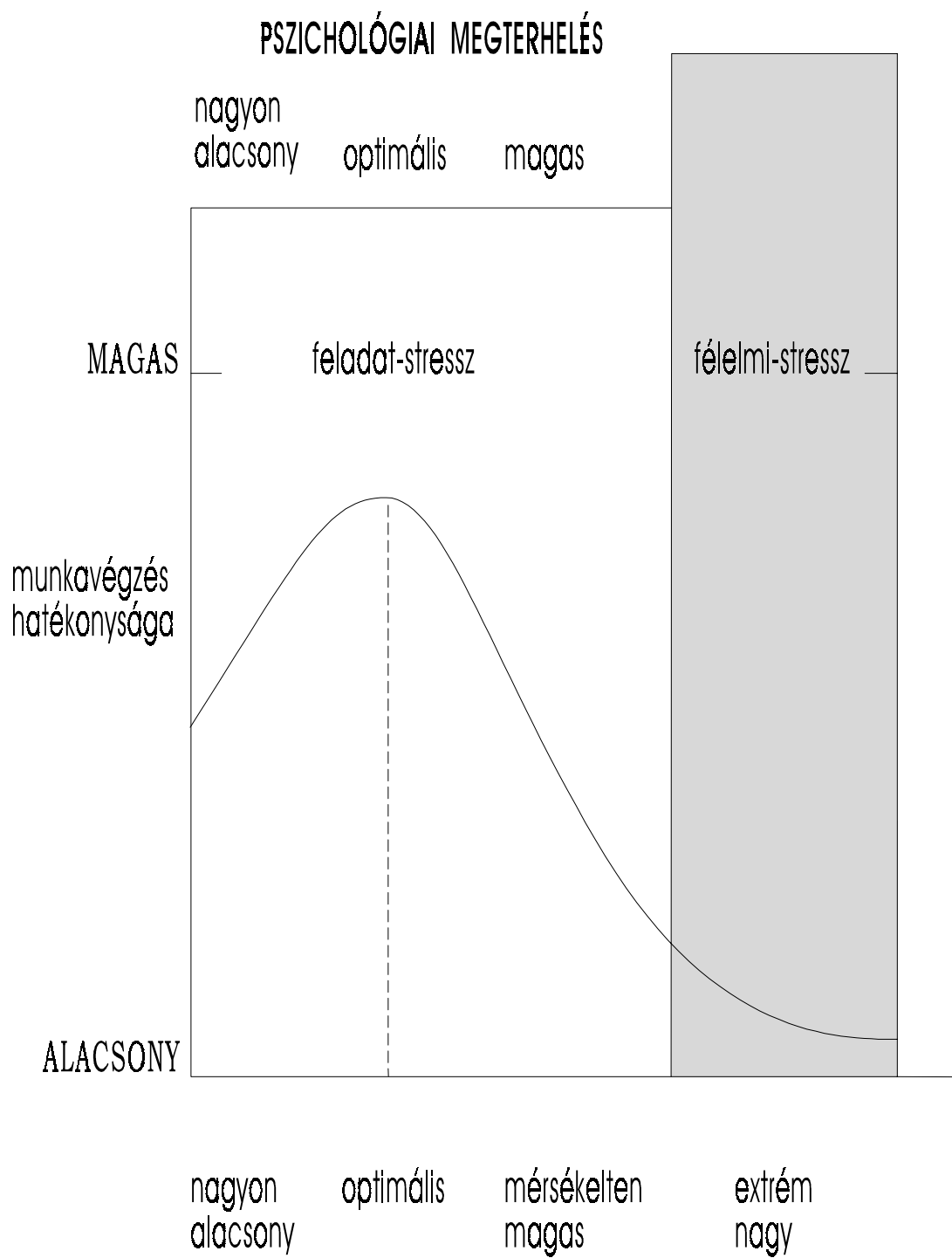
A megterhelés két főbb típusa az izommunka végzésével és az információáramlással kapcsolatos. Számítógéppel dolgozó felhasználóknál például izomterhelés pl. a képernyők tartós nézése következtében a szem külső és belső izmainál léphet fel, valamint ergonómiailag nem megfelelő bútorzat (szék és asztal) használata mellett végzett tevékenység esetén a hibás testhelyzet miatt a vázizmoknál (hát, váll, kar, stb.). Az információterhelés lehet fiziológiai vagy pszichológiai. A testfelületi receptorok és érzékszervek közvetítésével a központi idegrendszerbe áramló információ egy része tudatos érzetté válik és így pszichológiai (mentális) információterhelést idéz elő; az információ másik és jóval nagyobb része azonban a központi idegrendszer alacsonyabb szintjein reflexek, automatikussá vált mozgási minták kiváltására és az ezek háttérében álló adaptív jellegű tónusváltozások szervezésében használandó fel fiziológiai információterhelést okozva. A képernyőn kijelzett információ kognitív feldolgozása tipikus pszichológiai, míg a képernyő érzékelési küszöb alatti periodikus fénysűrűség-oszcillációja például pedig tipikus fiziológiai információterheléssel jár együtt.

Az igénybevétel legfontosabb következménye a fáradás, ill. *elfáradás*, amely GYEREVJANKO (1976) szerint - a szervezet maximális funkcionális lehetőségeinek csökkenése, melyet a tevékenység és a tevékenységi feltételek hátrányos hatása vált ki; olyan fiziológiai dezorganizáció, amely a központi idegrendszer szintjén is megjelenik és az agykérgi aktiváció csökkenését eredményezi. Az elfáradás másrészt - ismét ERDÉLYI és munkatársai (1985) szerint - rendkívül összetett biológiai állapot, amelynek lényegét nem, csak megnyilvánulási formáit ismerjük. Ezek a megnyilvánulások lehetnek perifériásak, melyek elsősorban az izmok igénybevételével kapcsolatosak, és lehetnek centrálisak, amelyek inkább az információterhelés számlájára írhatók.

A *monotónia* a csökkent pszichológiai aktivitás olyan állapota, amely fokozott szubjektív fáradtságérzésben és álmoságban fejeződik ki és amely együtt jár az átállítódási és reakciókészség csökkenésével, valamint kifejezett teljesítményingadozásokkal és teljesítménycsökkenéssel. A monotónia szorosan kapcsolódik az ismétléshez, a rutinszerű feladatmegoldáshoz, a változatosságot nélkülöző tevékenységet kísérő unalom érzéséhez. Kiváltódását elősegíti az ingerszegény környezet is, ezért az optimálisnál tartósan alacsonyabb információterhelés esetén számolni kell a fellépésével.

A pszichológiai megterhelés adott mértéke a központi idegrendszer meghatározott fokú nem-specifikus, általános aktivációját idézi elő, amely az egyén aktuális igénybevételének felel meg. Ennek a stressznek a tevékenység hatékonysága szempontjából létezik egy optimális, közbenső értéke. Amint azt a következő fejezetben röviden ismertetjük, a pszichológiai vagy mentális stressz megfelelő pszichológiai, pszichofiziológiai vagy biokémiai módszerekkel mérhető, MESHKATI (1985), MORAY (1977, 1982), REID (1985). Túlságosan kis aktiváció esetén csökken a figyelem, ezért csökken a munkavégzési hatékonyság, információs alulterhelés lép fel és ennek következményeként nő a "kihagyás" típusú hibák valószínűsége; túlságosan nagy aktiváció esetén pedig információs túlterhelés következik be megnövekedett számú "téves beavatkozás" típusú hibákat eredményezve. Ez az összefüggés az igénybevétel vonatkozásában fordított irányban áll fent: a túlságosan kicsi vagy túlságosan nagy aktiváció egyaránt kedvezőtlen az operátor számára, mindkettő fokozott igénybevételhez, illetve elfáradáshoz vezet. Ezt

a hatást tovább fokozza a csökkent teljesítmény miatt érzett frusztráció és szubjektív kudarc-érzés. Az itt vázolt törvényszerűséget a 11. ábrán tüntettük fel grafikus formában, amelyen bejelöltük a stressz négy jellemző tartományát is. Az *igen alacsony stressz* azt jelenti, hogy az operátor még a normális éberségi szintjének a fenntartásához szükséges inger-mennyiséget sem kapja meg környezetétől. Ez a helyzet előállhat vezénylőtermekben például éjszakai műszakok hosszú eseménytelen időszakai alatt. A különböző vizuális kijelzők előírt periodikusan ismétlődő végignézése ilyen helyzetben könnyen monotoníához vezethet. Szükség esetén - pl. vészhelyzetben - az éberségi szint új kijelző modalitás bekapcsolásával gyorsan a megkívánt szintre emelhető, ezért ilyenkor intenzív hangjelzéseket kell alkalmazni. Az *optimális stressz_sztint* esetén az operátor aktív interakcióban van környezetével, olyan ritmusban beszélget kollégáival, olvas le kijelzőket, hoz döntéseket, végez beavatkozásokat, amelyet kényelmesnek érez. Ilyen tevékenységek például általában a műszer-tesztek, karbantartás és egyes esetekben a műszerek kalibrálása. A *mérsékelt magas stressz* olyan tempójú információ-feldolgozást kíván meg az operátortól, amely eléri vagy meghaladja aktuális információ-feldolgozó, probléma-megoldó kapacitását. A jól felkészült operátor ennek a követelménynek úgy tud megfelelni, hogy gyors fiziológiai reakciókkal (pl. mellékvese hormonok fokozott kiválasztásával) kitolja információ-feldolgozó kapacitásának korlátait, döntéseit ésszerű prioritások alapján hozza meg és az elhalasztható döntéseket későbbre halasztja.



STRESSZ SZINT

11. ábra

A pszichológiai megterhelés által kiváltott stressz és a munkavégzés hatékonysága közötti összefüggés

Ilyen állapotban az optimális stressz-szinthez képest megnő a - "téves beavatkozás" típusú - hibák valószínűsége. Az *extrém magas stressz* minőségileg különbözik a megelőző három szinttől: ez már a félelem - esetleg pánik - emocionális komponensét is magában foglalja. A félelem tárgya az esetek többségében a hibázás lehetséges következményeivel, illetve az önbecsülés és a szakmai státusz elvesztésével kapcsolatos. Ha például egy rendkívüli esemény bekövetkezik a vezénylőteremben és a normális üzemállapot visszaállítására az operátor beavatkozásokat eszközöl, ez általában a mérsékelt magas stressz tartományába esik. Ha ezután a beavatkozásokra a rendszer az operátor által elvárt módon reagál, az operátor érzi, hogy kontrollálja a helyzetet és nem érez félelmet. Ha azonban a rendszer nem az elvárt módon reagál, az operátor hajlamos azt hinni, hogy elvesztette a kontrollt és félni kezd. Ez felel meg az extrém magas stressz állapotának.

2.2.5.2. A mentális igénybevétel mérése

A mentális igénybevétel mérésére használatos különböző módszereket elsősorban MESHKATI (1985), MORAY (1977, 1982), HANCOCK és MESHKATI (1988), SANDERS és McCORMICK (1993) nyomán tekintjük át.

(1) Teljesítmény-mérésen alapuló módszerek

- Az alap-feladat teljesítmény adatainak mérése.

Kézenfekvőnek tűnhet magában az alap-feladatban elért teljesítménynek az alakulásával mérni a mentális igénybevételt, ez azonban számos problémát vet fel. Az egyik legsúlyosabb az, hogy így legfeljebb az azonos tevékenységet végző és azonos mértékben felkészített emberek mentális igénybevétele hasonlítható össze, mert a tapasztalat szerint egy adott feladat két különböző megoldási - végrehajtási - módjához még azonos teljesítmény elérése esetén is igen különböző igénybevétel-percepciók tartozhatnak.

Egy másik közelítés ezen a típuson belül McCLOY, DERRICK és WICKENS (1983) említett "workload" definíciójára épül. Az adott tevékenységet végző ember idejét erőforrásnak tekintve a mentális igénybevétel - "workload" - mérőszámának az alap-feladat helyes elvégzéséhez szükséges idő és a személy számára ténylegesen rendelkezésre álló idő viszonyát vették. Különösen számítógéppel végzett tevékenységekre alkalmas, mert ott a pontos időmérést maga a számítógép el is végezheti. Ez a módszer már árnyaltabb, mint az előbbi, de nyilvánvaló hiányossága, hogy nem tudja kezelni sem az időosztásban - mintegy párhuzamosan - végezhető tevékenységeket, sem pedig a kognitív követelményeket.

- A másodlagos feladat teljesítmény adatainak mérése.

Ezeknek a módszereknek az az alapja, hogy az alap-feladat végzésére fel nem használt erőforrások felhasználhatók alkalmasan választott másodlagos feladatok végzésére, és így - közvetve - a másodlagos feladatok végzésének eredményessége az alap-feladat által előidézett mentális igénybevételt jellemzi. Minél inkább igénybe veszi ugyanis a rendelkezésre álló erőforrásokat az alap-feladat, annál kevesebb marad a másodlagos feladatokra és így annál gyengébb lesz az abban nyújtott eredményesség. A személy rendszerint olyan instrukciót kap, hogy igyekezzon az alap-feladat eredményességét egy adott szinten tartani, így az alap-feladat okozta igénybevétel időbeli változásai a másodlagos feladatban nyújtott teljesítmény változásaiban tükröződnek. Néhány gyakrabban alkalmazott másodlagos feladat: mechanikus mentális tevékenység (pl. megadott szövegben bizonyos betűk vagy szavak keresése), megadott ritmus

kopogása, reakció-idő feladat, memória-feladat, időtartam becslés, véletlen számok generálása, fejben számolás, stb.

A fő probléma ezekkel a módszerekkel abban áll, hogy eleve feltételezik, hogy az alap- és a másodlagos feladat végzéséhez ugyanazok az erőforrások szükségesek. Ha pedig ennek megfelelően az alap- és a másodlagos feladatokat hasonlóra választjuk - pl. mindkettő vizuális, vagy auditív, vagy beszéddel kapcsolatos, vagy manuális - akkor szükségképpen interferálni fognak és ezért nem tudhatjuk, hogy mit is mér a másodlagos feladatban elért teljesítmény.

(2) Szubjektív skálázáson alapuló módszerek

Mivel a szubjektív skálázáson alapuló módszerek az emberi ítéleteken alapuló értékelési módszerek szélesebb osztályába tartoznak, az 1.3.4. fejezetben ismertetett vonatkozó általános módszertani szempontok ezekre is érvényesek. Ezen a helyen csak a mentális igénybevétel megítélésével kapcsolatos vonatkozásokat érintjük röviden.

Gyakran alkalmazott módszer az olyan öt vagy hét fokozatú skála használata, amelyen az egyes fokozatokhoz a mentális igénybevételhez vagy erőfeszítéshez kapcsolódó horgonypontokat adnak meg a 4. táblázatnak megfelelően. Példaként az 5. táblázatban megadjuk az általunk konstruált és rendszeresen használt "Szubjektív Fáradtságérzés" kérdőív skáláit, amelyekhez az 1. és 5. fokozathoz - horgonypontokként - szöveges támpontokat adunk. A vizsgált személy feladat a felső sor megfelelő számú mezőjét kipipálni a kitöltéskor éppen aktuális állapotára vonatkozóan.

1.	2.	3.	4.	5.
Nagyon levertnek, kedvetlennek, lehangoltnak érzem magam.				Nagyon frissnek, élénknek, tettekre késznek érzem magam.
1.	2.	3.	4.	5.
Nagyon feszültnék, idegesnek érzem magam.				Nagyon lazának, nyugodtnak érzem magam.
1.	2.	3.	4.	5.
Nagyon fáradt, kimerült vagyok.				Egyáltalán nem vagyok fáradt, kimerült.
1.	2.	3.	4.	5.
A feladatokat csak nagy erőfeszítések árán tudom megoldani.				A feladatokat könnyen meg tudom oldani.
1.	2.	3.	4.	5.
Alig tudok a munkámra koncentrálni.				Könnyen tudok a munkámra koncentrálni.

6. táblázat

A "Szubjektív Fáradtságérzés" kérdőív skálái.

(3) Megfigyelésen alapuló módszerek

Gondos előzetes adatgyűjtés és elemzés után adott konkrét tevékenységek által kiváltott mentális igénybevétel mértékéről tájékozódhatunk megfigyelésen alapuló módszerek segítségével is. A megfigyelt viselkedéses jegyek - pl. a látható izgatottság, ideges járkálás vagy kopogás, a láb- vagy kéz ütemes mozgatása, különböző arckifejezések stb. - gyakorisága más objektívebb módszerekkel történő kalibrálás után érzékeny mutató lehet. A módszer ugyanakkor meglehetősen munkaigényes.

Atomerőművi folyamatirányító operátorok mentális igénybevételének figyelemmel kísérésére kidolgoztunk egy ilyen módszert - IZSÓ és ANTALOVITS (1994) - és sikerrel alkalmaztuk fiziológiai módszerekkel és az előző pontban ismertetett "Szubjektív Fáradtságérzés" önértékelő kérdőívekkel történő kalibrálás után.

(4) Pszichofizikai módszerek

A pszichofizika a pszichológiának az az ága, amely a fizikai ingerek és azok érzékelése közötti kapcsolatokkal foglalkozik. Régóta használatos módszer a *motoros reakcióidő mérése* azon feltevés alapján, hogy a megnyúlt reakcióidő jelzi a mentális igénybevételt. A reakcióidőt azonban számos más aktuális tényező is jelentősen befolyásolja, ezért erre a célra nem tekinthető igazán alkalmasnak. A módszer nem is tisztán pszichofizikai, mert a mért reakcióidőben az érzékelés mellett a mozgásos válasznak is jelentős, sokszor meghatározó szerepe van. Lényegesen jobb eredményt ad a *vizuális kritikus fúziós frekvencia (CFF) mérése*, amely a központi idegrendszeri aktiváció mérőszámának tekinthető. A CFF egy villogó fényforrás azon villogási határfrekvenciája, ami alatt a személy a fényforrást villogni látja, fölötte pedig villogásmentesnek érzékeli. A lecsökkent CFF nagyobb mentális igénybevételt jelez. Ezen a területen eszközfejlesztési és alkalmazási tapasztalattal is rendelkezünk: ANTALOVITS és IZSÓ (1983); ANTALOVITS, IZSÓ és NEUMANN (1983); CSERJÉS, IZSÓ és KUTOR (1984); ANTALOVITS és IZSÓ (1984).

(5) Pszichofiziológiai módszerek

A pszichofiziológia - más néven fiziológiai pszichológia - a pszichológiának az az ága, amely a pszichológiai jelenségek fiziológiai és neurológiai leírásával és magyarázatával foglalkozik. A mentális megterhelésnek kitett személyek számos fiziológiai mutatója jellemző módon megváltozik a megterhelés ideje alatt, sőt egyes esetekben a változások rövidebb-hosszabb ideig a megterhelés megszűnte után is megmaradnak.

• **Az egyszerű fiziológiai módszerek** közül a *pupilla-átmérő mérése* használatos a mentális igénybevétel mérésére. A módszer azon alapul, hogy mentális megterhelés hatására a pupilla kitágul. Másik egyszerű módszer a *külső hallójárat hőmérsékletének* - amely mentális megterhelés hatására kis mértékben megemelkedik - *a mérése*.

• **Az elektrofiziológiai módszerek** közül az EKG (elektrokardiogram) technikával a szívről nyert jelek speciális feldolgozása bizonyult érzékenynek. Ez a módszer lényegében a *szívritmusról a variabilitását* - az egymást követő szívverések között eltelt idők szórását - számítja ki, amely meggyőző és jól megalapozott fiziológiai adatok alapján bizonyos módszertani feltételek teljesülése esetén az aktuális mentális igénybevétel érvényes mutatója. A szívritmusról a variabilitása mentális megterhelés hatására ugyanis lecsökken. Ezt a technikát sikerrel alkalmaztuk a mentális igénybevétel mérésére különböző ember-számítógép interakciók tanulmányozásában, pl. IZSÓ és munkatársai (1995). Elvben használható ilyen célokra az EEG (elektroencefalogram) technikával a fejbőrrel elvezetett *agyi elektromos jelek*

speciális szempontú feldolgozása is, ez azonban a módszertani nehézségek és az eszközigényessége miatt nem terjedt el. Bizonyos feltételek mellett az izomkontrakciót kísérő EMG (elektromiogram) technikával egyes *izmokról elvezetett elektromos jelek* is alkalmazhatók erre a célra.

•**A biokémiai módszerek** azon alapulnak, hogy a mentális igénybevétel hatására bizonyos hormonok koncentrációja megnő a véráramban. Érzékeny módszer például a *vér adrenalin vagy noradrenalin szintjének mérése*, de módszertanilag meglehetősen körülményes. A vérvétel kényelmetlenségeinek és zavaró hatásának a kiküszöbölésére ezeket a módszereket kidolgozták vizeletmintákra is, amely azonban más jellegű újabb problémákat vetett fel: a rutinszerű alkalmazás higiénés kérdéseit és az egy ülésen belüli nehézkes megismételhetőséget. Legjobban egy harmadik testfolyadékából egy harmadik hormon elemzése vált be erre a célra: a *nyálból meghatározott kortizol* szintje megbízhatóan jelzi a mentális igénybevételt, magasabb kortizol szint magasabb mentális igénybevételt jelez. Ezt a módszert is eredményesen alkalmaztuk folyamatirányító operátorok mentális igénybevételének figyelemmel kísérésére.

3. Az ergonómia és a munkabiztonság

3.1. Veszélyforrások az embert körülvevő környezetben

Az emberi környezet meghatározása SZLÁVIK (1991) szerint: "az a természetadta és az ember által kialakított anyagi világ, amely körülveszi az emberi társadalmat és hat rá, s amelyben az ember, mint társadalmi lény kielégíti szükségleteit, ezáltal tevékenységével visszahat arra". A helyiségeken, létesítményeken belüli térségek jelentik a *mikrokörnyezetet*, a településeknek a létesítményeken kívüli térségei a *mezokörnyezetet*, míg a településeken kívül eső térségek a *makrokörnyezetet*.

Ezeknek a fogalmaknak a felhasználásával a *környezetbiztonság* úgy adható meg, mint az ember egészségét és testi épségét veszélyeztető mikro-, mezo- és makrokörnyezeti tényezők hatásának elemzésével, modellezésével és célszerű befolyásával foglalkozó multidiszciplináris tudomány és gyakorlat. A környezetbiztonságnak ebben a felfogásában az tükröződik, hogy az ember valamennyi tevékenysége során az őt fenyegető veszélyforrások a közvetlen vagy tágabb környezetéből származnak. A környezetbiztonság ilyen módon definiált fogalmának az angolszász szakirodalomban a "Health & Safety" - "Egészség & Biztonság" - felel meg. Mivel az "Egészség" tartós biztosítása elsősorban a környezet különböző közegeinek, a "Biztonság" tartós megvalósítása pedig elsősorban a tárgyi környezetnek a megfelelő emberközpontú kialakításával érhető el, célszerű a környezet e két fő összetevőjét egyaránt figyelembe venni, ugyanakkor eltérő sajátásaik miatt egymástól meg is különböztetni.

Ezen a ponton fontos megjegyezni, hogy például Nagy Britanniában már 1974-ben életbe lépett az ún. "Health and Safety at Work etc Act", amelynek az 1993-tól érvényes legújabb végrehajtási utasítása már a "Workplace health, safety and welfare" címet viseli - HEALTH AND SAFETY COMMISSION (1992a) - azaz az egészség és biztonság mellett a jó közérzet (életminőség) lehetőség szerinti biztosítását is előírja, ami már a legszűkebb értelemben is ergonómiai szempont. Egy másik hasonló dokumentum - HEALTH AND SAFETY COMMISSION (1992b) - ismerteti az egészséges és biztonságos munkakörnyezet biztosításának menedzselési elveit, míg négy kiemelt területre (munkavégzéshez használt berendezések, kézzel végzendő műveletek, képernyős munkahelyek és egyéni védőeszközök) vonatkozóan az Európai Közösség megfelelő direktíváival (EC Directive 89/655/EEC, EC Directive 90/269/EEC, EC Directive 90/270/EEC) összhangban részletes útmutatások is megjelentek a törvény végrehajtásának segítése érdekében: HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (1992a, 1992b, 1992c). Mivel az Európai Közösség egységesítő erőfeszítései eredményeként a törvényi szabályozás a közösség többi országában is teljesen hasonló irányba fejlődik, várható, hogy ez a megközelítés hazánkban is hamarosan napirendre kerül.

A környezet fogalmát tehát - a fentebb közölt definícióval összhangban - mindhárom szinten tágan fogjuk fel: a hagyományos "közegek, mint környezet" mellett ide értjük az ún. "tárgyi környezetet" is. A környezetbiztonság az ergonómiából a környezet-ergonómiával és a biztonság ergonómiájával kapcsolatos fejezeteket tartalmazza, a biztonságtechnikából az adott szakterületek sajátosságainak megfelelően vesz át, illetve alkalmaz többnyire műszaki jellegű ismereteket, elveket és módszereket. Ebben a jegyzetben célkitűzésünknek megfelelően az emberalkotta, mesterséges tárgyi környezet felől fenyegető veszélyforrások megértéséhez, csökkentéséhez, illetve lehetőség szerinti kiküszöböléséhez nélkülözhetetlen emberi tényezőkkel kapcsolatos

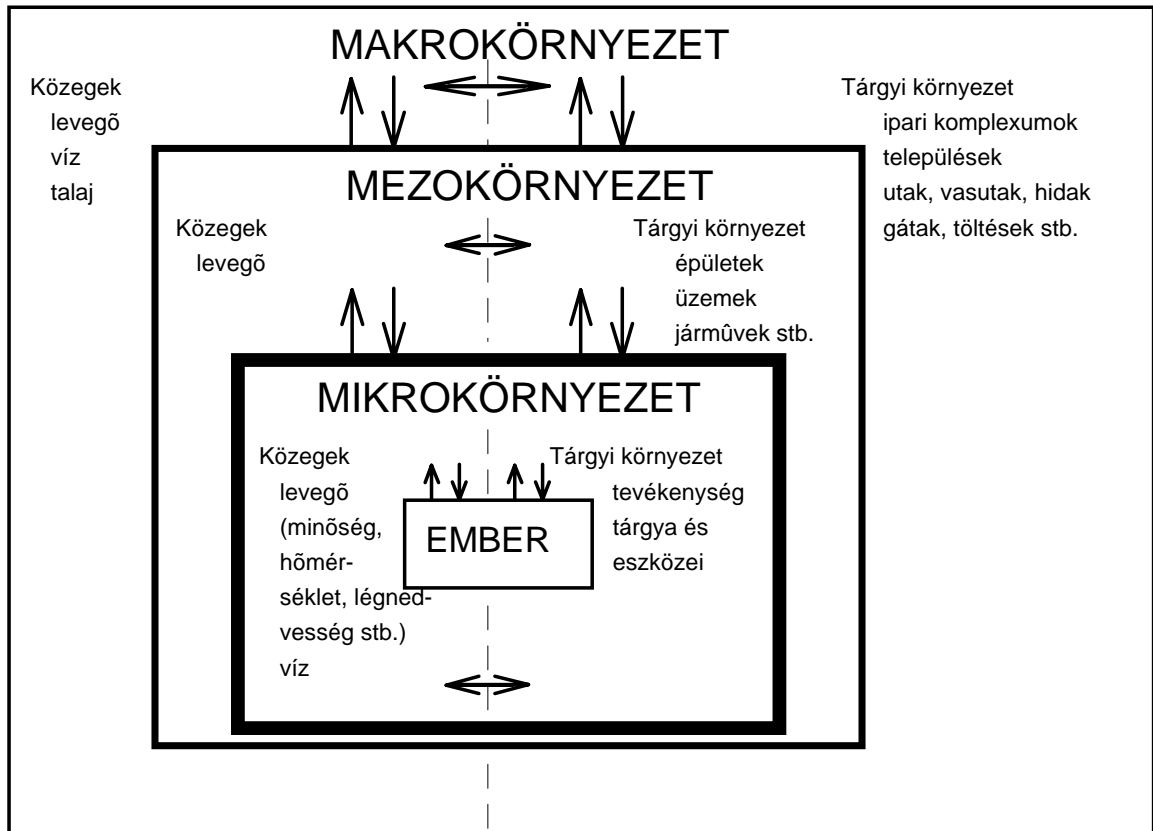
ismereteket tekintjük át részletesebben, de az egységes szemlélet kialakítása érdekében modellünkben érintjük a környezet különböző közegeiből származó lehetséges veszélyforrásokat is. A környezetgazdálkodás, ismét SZLÁVIK (1991) szerint, "a természet és az ember alkotta környezetnek hosszabb távra szóló szabályozott hasznosítása, tervszerű fejlesztése és hatékony védelme, a természet ökológiai egyensúlyának tartós fenntartásával és a társadalom igényeinek figyelembe vételével". A környezetgazdálkodás hagyományosan - már amennyire hagyományokról egy ilyen fiatal diszciplína esetében egyáltalán beszélni lehet - a makro- és mezokörnyezet "közegeiben" lezajló folyamatok gazdasági elemzésével foglalkozik. Ha a fenti meghatározást kissé tágabban értelmezzük és az ember mikrokörnyezetét is a környezetgazdálkodás tárgyává tesszük, akkor könnyen belátható, hogy az ergonómiának a mikrokörnyezettel foglalkozó része közvetlenül is kapcsolódik a környezetgazdálkodáshoz, amennyiben a mikrokörnyezet optimalizálásából származó emberi teljesítménynövekedést pénzben kifejezzük és összevetjük a szükséges anyagi ráfordításokkal. Megjegyezzük, hogy a környezetbiztonság kapcsolata a környezetvédelem egészével, és azon belül a környezetgazdálkodással azonban ennél még komplexebb és mélyebb. Egyfelől ugyanis a mikrokörnyezet tartósan nem lehet független a mezo- és a makrokörnyezettől, mivel ezek fizikailag csatolt rendszerek és a hatások - többé vagy kevésbé és előbb vagy utóbb - áthatolnak a közbenső rendszerhatárokon. Másfelől az egyes személyek időnként - foglalkozásuk gyakorlása, közlekedés vagy más munkán kívüli tevékenységük során - nem csupán a mikro-, hanem a mezo- sőt a makrokörnyezettel is tartós és intenzív kapcsolatba kerülnek.

A gazdasági szempontú elemzés azért kell, hogy integráns része legyen a környezetbiztonságnak, mert az egészséges és biztonságos emberi környezetnek pénzben kifejezhető ára van. Egy körülhatárolt mikrokörnyezetet annál nagyobb költségek árán lehet az egészséges, biztonságos és kényelmes emberi tevékenység számára alkalmassá tenni, minél távolabb vannak a befoglaló mezo-, illetve makrokörnyezet meghatározó jellemzőinek értékei ezen jellemzőknek a mikrokörnyezetre megkívánt értékeitől. Szélsőséges példákat említve, csak rendkívül magas költségráfordítással lehet egy újrámű, egy tengeralattjáró vagy egy utasszállító repülőgép belső terében a megfelelő mikrokörnyezetet kialakítani, mert a közvetlen külső környezet még a pusztai életet sem teszi lehetővé. Ezekben az esetekben a mikrokörnyezetet határoló fizikai falaknak a legfontosabb hatásokra (pl. hőmérséklet és nyomáskiegyenlítődé, sugárzások és más energiaáramok, diffúzió stb.) szigetelőnek kell lenniük. Az említett feltételeket biztosító technikai berendezések igen komplexek és ezért nem elhanyagolható valószínűséggel meghibásodhatnak, ugyanakkor a berendezések megbízhatóságának a fokozása egy ponton túl már rendkívül költségessé válik. Egy forró és víztelen, pl. arab sivatagi makrokörnyezetben létrehozott parkosított és növényekkel dúsan teleültetett város - mint mezokörnyezet - , illetve ennek a városnak a légkondicionált lakásai, munkahelyei és középületei - mint mikrokörnyezetek - szintén csak nagy költségekkel tarthatók tartósan fent. Másik szélsőségnek tekinthetők az olyan kellemes klímájú makrokörnyezetek, amelyek eleve megfelelnek az ember egészségi és komfort igényeinek és így nagyon csekély anyagi ráfordításokkal elhatárolhatók belőlük a minden szempontból megfelelő mikrokörnyezetek (pl. nincs szükség fűtésre, légkondicionálásra, sőt esetleg falakra vagy nyílászárókra sem). A túlnyomó többséget jelentő reális esetek közbenső helyzeteket képviselnek. Egy tipikus mikrokörnyezet valamilyen épületen belül található és fizikailag adott falak határolják. Ezek a falak

egyrészt elhatárolják a befoglaló mezokörnyezettől, másrészt - mivel ezek a falak bizonyos hatásokra nézve áteresztőek - különböző fizikai csatolások révén össze is kötik azzal. Egy télen fűtött helyiség például folyamatosan energiát veszít a falakon - és a nyílászárókon - kifelé irányuló hővezetés útján, ugyanakkor az utca egészségtelen füstös levegője és szennyező gázai - pl. a nyílászárókon át konvekció útján vagy a falakon át diffúzió révén - bejutnak a belső térbe. Hasonlóan behatol pl. a forgalom zaja vagy a vibráció is. Amennyiben tehát költséges berendezésekkel és szigetelő falakkal nem gondoskodunk a belső terek megfelelő környezeti minőségéről, a makro- és mezokörnyezet hosszabb távon mindenképpen behatol a mikrokörnyezetbe. Ez különösen drámai és gyors lehet természeti katasztrófák (pl. árvíz, szökőár, nagy erejű szélvihar, földrengés vagy vulkánkitörés) vagy ember okozta katasztrófák (pl. robbanás, tűzvész, mérgező anyagok levegőbe kerülése stb.) esetén. A csatolások természetesen a fordított irányban is működnek, a hatások azonban általában csak hosszabb idő elteltével érzékelhetőek. A viszonylag szeparált mikrokörnyezetek ugyanis csak akkor alakíthatják számottevően a mezo- és a makrokörnyezetet, ha igen nagy számban azonos irányú hatásokat fejtenek ki (pl. egy város szénfűtéses lakásainak összessége egy fűtési idényben képes a mezokörnyezet levegőjének SO_2 , SO_3 , CO_2 és CO tartalmát jelentősen megemelni, vagy egy iparvidék gyárainak összessége a talajvizet és a levegőt bizonyos módon elszennyezni).

Az előbbi gondolatmenet a "közegek, mint környezet" minőségének problematikájára vonatkozott. A számunkra fontosabb mesterséges "tárgyi környezet" biztonságosságának kérdésköre a mikrokörnyezetben például a mozgó gépalkatrészekkel vagy villamos feszültség alatt levő tárgyakkal való érintkezést megakadályozó munkahely-kialakítást és biztonsággal használható közszükségleti cikkeket, a mezokörnyezetben a biztonságos városi építkezéseket, tatarozásokat, útfelbontásokat, anyagszállítást és közlekedést, míg a makrokörnyezetben a biztonságos közúti és vasúti szállítást, a biztonságosan használható utakat, vasutakat, hidakat, gátakat és védőtöltéseket jelentheti. Az ezeket biztosító ergonómiai tervezési elveket később részletesebben áttekintjük.

Az egyszerűbb áttekinthetőség érdekében ezeket a kapcsolatokat a 12. ábrán és a 7. táblázatban foglaltuk vázlatosan össze. Ezek tanulmányozása során figyelembe kell venni azt a korábban már említett tényt, hogy a makrokörnyezet erőteljes és gyors változásai - bizonyos áttételeken át - hamar éreztetik hatásukat a mezokörnyezetben, a mezokörnyezet változásai pedig a mikrokörnyezetben. Ezért a feltüntetett mikrokörnyezeti veszélyforrásokhoz mindenkor hozzáadódnak a mezokörnyezeti, a mezokörnyezeti kockázatokhoz pedig a makrokörnyezeti folyamatokból eredő további veszélyforrások.



12. ábra

Az ember mikro-, mezo- és makrokörnyezetének viszonya. A biztonság-technika és biztonság-ergonómia tárgyát elsősorban a "MIKROKÖRNYEZET" jelű mező jobboldali fele jelképezi.

	<p>IDŐKÉSÉSSEL JELENTKEZŐ KÁROSODÁSOK</p> <p>(elsősorban a közegektől származó, lassú klimatikus, vegyi, mechanikai vagy biológiai hatások tartós expozíciója eredményeként bizonyos idő után megjelenő károsodások)</p>	<p>AZONNAL JELENTKEZŐ KÁROSODÁSOK</p> <p>(mikro- és mezoszinten elsősorban a tárgyi környezettől származó, gyors és erőteljes mechanikai, villamos, kémiai vagy biológiai hatások eredményeként megjelenő azonnali károsodások)</p>
MIKROKÖRNYEZET	<p>Levegőből: pl. hideg, nyirkos és huzatos munkahely; illetve oldószergőzök, savgőzök, lebegő por, dohányfüst, CO stb. tartós belégzése folytán fokozatosan kialakuló károsodások: krónikus reumatikus és légzésszervi betegségek, szilikózis, bőrbántalmak, mentális leépülés stb.</p> <p>Vízből: pl. az elfogyasztott vezetékes víz túlságosan magas klór-, nitrát-, vagy jódtartalma következtében fokozatosan kialakuló károsodások</p>	<p>Mechanikai hatásokból: pl. gépek mozgó részeivel való érintkezésből, robbanásokból, elesésekből, zuhanásokból stb. származó balesetek stb.</p> <p>Villamos hatásokból: pl. áramütések, villámcsapások stb.</p> <p>Vegyi hatásokból: pl. robbanások, égések, akut mérgezések és gyulladások stb.</p> <p>Biológiai hatásokból: pl. bakteorológiai vagy vírus fertőzések stb.</p>
MEZOKÖRNYEZET	<p>Levegőből: pl. kipufogó gázok, lebegő por, CO, ipari tevékenységből vagy fűtésből származó gázok, allergén anyagok stb. tartós belégzése folytán fokozatosan kialakuló károsodások</p> <p>Földből: pl. növényvédő, rovarirtó, szúnyogirtó stb. szereknek, illetve egyéb vegyszereknek a talajon át a táplálékláncba, majd az emberi szervezetbe kerülése következtében fokozatosan kialakuló károsodások</p>	<p>Mechanikai hatásokból: közlekedési, építkezési, ipari stb. balesetek</p> <p>Vegyi hatásokból: pl. nagyobb körzeteket érintő robbanások, tűzvézések, tömeges mérgezések stb.</p> <p>Biológiai hatásokból: pl. tömeges bakteorológiai vagy vírus fertőzések, járványok stb.</p>
MAKROKÖRNYEZET	<p>Levegőből: pl. savas eső okozta bőrbántalmak stb.</p> <p>Vízből: pl. szennyezett vízben való fürdés, vagy onnan származó hal fogyasztása következtében fokozatosan kialakuló károsodások stb.</p> <p>Egyéb hatások: pl. az ózonpajzs elvékonyodása miatt megnövekedett UV sugárzás következményei</p>	<p>Levegőből: pl. szélviharok (hurrikán, tornádó stb.), jégesők stb.</p> <p>Vízből: pl. áradások, szökőárok stb. pusztításai</p> <p>Földből: pl. földrengések, vulkánkitörések stb. pusztításai</p>

7. táblázat

A környezeti veszélyforrások csoportosítása. A biztonság-technika és biztonság-ergonómia tárgyat elsősorban a vastag vonallal bekeretezett mező jelképezi

3.2. Az ergonómia szerepe a munkabiztonságban

3.2.1. Az ergonómiai és pszichológiai megközelítés szükségessége

Az iparilag fejlett országokban a különböző ipari termékek számának és választékának növekedésével párhuzamosan növekedik az ezen termékekkel kapcsolatos balesetek száma is. Az Amerikai Egyesült Államokban évente 20 millió ember sérül meg közszükségleti cikkek használatával kapcsolatos balesetekben - STOBBE és PLUMMER (1982) - és ezek közül 100.000 véglegesen munkaképtelenné válik, 30.000 pedig meghal. Hollandiában évente közelítőleg 1,6 millió embert kell orvosi kezelésben részesíteni kisebb-nagyobb balesetek miatt - MULDER et al. (1995) - és ezeknek a sérüléseknek a fele a háztartásokban következik be. A háztartásokban bekövetkezett balesetek mintegy kétharmadában legalább egy kereskedelmi terméknek - közszükségleti cikknek - valamilyen szerepe van. A balesetek jó esetben is hosszas kellemetlenségeket, súlyosabb esetben pedig maradandó károsodásokat (esetleg halált) okoznak azoknak, akik elszenvedik, a társadalomra pedig jelentős anyagi terheket rónak az orvosi kezelések és a kiesett munkaidő révén. A biztonságtalan termékek forgalmazása a - legalábbis közép és hosszú távon - a gyártónak sem érdeke, mert a hiányosságok előbb-utóbb ismertté válnak és a piacon negatív megítélés alakul ki a termékkel, sőt a gyártó céggel szemben is. Ezen túlmenően súlyos konkrét esetek kapcsán felmerül a gyártó jogi felelőssége is, amely költséges bírósági eljárásokhoz és jelentős kártérítések kifizetéséhez vezethet. Az Amerikai Egyesült Államokban a legutóbbi évtized során tízszeresére nőtt a termékfelelősséggel kapcsolatos bírósági eljárások száma. Egy-egy ilyen nagy nyilvánosság előtt és a sajtó érdeklődésének középpontjában lezajló per kimenetele hosszú időre lehetetlenné teheti a gyártó piaci helyzetét.

Ezideig a termékbiztonságért felelősök elsősorban a fogyasztók viselkedését igyekeztek befolyásolni oktatás, kiképzés és figyelmeztető feliratok révén, ami bizonyos fokig természetesen érthető és jogos. Ugyanakkor, ha kizárólag a fogyasztók viselkedésének a befolyásolásával akarjuk a kérdést megoldani, csak nagyon szerény eredményeket érhetünk el. Amint ADLER (1995, p. 84) megjegyzi, a termékeket könnyebb áttervezni, mint a fogyasztókat. A fogyasztók millióinak megrögzült szokásait és viselkedési mintázatait valóban rendkívül nehéz és költséges módosítani, ezért több sikerrel kecsegtető - és így korszerűbb - az a megközelítés, amely szerint a fogyasztók szokásaiból kell kiindulni és azokhoz kell gondos tervezéssel a termék tulajdonságait hozzáigazítani. A korszerű európai jogalkotás a termékbiztonság és termékfelelősség területén ma már sokkal többre tekint, mint bizonyos előírt műszaki jellemzőknek való egyszerű megfelelés. A balesetek bekövetkezésének valószínűségét egyaránt befolyásolja az, hogy a terméket *hogyan* és az, hogy *hol* használják. A termék tényleges használata a gyakorlatban teljesen eltérhet a tervező eredeti elképzeléseitől - KANIS & WENDEL (1990), ÖSTER et al. (1994) - és ennek súlyos következményei lehetnek. Ezek alapján némileg meglepő, hogy a jövőbeli felhasználók várható viselkedésének és elvárásainak már a tervezés fázisában történő figyelembe vétele - MARINISSEN (1993), LAUGHERY (1993), NORMAN (1992) - ma még csak a kezdeteknél tart.

A szigorúbbá vált termékfelelősségi követelmények miatt a gyártók igyekeznek kockázatukat megfelelő biztosításokkal csökkenteni, a biztosító társaságok azonban ebben az új helyzetben magasabb árakat szabnak. Okunk van azt hinni, hogy a

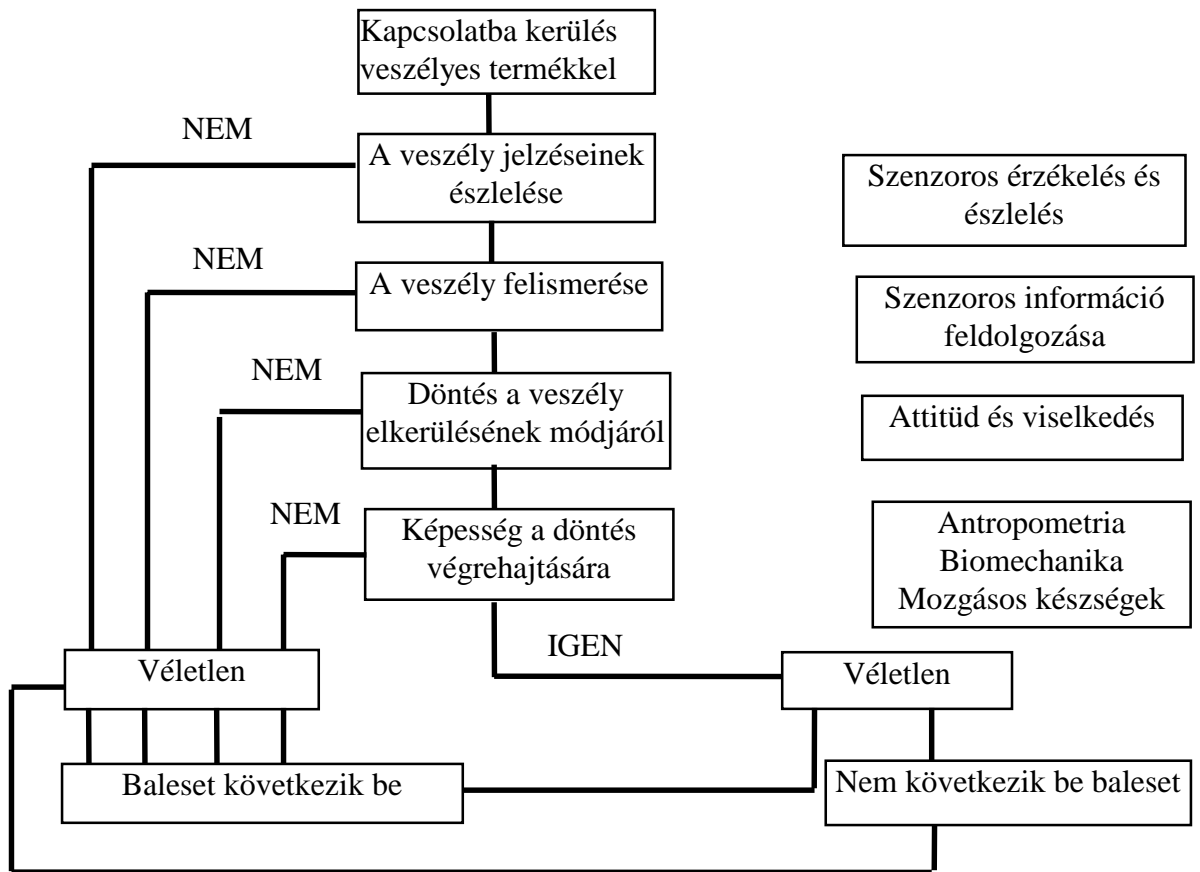
megnövekedett biztosítási költségeket a gyártók igyekeznek a termékek árába beépíteni és így a fogyasztókra áthárítani.

A fentiek véleményünk szerint teljes mértékben indokolják ergonómiai és pszichológiai megközelítés szükségességét a termékbiztonság és termékfelelősség területén. Természetesen ennek a túlhangsúlyozása ugyancsak egyoldalúsághoz vezetne: a szélsőségesen műszaki megközelítésekben a felhasználó marad ki a képből, a teljesen viselkedéstudományi megközelítésben pedig maga a termék szorulna marginális helyzetbe. Mivel azonban jelenleg inkább csak a tisztán műszaki megközelítések egyoldalúságának a veszélye áll fenn, a következőkben elsősorban a viselkedés-központú közelítésekkel foglalkozunk kissé bővebben.

3.2.2. A biztonságtechnika viselkedés-központú megközelítései

A viselkedés-központú megközelítések közös jellemzője, hogy valamilyen modellt kínálnak az emberi információfeldolgozás, a döntéshozás és a kognitív kontroll mechanizmusaira és működésmódjaira. Ezek a baleset-elméletek a felhasználót - némi egyszerűsítéssel - információfeldolgozó csatornának tekintik, és a balesetet azzal magyarázzák, hogy az érzékelés, észlelés, felismerés (azonosítás), értékelés, döntés és végrehajtás egymást követő fázisai közül valamelyikben hiba történik. Igen jól használhatónak bizonyult Rasmussen kognitív szabályozási modellje is, amelyet - a kognitív pszichológia alapfogalmaival együtt - az 1.6.3. fejezetben már összefoglaltunk.

A 13. ábrán RAMSEY (1985, p. 116) egyszerű modellje látható, amely szemléletesen mutatja, hogy az információfeldolgozás különböző szinteken bekövetkező zavarai a véletlennel kombinálódva milyen mechanizmusok révén vezethetnek balesetekhez.



13. ábra
RAMSEY (1985) baleset-kialakulási modellje

3.2.3. A balesetek kialakulásának befolyásoló tényezői

3.2.3.1. A felhasználó által végzett tevékenység

Ebben a vonatkozásban az irodalom még meglehetősen szegényes, illetve nagyrészt csak általános és globális megállapítások találhatók. A konkrét baleset-kivizsgálásoknál és elemzéseknél - ha ezt a tényezőt egyáltalán figyelembe veszik - általában a felhasználó beszámolójára hagyatkoznak. Újabban találhatók ugyan olyan közlemények, amelyek a felhasználó által végzett tevékenység megfigyeléséről számolnak be, de ezek a tevékenység tényszerű leírása helyett olyan értékelő megállapításokat tartalmaznak, mint "szerszámok, berendezések és anyagok biztonságatlan elhelyezése" vagy "biztonságatlan testmozgások".

3.2.3.2. A termék

A termék külső megjelenése KREIFELDT és ALPERT (1985), valamint SINGER (1993) szerint már önmagában befolyásolhatja a baleset valószínűségét. A termék kinézete sugalmazhat bizonyos potenciálisan veszélyes használati módot, illetve biztonságos látszatot kelthet olyankor is, amikor valójában nem biztonságos. Másrészt

az alkalmasan választott forma figyelmeztetheti a felhasználót a lehetséges veszélyekre: FRANTZ és MILLER (1993), NORMAN (1988).

DRURY és BRILL (1983), GIBSON (1977) és SINGER (1993) szerint a termékek következő tulajdonságai befolyásolhatják a felhasználó viselkedését:

szín, textúra, összetétel, méret, alak, tömeg, felületi kikészítés, elasztikusság, merevség, fényvisszaverés, átlátszóság, törekenység, a súlypont elhelyezkedése és stabilitás. A termék elhasználódása közben egyes tulajdonságai - pl. a karbantartás hiánya, a gyakori és intenzív igénybevétel vagy a korrózió hatására - megváltozhatnak és félrevezethetik a felhasználót.

3.2.3.3. A környezet

A materiális környezet jellemzői közül - COHEN és LIN (1991), DRURY és BRILL (1983), EVANS (1991), HALE és HALE (1972), RAMSEY (1985) és SURRY (1974) szerint - a következőknek lehet jelentősége: akadályok, munkafelület, rendelkezésre álló munkatér, hőmérséklet, zaj, világítás és időjárási körülmények.

A szociális környezet meghatározói közül - például ROBINSON (1982), illetve WAGENAAR & REASON (1990) szerint - a szervezeti tényezők, a vezetés színvonala és munkamegosztás jelentősége emelhető ki. A szociális környezetben bekövetkezett jelentős változások, mint például a házastárs vagy családtag halála, válás vagy munkahely-változtatás EVANS (1991) és PORTER (1988) eredményei szerint növeli annak a valószínűségét, hogy az érintett személyt baleset éri.

3.2.3.4. A felhasználó

A 3.2. fejezet logikája szerint a felhasználó jellemzőinek természetesen meg kell jelenniük a munkabiztonság meghatározói között, ezt a témakört azonban kiemelkedő jelentősége miatt a következő 3.3. fejezetben részleteiben is áttekintjük.

3.3. A biztonságot meghatározó emberi tényezők

3.3.1. Az emberi hibázás alapmodellje

Az emberi hibázás alapmodelljeként REASON (1994) modelljét fogadjuk el, amelyet a következőkben röviden áttekintünk. Eszerint az *előzetes szándék* (*prior intention*) és a *hiba* (*error*) fogalmai pszichológiai szempontból egymástól elválaszthatatlanok: hibáról csak előzetes szándék alapján végrehajtott cselekvések esetén beszélhetünk. Az *emberi hiba* (*human error*) általános fogalom, amely magában foglal minden olyan helyzetet, amelyben a mentális vagy fizikai cselekvések megtervezett sorozata nem éri el előre eltervezett szándékozott célját és ez a kudarc nem tulajdonítható valamilyen rendkívüli véletlenszerű körülménynek.

A hibák két alapvető típusa fentiek szerint a következő.

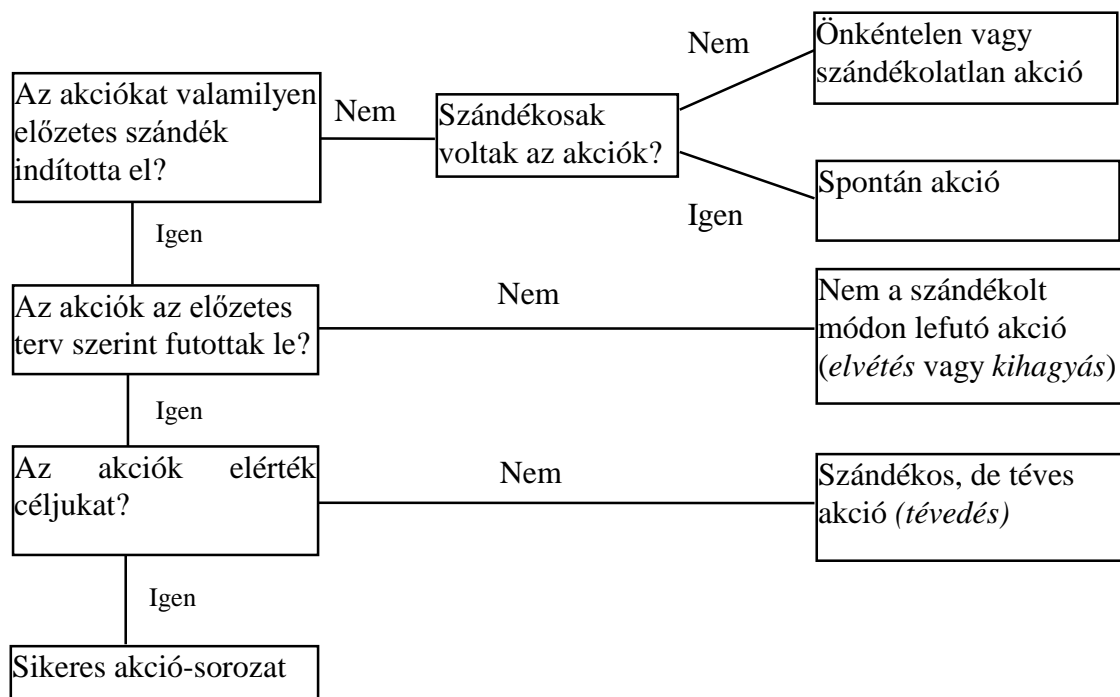
(1) A cselekvések nem a terv szerint futnak le (függetlenül attól, hogy maga a terv helyes-e vagy nem). Ezek a *végrehajtási* vagy/és *tárolási hibák*, mivel a megfelelő cselekvések sorozata vagy rosszul lett végrehajtvá, vagy/és már az eltárolásukban is hiba volt. Ezek az ún. *elvé tések* (*slips*) és *kihagyások* (*lapses*). Az elvé tések potenciálisan megfigyelhető, nem terv szerint lefutó cselekvés-sorozatok (tehát végrehajtási hibák), mint amilyenek a nyelvbotlások, elszólások, elírások, félreolvasások vagy félrefutott mozgásos akciók. A kihagyások közvetlenül nem

megfigyelhető, többnyire az emlékezés működési zavarával (kimaradásával) kapcsolatos, az elvétéseknél mélyebben gyökerező hibák (tehát tárolási hibák).

(2) Maga a cselekvési terv hibás (függetlenül attól, hogy a cselekvések a terv szerint futnak-e le vagy nem). Ezek a *tervezési hibák*, amelyeket *tévedésekenek* (*mistakes*) nevezünk. A tévedések az ítéletalkotási és következtetési folyamatok hiányosságai a célok és az azok elérésére kiválasztott eszközök meghatározása során. A tévedések lényegesen komplexebbek, nehezebben megérthetőek és tetten érhetőek, mint az elvétések vagy a kihagyások és ezért azoknál sokkal nagyobb potenciális veszélyt képviselnek. Míg az elvétések és a kihagyások a tervezettől való eltérést jelentik és ezért viszonylag könnyebben tudatosíthatóak, addig a tévedések lényege a rossz tervezés és ezért hosszú ideig észrevétlenek maradhatnak. A tévedésekről gyakran csak valamilyen súlyos következmények kapcsán derül ki, hogy valójában tévedések voltak. A szándékos viselkedésformák - a 14. ábra szerint - a következő három igennel vagy nemmel megválaszolható kérdés segítségével célszerűen kategorizálhatóak.

1. Az akciókat valamilyen előzetes szándék indította el?
2. Az akciók az előzetes terv szerint futottak le?
3. Az akciók elérték céljukat?

Az ábrából látható, hogy pszichológiai értelemben nem minősülnek hibának az előzetes szándék nélkül végrehajtott cselekvések (az önkéntelen vagy szándékolatlan, illetve spontán akciók eredményei). Megjegyzendő, hogy ez az értelmezés eltér a jogi felfogástól, mivel jogi értelemben beszélhetünk felelősségről önkéntelen vagy szándékolatlan, illetve spontán akció eredményeként bekövetkező baleset vagy károkozás (pl. gondatlanságból előidézett baleset vagy hirtelen felindulásban elkövetett testi sértés) esetén is. A szándékolatlanságot, illetve a spontaneitást azonban a jogi szemlélet is figyelembe veszi módosító vagy enyhítő körülményként. Megjegyzendő az is, hogy elvben lehetséges - pl. véletlen szerencse révén -, hogy az akció-sorozat annak ellenére sikeres, hogy nem az előzetes terv szerint fut le. Mivel azonban az ilyen esetek rendkívül valószínűtlenek, ezek felvételével a modellünket nem tesszük kevésbé áttekinthetővé.



14. ábra

Algoritmus az emberi hibák típusainak elkülönítésére

Első közelítésben tehát azonosítottuk a hibák következő két alapvető típusát: a végrehajtási vagy/és tárolási hibákat (az elvételeket és kihagyásokat), valamint a tervezési hibákat (tévedéseket). Amint azt a következőkben nukleáris területről vett példákkal bemutatjuk, ez az egyszerű kategorizáció további finomításra szorul. Öt alaposan kivizsgált és jól dokumentált atomerőművi vészhelyzetből - KEMENY (1979), PEW, MILLER és FEEHER (1981), WOODS (1982), NUREG (1985), COLLIER és DAVIS (1986), USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy (1986) - vett következő hat hibázás bizonyítja, hogy nem minden hiba sorolható be egyértelműen a fenti két kategóriába.

1. Oyster Creek (1979): Egy operátor el akarta zárni az A és B ürítőszelepeket, de szándékolatlanul elzárta a B és C szelepeket is. Ezzel teljesen megszüntette a reaktormag természetes cirkulációját.
2. Davis-Besse (1985): Egy operátor manuálisan aktivizálni akarta a gőz és tápvíz ellenőrző rendszert, de szándékolatlanul két rossz gombot nyomott meg és ezt a hibát nem vette észre.
3. Oyster Creek (1979): Az operátorok összetévesztettek két szintjelzőt, amelyek általában ugyanazt az értéket mutatták, ezúttal azonban - az 1. pontban leírt szelepszárási hiba miatt - a szintjelzők állása jelentősen eltért. Annak ellenére, hogy az alacsony vízszint miatt a riasztó hangjelzés 3 perc múlva megszólalt és tartósan tovább szólt, a hibát csak 30 perc múlva vették észre.
4. Three Mile Island (1979): Az operátorok nem vették észre, hogy a nyomáscsökkentő szelep nyitott állapotban megszorult, mivel a kiadott - de a megszorulás miatt sikertelen - záróparancsnak megfelelően a panelen elhelyezett kijelző tévesen a szelep zárt állapotát jelezte. A zárómechanizmus

meghibásodásának a lehetőségét nem vették figyelembe és ennek súlyos következményei lettek.

5. Ginna (1986): Az operátorok nyomásmentesíteni akarták a reaktor hűtő-rendszerét, de ehhez helytelen stratégiát választottak: a nyomáscsökkentő szelepet több ciklusban nyitották és zárták, míg végül a negyedik zárásnál - ez esetben már csak zárási kísérletnél - nyitott állapotban megszorult és ezért nyitva maradt.
6. Csernobil (1986): Annak ellenére, hogy egy korábbi operátori hiba következtében már jóval a maximális teljesítmény 10 %-a alá csökkentették a reaktor teljesítményét, továbbá annak ellenére, hogy rendkívül szigorú biztonsági szabályok tiltottak bármiféle műveletet a maximális teljesítmény 20 %-a alatt, az operátorokból és elektromos szakemberekből álló csoport folytatta az eltervezett teszt-programot. Ez, és a biztonsági szabályok ezt követő további megsértése vezetett a reaktorban bekövetkező kettős robbanáshoz, amely felhasította a reaktor falát és nagy mennyiségű radioaktív anyagot juttatott az atmoszférába.

Az 1. és 2. esetekben egyértelműen elvétések történtek, mivel a szándékok helyesek voltak, csupán azok végrehajtása volt sikertelen. Hasonlóan 5. és 6. meglehetősen egyértelműen tévedéseknek minősíthetők, mert az akciók végrehajtása a tervek szerint történt, de maguk a tervek voltak - súlyosan - hibásak.

A 3. és 4. operátori hibák azonban nem illenek tisztán egyik kategóriába sem: mutatják egyrészt a tévedések bizonyos vonásait (a rendszer állapotát rosszul ítélték meg), de ugyanakkor elvétel-szerű sajátosságaik is vannak (a múltban sokszor bevált, itt azonban helytelen "erős-de-rossz" típusú rutinszerű válaszok). Ha közelebbről megvizsgáljuk, akkor kitűnik, hogy e két utóbbi hiba közös vonása a

"ha (X helyzet), akkor (Y rendszerállapot)"

típusú helytelen diagnosztikus szabályok alkalmazása. Mindkét esetben arról van szó, hogy azok a szabályok, amelyek a múltban mindig érvényesnek bizonyultak, az adott rendkívüli helyzetben érvénytelenné váltak és ezért rossz válaszokat eredményeztek. Ezt a problémát úgy hidaljuk át, hogy - Rasmussen 1.6.3. fejezetben összefoglalt kognitív szabályozási modelljére építve - a tévedések következő két fajtáját különböztetjük meg:

- *tévedések a szabályokon alapuló szinten*
- *tévedések a tudáson alapuló szinten.*

Az elvétésekkel és a kétféle tévedéssel együtt immár három fő hibatípus jellemzőit a 8. táblázatban foglaltuk össze.

Az *elvétések és kihagyások* - amelyek mindig a gyakorlottságon alapuló szinten fordulnak elő - bekövetkezése olyan típusú tevékenységnél várható, amikor valamilyen jól megalapozott (begyakorlott) rutin tevékenységtől valamilyen okból el kell térni. A hiba ezen a szinten abban áll, hogy a figyelem nem fókuszálódik eléggé a tevékenységre és ezért rutintól nem tudunk eltérni, a korábbi beidegződések által kialakított "erős-de-rossz" választ adjuk. Például ha mi magunk mindig kávéat iszunk, de éppen olyan vendégünk van, aki teát kér, előfordulhat - ha nem figyelünk eléggé oda -, hogy automatikusan kávéat készítünk neki is. Hasonló a helyzet akkor is, ha legutóbb mi magunk átrendeztük az iratainkat tartalmazó szekrényt vagy íróasztalt és most mégis a korábbi helyén keresünk valamit. Ezekben az esetekben az akciók sora közvetlen kognitív (tudatos) kontroll nélkül, automatikusan fut le és ezek a hibák a korábbi erős beidegzések alapján nagyrészt előrejelezhetőek. Valamennyi emberi akció, beleértve a tudáson alapuló szintről indítottakat is, gyakorlottságon alapuló - illetve kisebb mértékben szabályokon alapuló - szintű rutinok formájában realizálódik. Ezen rutin akciók száma ezért igen nagy és ennek megfelelően a

lehetséges hibák abszolút száma is viszonylag nagy lehet a tudáson alapuló szinten elkövetett hibákhoz - tévedésekhez - viszonyítva. Ugyanakkor ezen hibák számának aránya az összes akcióhoz - az összes hibalehetőséghez - képest meglehetősen kicsi. A szituatív tényezők szerepe a rutinok automatizmusa miatt érthetően kicsi, a belső tényezők - elsősorban a rutinok korábbi sikeres lefutásának a gyakorisága, a beidegzések erőssége - a meghatározók. A félrefutott rutin általában könnyen felismerhető, a vendégnek tea

Dimenzió	Elvétések és kihagyások (a gyakorlottságon alapuló szinten)	Tévedések a szabályokon alapuló szinten	Tévedések a tudáson alapuló szinten
Tevékenység típusa	Rutin	Problémamegoldás	Problémamegoldás
Figyelem fókusza	Nem a tevékenységgel kapcsolatos tárgyra irányul	A tevékenységgel kapcsolatos tárgyra irányul	A tevékenységgel kapcsolatos tárgyra irányul
Kognitív kontroll	Automatikus feldolgozás ("feedforward" készség-sémák alapján)	Automatikus feldolgozás ("feedforward" tárolt-szabályok alapján)	Tudatos feldolgozás ("feedback")
Hibák előrejelezhetősége	Nagyrészt előrejelezhető "erős-de-rossz" típusú hibák (akciók alapján)	Nagyrészt előrejelezhető "erős-de-rossz" típusú hibák (szabályok alapján)	Változó
Tényleges hibák és hibalehetőségek aránya	Bár az abszolút hibaszám viszonylag nagy lehet, ezek aránya az összes hibalehetőséghez kicsi	Bár az abszolút hibaszám viszonylag nagy lehet, ezek aránya az összes hibalehetőséghez kicsi	Az abszolút hibaszám kicsi, de ezek aránya az összes hibalehetőséghez nagy
Szituatív tényezők szerepe	Kicsitől közepesig. Belső tényezők - korábbi előfordulások - a meghatározók	Kicsitől közepesig. Belső tényezők - korábbi előfordulások - a meghatározók	Külső tényezők a meghatározók
Felismerés nehézsége	Általában gyorsan és hatékonyan felismerhető	Nehezen, gyakran csak külső beavatkozás segítségével ismerhető fel	Nehezen, gyakran csak külső beavatkozás segítségével ismerhető fel
Viszony a változáshoz	A változás ténye nem tudatosul a megfelelő időben a személynél	A változást a személy bizonyos mértékben várja, de nem tudja annak pontos idejét és formáját	A változást a személy nem várja és arra nincs felkészülve

8. táblázat
A három fő hibatípus jellemzői

helyett készített kávéval kapcsolatos fenti példában például akkor, amikor a teát a vendégnek átnyújtjuk. WOODS (1984) módszeres kutatása is azt igazolta, hogy atomerőművi operátorok sokkal inkább észreveszik az általuk elkövetett elvétéseket

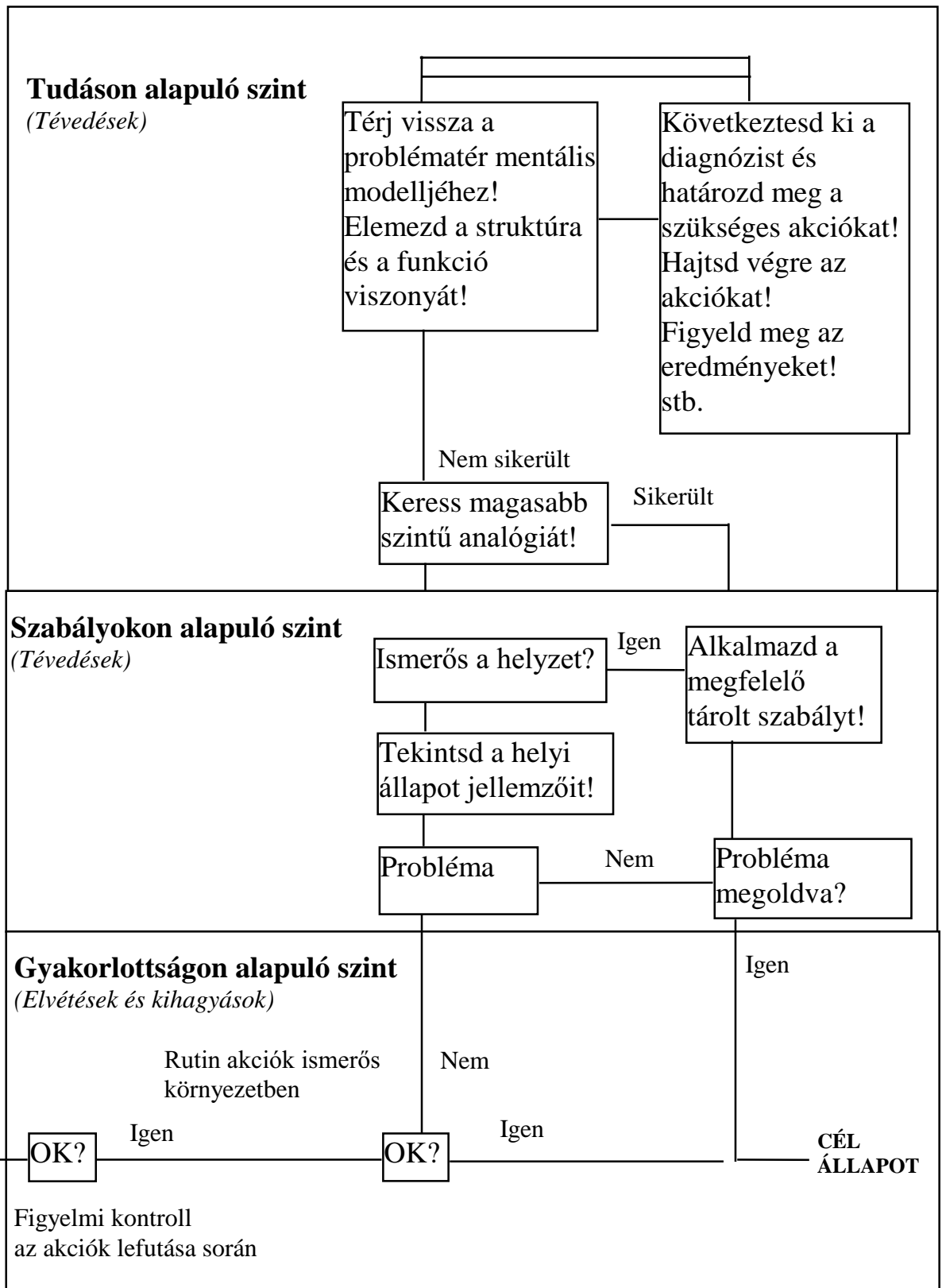
és kihagyásokat, mint a tévedéseket. Az elvétések és kihagyások sajátos viszonya a változáshoz abban áll, hogy a korábbiakhoz képest szükséges változás igénye nem tudatosul a megfelelő időben a személynél. Az előbbi példában ez azt jelentette, hogy a kávé készítése során nem tudatosult, hogy a korábbiaktól eltérően a forró vizet ezúttal nem kávéra, hanem teára kellene önteni.

A *tévedések a szabályokon alapuló szinten* abból adódnak, hogy a személy ugyan bizonyos mértékben fel van készítve környezete megváltozásának kezelésére, de azt nem lehet előre látni, hogy ezek a változások pontosan mikor és milyen formában következnek be. Ha azután végül egy olyan változás következik be, amire a személynek reagálni kell, akkor saját korábbi tapasztalatai alapján leszűrt, vagy másoktól készen kapott olyan szabályokat is hajlamos alkalmazni, amelyek az adott helyzetben valójában nem érvényesek. A tevékenység típusa ekkor problémamegoldás és a figyelem a tevékenységgel kapcsolatos tárgyra, a vonatkozó szabályok felidézésére, irányul. Ezekben az esetekben az akciók sora - az elvétésekhez és kihagyásokhoz hasonlóan - közvetlen kognitív (tudatos) kontroll nélkül, automatikusan fut le és ezek a hibák ugyancsak nagyrészt előrejelezhetőek. A tényleges hibák és hibalehetőségek aránya valamint a szituatív tényezők szerepe az elvétéseknek és kihagyásoknak megfelelően alacsony, de azoktól eltérően nehezen - gyakran csak külső beavatkozás segítségével - ismerhetőek fel. A változást a személy bizonyos mértékben várja ugyan, de nem tudja annak pontos idejét és formáját és ezért fordul elő, hogy rossz szabályt alkalmaz, vagy rosszul alkalmaz egy egyébként megfelelő szabályt.

A *tévedések a tudáson alapuló szinten* arra vezethetők vissza, hogy a környezet váratlanul és radikálisan megváltozik és a személy olyan számára teljesen újszerű helyzettel találkozik, amelynek a megoldásához nincsenek kész eszközei. A tevékenység típusa ekkor kifejezetten problémamegoldás és a figyelem a tevékenységgel kapcsolatos tárgyra, a vonatkozó mentális modell - a probléma-tér belső reprezentációja - felidézésére, irányul. Ezekben az esetekben az akciók sora - az elvétésektől és kihagyásoktól, valamint a szabályokon alapuló szinten bekövetkező tévedésektől eltérően - erős kognitív (tudatos) kontroll alatt megy végbe és ennek megfelelően ezek a hibák nem jelezhetőek előre. Mivel az emberi tevékenységnek általában csak kis hányada megy végbe a tudáson alapuló szinten, az itt elkövetett hibák abszolút száma viszonylag kicsi, de ezen a kategórián belül a hibák relatív száma a viszonylag nehézkes - lassú, soros, munkaigényes - tudatos információfeldolgozás miatt meglehetősen nagy.

Míg az elvétések és kihagyások természetesen a probléma felfedezése előtt következnek be, addig a szabályokon és a tudáson alapuló szinten megjelenő tévedések éppen egy probléma-helyzetre adott - de végül is hibásnak bizonyuló - válaszok. Az elvétések és kihagyások ezért a megfigyelés és ellenőrzés hiányosságaira (*monitoring failures*), míg a szabályokon és a tudáson alapuló szinten bekövetkező tévedések a problémamegoldás (*problem-solving failures*) zavaraira vezethetők vissza.

A fentebb leírtakat REASON (1994) általános emberi hibázási modellje (GEMS = Generic Error-modelling System) a következőképpen foglalja össze.



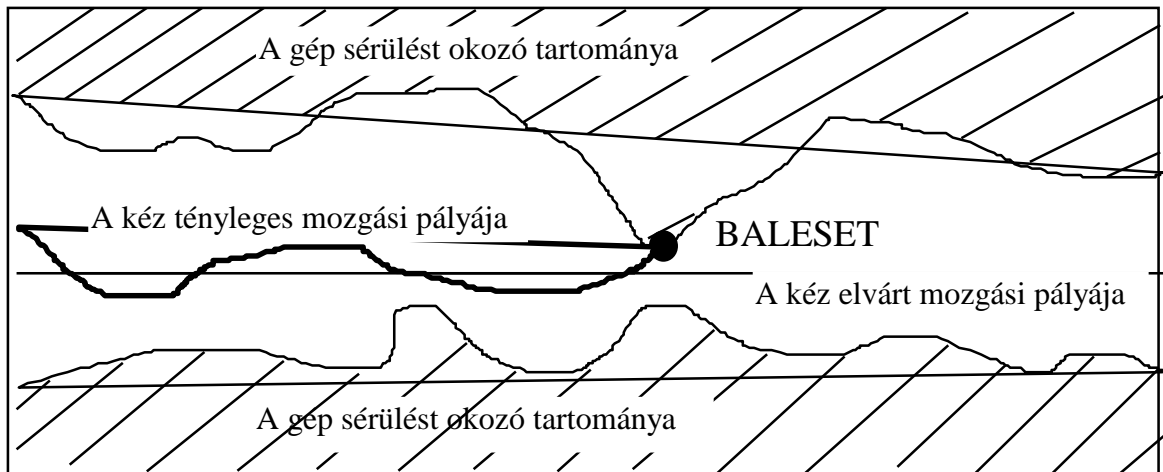
15. ábra

REASON (1994) általános emberi hibázási modellje (GEMS = Generic Error-modelling System)

3.3.2. A felhasználó érzékszervi és fizikai jellemzői

A szenzomotoros készségek - mindenek előtt a reakcióidő, a szem-kéz koordináció és a mozgás-pontosság - balesetek kialakulásában játszott szerepét többen és ismételten vizsgálták: pl. GUILFORD (1973), HALE és GLENDON (1987), HALE és HALE (1972), PORTER (1988), RAMSEY (1985), STEENBEKKERS (1993), SURRY (1974). Ezeknek a vizsgálatoknak az eredményei azonban nagyrészt ellentmondásosak.

Ismert, hogy a (kéz) mozgások pontosságában és sebességében fluktuáció figyelhető meg. Ezen az alapon - a 16. ábrának megfelelően - bizonyos balesetek közvetlen kiváltó okai felfoghatók úgy, hogy a kézmozgás fluktuációja és a gép folyamatos mozgása következtében a kéz átlépte a kritikus határt.



16. ábra

A kéz mozgása egy gépen a balesetet közvetlenül megelőzően SURRY (1974) nyomán

Bizonyos esetekben a látáson kívül más érzékszervi képességek - pl. hallás, szaglás, tapintás stb. - is meghatározó jelentőségűek lehetnek. A fizikai jellemzők közül a testméreteknek, a személy által kifejtethető erőnek, a jobb- vagy balkezességnek és az általános egészségi állapotnak lehet jelentősége.

3.3.3. A felhasználó mentális jellemzői

A balesetezés szempontjából releváns mentális jellemzők általában a következők: gondolkodás (a gyakorlottság és tudás által meghatározott), a kockázat-érzékelés, attitűdök és motiváció, egyes személyiségvonások, intelligencia.

A várakozásnak megfelelően a gyakorlatlan személyek általában többször baleseteznek, azonban ebben a vonatkozásban a másik véglet sem biztonságos: ha az emberek túlságosan is ismert feladatot végeznek csökkenhet a figyelmük és ennek szintén balesetezés lehet a következménye: HALE és HALE (1972). Ez az ún. *"túlságosan jól ismertség"* (*overfamiliarity*) jelensége.

Sokat vitatott elképzelés az ún. "kockázat-homeosztázis" elmélete. Eszerint az emberek egy bizonyos kockázati szintet elfogadnak és úgy cselekszenek, hogy ezt a szintet folyamatosan megtartsák. Ha valamilyen okból az általuk észlelt kockázat

nagysága megváltozik, akkor viselkedésüket ennek megfelelően úgy módosítják, hogy az érzékelt kockázat visszaálljon az eredeti szintre. WILDE (1982) beszámolt arról, hogy amikor Svédországban a közutakon áttértek a jobb oldali közlekedésre, a balesetek száma hirtelen lecsökkent és csak két év alatt tért vissza az eredeti értékre. A szerző ezt a "kockázat-homeosztázis" elmélet alapján értelmezi: kezdetben a gépjárművezetők túlértékelték a kockázatot és ennek megfelelően eleinte óvatosabban vezettek. Később érzékelték, hogy a jobb oldali közlekedés nem annyira veszélyes, mint eredetileg gondolták és kockázattal való viselkedésüket fokozatosan visszaállították arra a szintre, ami az általuk elfogadott kockázat nagyságának megfelel.

Néhány szerző - pl. GUILFORD (1973), EVANS (1991) - azt találta, hogy az intelligensebb emberek kevesebbet baleseteznek, mint kevésbé intelligens társaik.

3.3.4. A felhasználó "baleseti hajlama"

A felhasználó "baleseti hajlama" egy még részben vitatott elképzelés: eszerint bizonyos emberek nagyobb valószínűséggel szenvednek baleseteket, mint egyéb vonatkozásokban hasonló tulajdonságokkal jellemezhető társaik. A koncepciót GREENWOOD és WOODS (1919, 1964) vezették be és a személy tartós jellemzőjének tekintették. Matematikai statisztikai módszerekkel bizonyították, hogy egyes balesetet szenvedett személyek nagyobb valószínűséggel szenvednek újabb baleseteket, mint mások.

Más szerzők egy adott korábbi és egy későbbi időszakban bekövetkezett balesetek számának kapcsolatát elemezték korrelációs technikával és egyesek - pl. McKENNA (1983), WALBEEHM (1960) - úgy találták, hogy akik korábban többet baleseteztek, azok később is több balesetet szenvedtek. Ugyanakkor mások - pl. PORTER (1988) - ezt az összefüggést nem tudták kimutatni.

3.3.5. A felhasználó időleges állapota

COHEN és LIN (1991), FEGETTER (1982), HALE és GLENDON (1987), PORTER (1988), RAMSEY (1985), SURRY (1974) és mások eredményei szerint felhasználó aktuális szenzoros, mentális és fizikai állapota, aktuális öltözete, pillanatnyi sietsége, figyelmetlensége, fáradtsága, illetve a menstruáció a legjelentősebb olyan időleges tényezők, amelyek befolyásolhatják a balesetek kialakulását.

Alkohol fogyasztása közismert módon emeli - elsősorban a közlekedés területén - a baleseti valószínűséget. A fáradtságnak - FARMER (1932), HALE és HALE (1972), McKENNA (1982) nyomán - csak a szélsőségesen extrém mértéke bizonyult a baleseti valószínűséget növelő tényezőnek. A "fordított U hipotézis" BROWN (1990) szerint ezen a területen is igaznak bizonyult: balesetek leginkább akkor következnek be, ha a felhasználó arousal szintje vagy túlságosan alacsony (pl. unatkozik vagy álmos), vagy túlságosan magas (pl. ideges vagy extrém mértékben motivált). A bioritmus és a balesetezés kapcsolatára ezideig nem sikerült meggyőző bizonyítékokat találni.

3.4. A termékbiztonság alapjai

3.4.1. Veszélyforrás, kockázat, veszély, kockázatészlelés

A termékbiztonsággal, illetve a biztonságtudománnyal foglalkozó szakemberek többsége - elsősorban CHRISTENSEN (1987) nyomán - általában a következő definíciókat fogadja el.

Veszélyforrás (hazard): valamilyen konkrét meghatározott hatótényező, amely potenciálisan sérülést vagy halált okozhat, illetve ezek bekövetkezéséhez hozzájárulhat.

Egy elektromos körfűrész által hordozott veszélyforrások például az éles forgó penge, az elektromosság és a vágandó fából esetlegesen kirepülő kisebb darabok. Valamilyen vegyi anyag veszélyforrásai lehetnek például a következő konkrét tulajdonságok: belélegezve mérgezést okoz vagy irritálja a bőrt. Egy terméknek lehetnek nyilvánvaló veszélyforrásai (pl. egy vadászfegyver esetén) és rejtett veszélyforrásai (pl. egy fűnyírónak a forgó kések miatt). Általában minél több veszélyforrása van egy terméknek vagy egy helyzetnek, annál inkább *veszélyesebbnek* érzékeljük.

Kockázat (risk): annak a valószínűsége, hogy egy adott rendszer adott eleme egy rögzített időtartam alatt meghatározott módon károsodik. A termékbiztonság vonatkozásában ez a meghatározás annak a valószínűségét jelenti, hogy a felhasználóból, az adott termékből és az ezeket befoglaló környezetből álló Ember - Gép - Környezet rendszer valamelyik konkrét alrendszere, illetve eleme a felhasználó és a termék interakciója során megsérül. A kockázat mint valószínűség tehát nagyobb statisztikai minta alapján meghatározott számszerű érték, amelynek megadásakor mindig azt is meg kell adni, hogy (1) minek a károsodására, (2) milyen károsodásra és (3) milyen hosszú időtartamra vonatkozik. A kockázatot termékbiztonsági vonatkozásban legtöbbször a felhasználó sérülése szempontjából értelmezzük. és beszélhetünk például annak a valószínűségéről, hogy egy adott elektromos fűrógéppel 1000 óra használat során a felhasználó keze megsérül, vagy hogy a felhasználó egy meghatározott típusú hajszárító használatára esetén 100 órán belül áramütést kap. Gyakran ezeket az adatokat nem közvetlenül valószínűségekből, hanem gyakoriságokban adják meg, amiből azonban a valószínűségek már közvetlenül meghatározhatóak. Például a minőségvizsgáló intézet vagy hatóság közzéteheti egy propán-bután palackról üzemelő fűtőberendezéssel kapcsolatban a kockázati adatokat olyan formában, hogy megadja az egy évre eső robbanásos vagy fulladásos balesetben érintett személyek számát. Ha emellett ismert - vagy biztonsággal becsülhető - az adott fűtőberendezés összes használójának a száma, akkor a kockázatnak megfelelő valószínűség is számítható.

Egyes esetekben indokolt lehet a kockázatot nem a felhasználó sérülésére, hanem magának a terméknek vagy a környezetnek a károsodására vonatkoztatni. Például ha egy igen költséges berendezés súlyosan meghibásodik és használhatatlanná válik, de a felhasználó fizikailag nem sérül meg, akkor a felhasználó lényegében anyagilag károsodik. A környezet károsodására olyan esetekben kaphat szerepet kockázati tényezőként, ha egy termék tervezési vagy gyártási okokra visszavezethetően súlyos kárt okozhat a környezetben, például egy kávéfőző felrobban és a szobában tönkreteszi a tapétát, a szőnyeget és a bútorok egy részét.

Veszély (danger): adott veszélyforrás és az ahhoz tartozó kockázat kombinációjaként előálló olyan rendszer-állapot (a körülmények olyan együttese), amely bizonyos mértékig előre látható módon potenciálisan meghatározott károsodáshoz vezethet.

Veszélyes anyagok szállításával, tárolásával és feldolgozásával foglalkozók számára a konkrét anyag tartályára - dobozára, hordójára stb. - olyan feliratokat kell elhelyezni, amelyek az adott veszélyforrás azonosítását segítik (pl. "erősen gyúlékony!" vagy "bőrön át felszívódva is mérgező!") és az azonosított veszélyforráshoz tartozó kockázat mérséklésére útmutatást adnak (pl. "hőhatástól távol tartandó!" vagy "kerüljük el, hogy a bőrrel érintkezésbe jusson!"). Hasonló módokon kell megfogalmazni a különböző közszükségleti cikkek figyelmeztető feliratait, vagy a termékkísérő dokumentációt is.

Mivel a kockázatok teljesen nem szüntethetők meg, csupán csökkenthetők, a gyakorlatban a kockázatokat az adott kockázatok vállalása révén kapott előnyökhöz viszonyítjuk. Könnyen belátható például, hogy ha a lakosság nem vállalná a gázfűtésből adódó kockázatokat, akkor egy kemény télen sokkal több ember fagyna meg, mint amennyi a gázfűtésből keletkező lakástüzekben halna meg.

Az emberek kockázátészlelése összességében meglehetősen összetett jelenség, azonban ezen a területen néhány viszonylag egyszerű törvényszerűség is megfogalmazható. A következőkben néhány olyan "ingerkontinuumot" sorolunk fel, amelyek mentén az emberek többsége konzisztens módon eltérően ítéli meg a környezetéből őt fenyegető és objektíve azonos mértékű kockázatok mértékét.

Önként vállalt kockázat ⇒ kényszerűen elviselt kockázat

Példa: a sízés, hegymászás, ejtőernyőzés vagy sárkányrepülés kockázatát az ezen tevékenységeket önként vállaló emberek alacsonyabbra becsülik, mint pl. az ezzel objektíve azonos valószínűségű közlekedési baleseteket.

Mindennapos állandó kockázat ⇒ hirtelen megjelenő kockázat

Példa: a nap mint nap veszélyes tevékenységet végző ember (pl. tűzoltó, tűzszerész, rendőr, autóversenyző, kaszkadőr stb.) az ezen tevékenységgel objektíve azonos tényleges baleseti valószínűségű, de hirtelen megjelenő pl. járvánnyal vagy árvízzel kapcsolatos katasztrófaveszély kockázatát nagyobbban éli meg.

Közvetlen kockázat ⇒ latens kockázat

Példa: az előző pont szerinti közvetlen és jól észlelhető következményekkel járó veszélyhelyzetekben dolgozó emberek alacsonyabbnak ítélik meg saját munkájuk kockázatát, mint a közeli vegyi üzemből kikerült anyagok által előidézett ezzel objektíve azonos valószínűségű, de hosszabb ideig lappangó következményekkel járó mérgezés, vagy egy atomerőműből kikerült sugárzó anyaggal való ugyancsak hosszabb ideig lappangó következményekkel járó megfertőződés veszélyét.

Ellenőrizhető kockázat ⇒ nem ellenőrizhető kockázat

Példa: a gépkocsivezetők azokat a közvetlen közúti veszélyhelyzeteket, ahol az események lefutását bizonyos határok között kontrollálni tudják, kevésbé veszélyesnek látják, mint egy ezzel objektíve azonos baleseti valószínűséggel jellemezhető repülőutat, ahol az események lefutásának kontrollálására semmilyen lehetőségük nincs.

3.4.2. Termékfelelősség

A termékek RYAN (1982) szerint a következő okok következtében lehetnek biztonságatlanok.

- Nem megfelelő tervezés
- Nem megfelelő gyártás
- A gyártó nem végez megfelelő tesztelést

- A gyártó nem figyelmezteti a fogyasztót a termékkel kapcsolatos veszélyforrásokra
- Félrevezető reklámozás vagy hirdetés
- Nem megfelelő felhasználói útmutató

A termékfelelősséget (*products liability*) rögzítő jogszabályok az iparilag fejlett országokban pontosan megszabják a termékhibára visszavezethető sérülések vagy károk esetén érvényesíthető kárpótlási igények nagyságát. Az elmúlt két évtizedben mind az Európai Közösség országaiban, mind az Amerikai Egyesült Államokban az volt megfigyelhető, hogy a jogalkotás és a joggyakorlat egyre inkább a fogyasztóvédelem felé mozdult el.

Egy ilyen kereset esetén a következő kérdéseket kell megvizsgálni:

- A sérülés - vagy egyéb kár - a termék használatakor következett-e be?
- Hibás volt-e a termék?
- A sérülés - vagy egyéb kár - oksági kapcsolatba hozható-e a termék hibájával?
- A baleset bekövetkezésekor rendeltetésszerűen használták-e a terméket?
- Ha a terméket szándékolatlanul használták az adott módon, ez előrelátható volt-e?
- Megtette-e a gyártó az elvárható lépéseket a sérülések elkerülése érdekében (pl. figyelmeztető címkék, kijelzők, biztonsági előírások)?

3.4.3. Ergonómiai elvek biztonságos termékek tervezéséhez

A különböző termékek használatával kapcsolatban megjelenő veszélyforrásokat BASS (1986) szerint - idézi CUSHMAN és ROSENBERG (1991) - a 9. táblázatban foglaltuk össze. Ezen veszélyforrásokkal kapcsolatos kockázatokat a biztonságos termékek tervezése érdekében a lehetőség szerint csökkenteni kell. Az öt legfontosabb kockázat-csökkentő stratégia a következő.

- Tervezzük a terméket eleve úgy, hogy a veszélyforrások meg se jelenhessenek (1. osztály)
- Izoláljuk a felhasználót a veszélyes helyzettől (2. osztály)

Ez pl. robotok vagy távműködtetésű rendszerek segítségével oldható meg.

- Biztosítsunk olyan fizikai gátakat, amelyek megakadályozzák, hogy a felhasználó közvetlen kapcsolatba kerüljön a veszélyes anyagokkal vagy alkatrészekkel (3. osztály)
- Telepítsünk aktív és passzív figyelmeztető eszközöket (4. osztály)
- Adjunk a felhasználónak útmutatásokat és kiképzést (5. osztály)

Ezeknek a stratégiáknak a hatékonysága az 1. osztálytól az 5. osztályig csökken, egy fizikai gát (3. osztály) például eredményesebb, mint egy figyelmeztető eszköz (4. osztály). Ugyanakkor az azonos osztályon belüli tervezési megoldások nem egyformán hatékonyak: ha például egy védőpajzs nehézkessé teszi a termék használatát, valószínűleg el fogják távolítani. Hasonlóan egy figyelmeztető felirat sem lehet hatásos, ha nem jól látható vagy érthető.

A veszélyforrások azonosítására és a kapcsolódó kockázatok számszerűsítésére meglehetősen sok módszert dolgoztak ki, amelyek használhatósága, pontossága és a használó felkészültségével szembeni követelménytámasztása széles tartományban változik.

3.4.4. Az "intelligens" termékek biztonsági kérdései

Az ún. "intelligens termékek" (*smart products*) egyrészt az interaktív számítógépes szoftver-termékeket, másrészt a valamilyen mikroprocesszoros irányító vagy programozó funkciókkal ellátott termékeket foglalják magukban. Az utóbbiakra példák a különböző programozható másoló-, telefon-, video-, televízió és hifi-készülékek, mosó- és mosogatógépek, ügyfél-tájékoztató információs rendszerek, bankjegykiadó és menetjegykiadó automaták, egyes orvostechnikai berendezések, különböző gépipari célberendezések, stb. A felsorolásból látható, hogy intelligens termékekkel az élet egyre több területén és egyre növekvő számban találkozhatunk. Minden termék, így az intelligens termék is, valamilyen felhasználók számára készül, és ha egy adott termék - amely pusztán műszaki szempontból esetleg kiváló jellemzőkkel rendelkezik - csak nagy ráfordítások árán, nehézkesen vagy bizonyos kockázatok árán használható, akkor a felhasználók vagy el fogják utasítani és így az egész fejlesztés kudarcba fulladhat, vagy a használat a felhasználó fokozott igénybevételét okozza és esetleg baleset is bekövetkezhet. Az intelligens termékek minősége szorosan kapcsolódik a rendeltetéshez és több összetevője van. Tartalmazza természetesen a funkcionális elemet (a programoknak helyesen kell lefutniuk, helyes eredményeket kell adniuk, stb.), de mivel ez egyrészt nem ergonómiai probléma, másrészt pedig a funkcionális tesztelést a gyártók általában jól megoldják, ezzel itt nem foglalkozunk. A szoftverek ergonómiai minőségének egyik meghatározó dimenziója a "használhatóság" (*usability*), amin belül az egyik fontos aldimenzió a "tanulhatóság" (*learnability*). Nyilvánvaló, hogy a használhatóságon belül az eseti felhasználóknak szánt termékek esetén a könnyű tanulhatóság nagy fontosságú, míg a rendszeres felhasználóknak szánt termékek esetén ez már nem kap kiemelt jelentőséget. Például egy évekig folyamatosan munkaeszközként használt szoftver termék esetén annak már nincs döntő jelentősége, hogy 20 vagy 30 órai tanulás kellett az elsajátításához. A jó használhatóság természetesen nem csupán a felhasználó kényelme szempontjából fontos.

Veszélyforrások	Lehetséges következmények
<p>Kinetikus veszélyforrások Mozgó vagy olyan nem mozgó alkatrészek - illetve anyagrészek - okozzák, amelyek leeshetnek, illetve kirepülhetnek vagy kilövődhetnek (pl. saját feszültségük vagy rugó által).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mozgó (alkat)részek • Kirepülő (alkat)részek, szilánkok 	<ul style="list-style-type: none"> • Csonttörések, vágási vagy szúrási sérülések • Zúzódások, szemkárosodások
<p>Mechanikai veszélyforrások Éles vagy hegyes kiálló részek, illetve befűződés okozzák.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kiálló élek • Befűződés • • Súlyos test feldőlése • Nagy súly kényszerű emelése 	<ul style="list-style-type: none"> • Vágási sérülések • Ujjak csonkolódása (beszorulás miatt) • Végtagok összezúzódása • Izomszakadás
<p>Kémiai veszélyforrások Marás, tűz, valamint mérgező gázok és gőzök okozzák.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Marás • Tűz 	<ul style="list-style-type: none"> • Égési sérülések • Fuldoklás, megfulladás

<ul style="list-style-type: none"> • Mérgező gázok és gőzök 	(oxigénhiány miatt) <ul style="list-style-type: none"> • Rák
<i>Elektromos veszélyforrások</i> Feszültség alatti elektromos vezetékek, kapcsolók, alkatrészek stb. okozzák. <ul style="list-style-type: none"> • Áramütés 	<ul style="list-style-type: none"> • Áramütés okozta égési vagy egyéb sérülés, illetve halál
<i>Termikus veszélyforrások</i> Extrém magas vagy alacsony hőmérsékletű tárgyak, illetve közegek okozzák. <ul style="list-style-type: none"> • Forró felület • Forró környezet • Hideg környezet 	<ul style="list-style-type: none"> • Égési sérülések • Kimerülés • Fagymarás
<i>Nyomással kapcsolatos veszélyforrások</i> Nagy nyomású vagy vákuum alá helyezett tartályok, illetve terek okozzák. Tartálytörés (robbanás) anyaghiba miatt Tartálytörés (robbanás) túlnyomás miatt	<ul style="list-style-type: none"> • Vágási vagy szúrási sérülések, szemkárosodások • Zúzódások, vágási sérülések, szemkárosodások
<i>Sugárzással kapcsolatos veszélyforrások</i> Az emberre potenciálisan káros hatású ionizáló vagy nem ionizáló sugárzások okozzák.	Felégés (UV), Rák(mikrohullám) Vakság, Szülési rendellenesség (Röntgen)
<i>Zajjal és vibrációval kapcsolatos veszélyforrások.</i>	Halláskárosodás, stb.

9. táblázat

A legfontosabb veszélyforrások és azok lehetséges következményeinek összefoglalása
 Az intelligens termék használhatósága ugyanis gyakran alapvetően meghatározza a termelékenységet, illetve hatékonyságot, sőt sokszor biztonság-meghatározó tényezővé is válhat, ami a termékbiztonság és termékfelelősség újabb aspektusát veti fel. Erre a közelmúltban néhány drámai esemény is felhívta a figyelmet:

- 1988-ban a fedélzeti szoftverek gyenge használhatóságára visszavezethető okokból az Egyesült Államok haditengerészetének Vincennes hadihajója tévedésből lelőtt egy iráni A300 típusú légibuszt 290 emberrel a fedélzetén, LEE (1992),
- 1992 októberében nagyrészt az alkalmazott szoftverek gyenge használhatóságára visszavezethető okokból összeomlott Londonban a mentőszolgálat számítógépes információs rendszere, aminek ugyancsak rendkívül súlyos következményei voltak, London Ambulance Service (1993),
- 1992 és 1994 között az Egyesült Államokban és Hollandiában néhány kórházban nagyrészt az orvostechikai berendezésekben alkalmazott szoftverek gyenge használhatóságára visszavezethető okokból egyes betegek a szükségesnél és a megengedhetőnél lényegesen nagyobb sugárdózisokat kaptak.

Az intelligens termékekkel kapcsolatos biztonsági kérdések új és egyre több problémát felvető területe a nagy pénzügyi, gazdasági, államigazgatási, katonai stb. számítógépes hálózatok adatbiztonsága. Számos olyan hírrel találkozhatunk már ma is, hogy nagy bankoktól illetéktelen személyek a számítógépes hálózaton keresztül

igen jelentős összegeket emeltek le, vagy amatőr számítógépes zsenik kotorásztak a Pentagon legtitkosabb dokumentumai között. Sajátos problémát képez a szoftver termékek vírusok elleni védelme. Még ha el is tekintünk a szándékos bűncselekményektől, akkor sem elhanyagolható a veszély. Gondoljunk arra a néhány évvel ezelőtt Svédországban megtörtént esetre, amikor egy földmunkagép véletlenül eltépte azt az optikai kábelt, amelyen bonyolódott - sok minden más mellett - a legnagyobb pénzintézetek szinte valamennyi számítógépes tranzakciója. Az anyagi veszteség ilyen esetekben egészen rendkívüli lehet.

3.5. A biztonságos munkavégzés szervezési és vezetési kérdései

3.5.1. A biztonsági kultúra

Amint azt az 1.5. fejezetben meghatároztuk, az emberi kultúra a megtanult környezet totalitása, amelyhez egy meghatározott embercsoport alkalmazkodik. Ha ezt a megfogalmazást egy szervezet biztonsággal kapcsolatos viszonyulásaira alkalmazzuk, a "biztonsági kultúra" (*safety culture*) fogalmához jutunk el. Fejlett biztonsági kultúráról akkor beszélünk, ha egy szervezetben a legfelső vezetéstől kezdve valamennyi alkalmazotti szinten folyamatosan törekednek a veszélyforrások feltárására és a kapcsolódó kockázatok csökkentésére. A biztonság legfontosabb garanciája az, ha a biztonságnak nem csupán a deklarációk szintjén, de a valóságos operatív döntések során is prioritása van akár még a pillanatnyi gazdasági érdekekkel szemben is.

Az 1.7. fejezetben láttuk, hogy erre elvben a gazdaságilag fejlett országok tőkeerős cégeinél van meg leginkább az esély, amelyek nem kényszerülnek napi gazdasági érdekeik miatt aránytalanul nagy kockázatok vállalására. A valóságban persze nem csupán a gazdasági helyzet, hanem a vezetés és a beosztottak rátermettsége, tudása és elkötelezettsége is meghatározó. A biztonsági kultúra fejlesztésének - sok egyéb mellett - egyik erőteljes eszköze - természetesen megfelelő módszertani körültekintés mellett - a már bekövetkezett különböző emberi hibázásokról történő adatgyűjtés és adatfeldolgozás. A 3.5.2. fejezetben a továbbiakban ezt a témakört tekintjük át röviden.

3.5.2. Emberi hibázásokról történő adat-gyűjtés és feldolgozás mint a biztonságnövelés eszköze

3.5.2.1. A balesetek, a "majdnem balesetek" és a mindennapi hibázások viszonya

Ebben a fejezetben a különböző típusú és eltérő potenciális következményekkel járó emberi hibázásokat, valamint ezen hibázásokról történő szisztematikus és megbízható adatgyűjtés és elemzés alkalmazhatóságát a biztonság növelésében elsősorban van der SCHAAF és munkatársai. (1991) nyomán ismertetjük.

A *baleset* (*accident*) - a szó köznapi jelentésének megfelelően - olyan váratlanul bekövetkező esemény, amely károkat, sérüléseket vagy haláleseteket okoz és legtöbbször részben vagy egészében emberi hibázásra vezethető vissza.

A "*majdnem baleset*" (*near miss*) olyan eseménysor, amelynek során egy potenciálisan súlyos következményeket előidézni képes eseménylánc valamilyen okból nem fut le teljesen és így a lehetséges súlyos következmények végül is nem következnek be. Tehát a majdnem baleset lehetett volna valóban baleset.

A veszélyes eseménysor megszakadhat a pusztán “szerencse” révén, vagy céltudatos emberi beavatkozás következtében. A veszélyes következményekkel fenyegető eseménysort az ember leállíthatja az ilyen esetekre előre megtervezett módon (pl. a vészhelyzetre vonatkozó előírások alapján), vagy a baleset idején és helyszínén intuitív módon megtalált megoldással.

A *mindennapi* - és legnagyobbbrészt korigált - *hibázások* azok a nap mint nap folyamatosan és igen nagy számban elkövetett, önmagukban kis jelentőségű hibázások, amelyeket legnagyobbbrészt azonnal felismernek és korigálnak. Ha egy ilyen hibázást valamilyen okból mégsem korigálnak, viszonylag kis jelentőségénél fogva általában nem vezet súlyosabb következményekhez, de ha további kedvezőtlen körülményekkel is társul - pl. ugyanazon személy vagy mások által elkövetett további korigálatlan hibákkal, vagy technikai eszközök előre nem látható üzemzavarával, stb. - az események tovább fejlődhetnek akár tényleges balesetté, akár az eseménysor már előrehaladott állapotban történő megszakadása miatt csupán az előző pontban definiált *“majdnem balesetté”*.

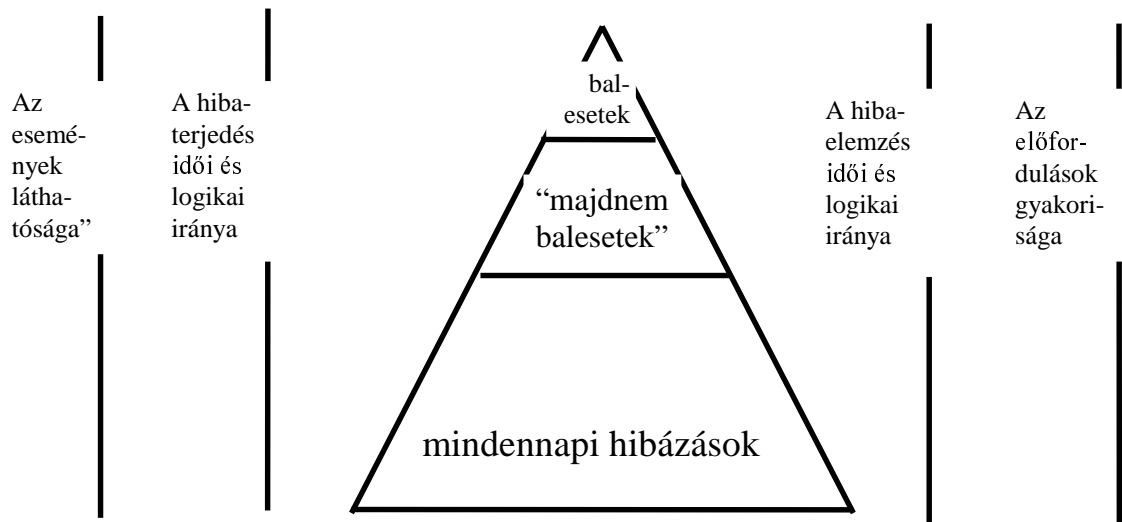
A balesetek, a “majdnem balesetek” és a mindennapi hibázások viszonylagos gyakoriságát és oksági, illetve idői és logikai kapcsolatát a 17. ábra mutatja be.

Az ábra szerinti ún. “jéghegy modell” mutatja, hogy az események “láthatósága” a mindennapi hibázások esetén a legkisebb, mivel ezeket egyáltalán nem regisztrálják - ez nem is lenne lehetséges, mivel igen nagy számú és önmagukban kis jelentőségű hibázásokról van szó - és rövid idő múlva már maga a hibázó sem emlékezik, hogy egyáltalán hibázott. Ezek a hibák tehát mélyen a látható felszín alatt maradnak. A “majdnem balesetekből” már sokkal kevesebb van és mivel majdnem baleseteket okoztak, ezekre tovább emlékeznek, így valamivel jobban “láthatóak”. A modell szerinti jéghegy csúcsát a ténylegesen bekövetkezett balesetek alkotják: ezek kiemelkednek a felszínből és jól “láthatóak”: a baleseteket alaposan kivizsgálják, elemzik, a sajtó is foglalkozik velük és tanulságaik alapján új intézkedéseket hoznak, sőt jó esetben még az oktatási anyagokba is bekerülnek.

A hibaterjedés idői és logikai iránya is a mindennapi hibázásoktól a “majdnem balesetek” át a balesetek felé mutat: kedvezőtlen körülmények és egybeesések esetén a mindennapi hibázásokból (is) kifejlődhetnek a “majdnem balesetek” vagy a tényleges balesetek.

A hibaelemzés idői és logikai iránya értelemszerűen fordított, mivel ilyenkor a már bekövetkezett balesetekből kell mind időben mind logikailag visszakövetkeztetni a kiváltó okokra.

Az előfordulások gyakorisága az elmondottak értelmében a mindennapi hibázások esetén a legnagyobb, a “majdnem balesetek” száma már kisebb, míg a tényleges balesetek száma szerencsére még ennél is kisebb.



17. ábra

A balesetek, a “majdnem balesetek” és a mindennapi hibázások viszonyát bemutató “jéghegy modell”.

Példák a mindennapi hibázásoktól a “majdnem baleseteken” át a balesetek felé mutató hibaterjedésre a következők.

1. Darukezelő

Egy darukezelő néhány gyakran előforduló apró hibát vét, de mindig észreveszi és korrigálja (mindennapi és korrigált hibázások).

Egy másik napon a darukezelő a szokásosnál több hibát vét, amiből néhányat nem tud korrigálni és végül elejti a terhet. Az események kimeneteleinek különböző változatai innen:

- a teher leesik, de nincs alatta senki, mert a vezetés szigorúan betartatja azt a szabályt, hogy a daru közvetlen közelében tilos tartózkodni (“majdnem baleset”, amit a vezetés előírása akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- a teher leesik, de szerencsére éppen nincs alatta senki, bár lehetett volna (“majdnem baleset”, amit a véletlen akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- a teher leesik és van is alatta egy munkás, de azt egy másik munkás még idejében félrelöki (“majdnem baleset”, amit célszerű emberi beavatkozás akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- a teher esni kezd és van is alatta egy munkás, de a daru automatikus zuhanásgátlója azonnal megfogja a terhet (“majdnem baleset”, amit műszaki eszköz akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- a teher ráesik az alatta álló emberre (baleset).

2. Légiforgalom

Két repülőgép pályája találkozik, beavatkozás híján néhány percen belül összeütköznek. Az események kimeneteleinek különböző változatai innen:

- a légiforgalmi irányító észreveszi a veszélyt és az egyik gépnek új pályát jelöl ki ("majdnem baleset", amit a légiforgalmi irányító ébersége akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- az egyik gép pilótája spontán módon magasságot változtat anélkül, hogy a veszély észlelte volna ("majdnem baleset", amit a véletlen akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- az egyik gép pilótája észreveszi a veszélyt és kikerüli a másik gépet ("majdnem baleset", amit a pilóta célszerű beavatkozása akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- az egyik gép pilótafülkéjében elhelyezett figyelmeztető eszköz működésbe lép és ennek alapján a pilóta kikerüli a másik gépet ("majdnem baleset", amit műszaki eszköz akadályozott meg abban, hogy igazi balesetté váljon)
- a két gép összeütközik (baleset).

3.5.2.2. A "majdnem balesetekről" történő szisztematikus adatgyűjtés mint a biztonságnövelés eszköze

Amint Reason - van der SCHAAF és munkatársai. (1991) - írja, a már bekövetkezett balesetekről készített jelentések és elemzések túlságosan kevesek és túlságosan későn jönnek. A "majdnem balesetekről" történő szisztematikus adatgyűjtés ugyanakkor a biztonság növelésének hatékony eszköze lehet, mert ezekből sokkal több fordul elő, mint tényleges balesetekből és így az adatok alaposabban - akár statisztikai módszerekkel is - feldolgozhatók és a potenciális veszélyforrások még idejében azonosíthatók.

A megbízható adatgyűjtés ugyanakkor az adott szervezettől - mindenek előtt a vezetéstől - megkívánja "nem hibáztatás politikáját" (*no blame policy*). Csak akkor remélhető ugyanis, hogy a dolgozók őszintén beszámolnak "majdnem baleseteikről", ha ennek garántáltan nem lesz számukra hátrányos következménye. Ez természetesen nem érinti a tényleges balesetet okozó felelősségét: éppen az a cél, hogy a "majdnem balesetek" tapasztalatainak kiértékelése útján csökkenjen a tényleges balesetet esélye és így az egyes dolgozók kisebb valószínűséggel váljanak felelősségre vonandó balesetokozókká. Ezen a ponton elvben találkozunk a dolgozó és a szervezet egészének az érdeke, de jelentős erőfeszítéseket igényel az olyan munkahelyi légkör kialakítása, amelyben az ilyen adatgyűjtés megvalósítható. Vannak magas biztonsági kultúrájú szervezetek, ahol ez jól működik. A Swiss Air légitársaságnál például a légi vagy a karbantartói személyzet tagjai rendszeresen beszámolnak "majdnem baleseteikről" a biztonsági mérnököknek és így azok jó eséllyel időben tudomást szereznek minden olyan körülményről, amely potenciális balesettel fenyegethet.

Az adatgyűjtésnek elsősorban nem olyan kérdésekre kell kiterjedni, hogy "ki?", "mit?", "hol?" és "mikor?", hanem arra, hogy "miért?". Ez annak az alapcéljának is jobban megfelel, hogy a bekövetkezett - de szerencsére komoly következményekkel nem járó - eseményekből minél többen és minél többet tanuljanak, de ugyanakkor jobban összhangban van a bizalom elvével is.

El kell kerülni a "Nagy testvér figyel téged" (*Big Brother is watching you*) kényelmetlen szimptómáját és inkább a közös érdekekre, a megosztott tulajdonosi szemléletre (*shared ownership*) kell a hangsúlyt helyezni.

4. Néhány jelentős részben emberi tényezőkre visszavezethető baleset rövid leírása és elemzése

4.1. Bevezetés

A munkavédelem és a biztonságtechnika célja elsősorban az, hogy a munkatevékenységet végző emberek számára megteremtse a biztonságos munkavégzés feltételeit. Ugyanakkor napjainkban egyre gyakoribb az olyan munkahely, ahol a dolgozó tevékenységének következményei - kölcsönhatásban a dolgozó képzettségével, az alkalmazott eszközökkel, technológiákkal és munkakörülményekkel - nem csupán az adott dolgozót magát érinthetik, hanem a 12. ábrának, illetve a 7. táblázatnak megfelelően átléphetik a munkahely határait és annak szűkebb vagy tágabb környezetét is veszélyeztethetik. Az ilyen veszélyes munkahelyek kockázatai tehát csak részben képeznek munkavédelmi problémát, a konkrét körülményektől függően baleset- illetve katasztrófa-elhárítási, környezetvédelmi, hatósági, tájékoztatási és közvélemény-befolyásolási vonatkozásaik is lehetnek.

A 4.2. fejezetben WEEGELS (1996) nyomán olyan viszonylag enyhébb következményekkel járt megtörtént eseteket ismertetünk és elemzünk röviden, amelyekben egy hagyományos kereskedelmi terméknek - közszükségleti cikknek - valamilyen szerepe volt. Ezekben az esetekben csak az adott terméket használó fogyasztó szenvedett kisebb-nagyobb sérüléseket és az anyagi veszteségek sem voltak jelentősek. Azért fordultunk holland esettanulmányokhoz, mert a jegyzet írásakor megfelelő igényességgel összegyűjtött és elemzett hasonló hazai anyag nem állt rendelkezésünkre.

A 4.3. fejezetben néhány olyan kivizsgált és jelentős részben emberi tényezőkkel kapcsolatba hozható baleset rövid elemzését adjuk meg, amelyek következményei a 4.2. fejezetben leírtaknál már súlyosabbak - több embert érintőek és/vagy jelentős anyagi veszteséggel járóak - voltak, de halálos áldozatokat még nem követeltek.

A 4.4. fejezetben az eddig előfordult ember által előidézett nagyobb katasztrófákból közlünk egy válogatást. Ezek kezdeti kiváltó eseménye ugyan valamilyen konkrét (munka)tevékenységhez kapcsolódott, de végső kihatásai túllépték az adott munkahely határait és a tágabb épített vagy természetes környezetet és az ott levő embereket is jelentős mértékben - egyes esetekben igen súlyosan - érintették. A Bradfordi Katasztrófa Skála (*Bradford Disaster Scale*) az események súlyosságát a halálos áldozatok számának tízes alapú logaritmusaival méri. Eszerint például egy 10 halottal járó baleset 1-es, egy 100 halottal járó baleset 2-es, egy 319 halottal járó baleset 2.504-es, egy 1000 halottal járó baleset pedig 3-es katasztrófa-fokozatnak felel meg. A 4.4. fejezetben ismertetett esetekben az áldozatok száma a hét és a több ezer között változik, de - egy kivétellel - mind legalább a Bradfordi Katasztrófa Skála 1-es fokozatának megfelelő súlyosságúak.

Megjegyzendő, hogy a természeti katasztrófák (áradások, tornádók, hurrikánok, földrengések, tűzhányókitörések stb.) következményeinek mérséklésével kapcsolatos

feladatok a különböző hatóságokra és szervezetekre nagyban hasonló feladatokat rónak, mint az általunk elemzett ember által előidézett katasztrófák.

4.2. Közsükségleti cikkek használatával kapcsolatos egyetlen embert érintő balesetek elemzése

Háztartási turmixgép I

Az adott turmixgép három szétszedhető részből állt: (1) a motort tartalmazó henger alakú alsó részből, (2) az erre felerősíthető - felcsavarható - középső részből, amelynek felső felülete a forgó késeket tartalmazta, és (3) az ezekre rögzíthető turmix-edényből. A felhasználó szétszedte és külön tisztogatta a három részt. Amikor az alsó részre vissza akarta erősíteni a késeket tartalmazó középső részt, nedves jobb keze az alsó rész sima hengeres műanyag felületén nem talált megfelelő fogást - állandóan megcsúszott - és ezért mind a késeket markoló bal kezével, mind pedig az alsó részt fogó jobb kezével egyre nagyobb erő kifejtésre kényszerült. Eközben jobb véletlenül megcsúszott és megnyomta az alsó részen elhelyezett indító gombot. A hálózati zsinór sajnos csatlakoztatva volt az aljzathoz, a készülék működésbe lépett és a kések szétroncsolták a felhasználó bal tenyerét.

Háztartási turmixgép II

A felhasználó el akarta távolítani a védő burkolatot a turmix-gép sarló alakú késeiről, de az beragadt és ezért nagyobb erőt kellett kifejtenie. Nedves jobb keze azonban a turmix-gép sima hengeres műanyag felületén nem talált megfelelő fogást és az hirtelen kicsúszott a kezéből. Amikor reflex-szerűen igyekezett elkapni az akkor már burkolatlan leeső késeket, automatikusan megmarkolta a késeket és azok átvágták gyűrűsujja ívét.

Üdítőitalos palack

A felhasználó éppen kidobott néhány hulladékot egy erre a célra használt műanyag zacskóba, amikor a műanyag zacskó mellett álló üdítőitalos palack felrobbant és a szétrepülő üvegdarabok sérüléseket okoztak az ujjain, a karján és a lábán. Az utólagos interjúból kiderült, hogy bár a robbanást közvetlenül megelőzően a felhasználó nem nyúlt a palackhoz, de az előző napi takarítás során azt megmozgatta és odébb tette. Ettől a mozgatótól a felszabaduló széndioxid következtében igen nagy nyomás alakult ki a palackban, amit a feltehetően selejtes palack fala tartósan már nem tudott elviselni és egy nap múlva - véletlenül éppen amikor a felhasználó közvetlenül mellette volt - felrobbant.

Kenyérvágó kés

A felhasználó éppen kenyeret szeletelt, amikor a barátnője hirtelen belépett és feltett neki egy kérdést. A kérdésre megfordult, hogy szembe nézzen barátnőjével, de jobb keze ekkor már automatikusan megkezdte a vágási mozdulatot és az elfordulás miatt a kenyeret rögzítő bal keze mutató ujjának a hegyét - a körömmel együtt - levágta.

Konzervdoboz

A felhasználó konzervnyitóval úgy nyitott ki egy fém konzervdobozt, hogy a tetejét nem vágta teljesen körbe és nem távolította el. Amikor később a konzervdoboz tetejét

a hüvelyk ujjával fel akarta hajlítani, annak az éles pereme súlyosan felsértette hüvelyk ujjá begyét.

Gyermekasztal

A felhasználó fellépett egy gyermekasztalra, hogy a szekrény tetejéről levegyen valamit, de a gyermekasztal lapja a személy súlya alatt összetört. Az asztallapot a lábához hat hosszú csavar rögzítette és ebből négy rögzítési helyen szakadt be a lap úgy, hogy esés közben az egyik csavar a felhasználó alsó lábszárát a sípcsontig hatolón és mintegy 20 cm hosszan felhasította. A vizsgálat kiderítette, hogy a gyermekasztal félrevezető módon egy erős, masszív bútordarab látszatát keltette. A festés elrejtette, hogy voltaképpen gyenge farostlemezről készült az asztallap, ugyanakkor a mintegy 2 cm-es vastagság a nagy szilárdság benyomását váltotta ki. Ezt a téves látszatot tovább erősítette a hat nagy méretű csavar látványa.

Körfűrész

A felhasználó körfűrészszel akart kettévágni egy deszkát. A védőburkolat akadályozta a látásban, ezért eltávolította. A fűrészlap megszorult a deszkában, ezért egyre erősebben kellett a deszkát tolnia. Ekkor hirtelen megszaladt a deszka, keze hozzáért a forgó fűrészlaphoz, ami levágta a mutató és a hüvelyk ujját.

Dugóhúzó és borosüveg

A felhasználó egy borosüveget akart kinyitni egy T alakú dugóhúzóval. Bal kezével megfogta a borosüveget és térdei közé szorította, a jobb kezében tartott dugóhúzóval pedig igyekezett kinyitni az üveget. Az üveg a nyakánál eltört és csúnyán felsértette a bal kéz kis ujját. Az események rekonstrukciója feltárta, hogy egyrészt az üveget a személy nem függőlegesen, hanem dőlt helyzetben rögzítette és így az üvegre nem húzó, hanem nyíró irányú erő hatott, amire az nem volt méretezve. Másrészt a dugó szokatlanul erősen beragadt az üvegbe, és ezért igen nagy erő kifejtésére volt szükség.

"Hajlítóbot" tornaszer

A felhasználó háziasszony észrevette, hogy fia egy barátjával hazahozott egy "hajlítóbotot" (*fitness stick*), amely lényegében egy kb. 1 m hosszú botszerű erős rugó a két végén fogóval. Mivel ezzel az eszközzel kapcsolatban már hallott súlyos balesetokról, be akarta mutatni a gyerekeknek a helyes használatot. Két kezébe vette a tornaszer, behajlította és eközben a bal fogót közel tartotta a testéhez, aminek következtében a rugó ellenereje is részben a teste felé irányult. Az ellenelő tartása így teljes egészében a bal hüvelykujjára hárult, amit az csak rövid ideig volt képes ellentartani és a baloldali fogó végül kiugrott a kezéből. A nagy erővel kiegyenesedő rugó baloldali fogója a háziasszony állának vágódott, súlyos sérüléseket okozva az alsó állkapcsos és a nyelven. A vizsgálat feltárta, hogy egyrészt a fogó nem volt jól megmarkolható (sima felületű kemény műanyagból készült), másrészt a gyerekek megérkezésekor éppen a konyhában tevékenykedő háziasszony keze minden valószínűség szerint nedves volt.

Gáz-gyújtó és gáztűzhely

A felhasználó meg akarta gyújtani gáztűzhelyének egyik égőjét, amelyre korábban egy serpenyőt helyezett. A gáz-gyújtót - mint később a vizsgálat kiderítette az elkopott és elhasználdott tűzkövek miatt - egészen közel kellett vinni az égőhöz, mert a szokásos távolságban tartva a gáz nem gyulladt meg. A felhasználó azonban az ott levő

serpenyő miatt csak úgy tudta tovább közelíteni a gyújtót az égőhöz, hogy azt vízszintes helyzetbe fordította. Eközben azonban az egyik ujjá hozzáért egy másik, még forró, égőhöz és kisebb égési sérülést szenvedett.

Gáztűzhely

A felhasználó háziasszony bő ujjú háziköntösében konyhájában főzött. Amikor egy edény tartalmát a gáztűzhelyen a teáskanna mögött levő serpenyőbe akarta átönteni és ezért átnyúlt a teáskanna fölött, háziköntösének bő ujjá a teáskanna alól kinyúló lángoktól tüzet fogott. A háziasszony kisebb égési sérülést szenvedett.

Gáztűzhely és lábas

A felhasználó háziasszony edényfogó kendő (*tea-towel*) segítségével akart levenni a gáztűzhelyről egy lábast, amelynek a fogója túlságosan felmelegedett. Az edényfogó kendő azonban a mozdulat során beleakadt a gáztűzhely rácsába, de ezt a háziasszony nem vette észre és tovább mozdította a lábast. A lábas felbillent és a benne levő forrásban levő víz leforrázta a háziasszony minkét kezét és karját.

Üvegasztal

A felhasználó - fiatal nő - barátjára figyelve elsétált a szoba sarkába, ahol az ott levő üvegasztal sérült sarka megvágta a térdét. A vizsgálat a következő tényezők szerepét tárta fel: (1) az üvegasztal sarka néhány nappal korábban kicsorbult, (2) a szoba túlszűfolt volt, (3) az asztallap konkrét helyzete nem volt pontosan látható: átlátszó üveglap, (4) a személy nem figyelt a veszélyforrásra.

Reszelő

A felhasználó nagy darab sajtot reszelt egy függőleges helyzetben tartott hagyományos háztartási reszelőn. A bal kezével rögzített reszelőt a hasának szorította, jobb kezével pedig fel-le mozgatta reszelés közben a sajtot. Amikor már a sajtnak több mint a felét lereszelte, a sajtot tartó jobb keze gyűrűs ujját csúnyán felsértette a reszelő. A meglehetősen nagy darab sajttól végig nem láthatta az ujjai helyzetét és nem vehette észre, hogy a sajt fogyásával párhuzamosan ujjai egyre közelebb kerülnek a reszelőhöz.

Kézifűrész I

A felhasználó egy televízió készülék dobozából akart egy keveset levágni, hogy beférjen a beépített szekrényébe. A készüléket képernyőjével lefelé fordítva ráhelyezte a szőnyegre és úgy próbálta vágni, de mivel a domború képernyőn a televízió billegett, bal kezével rögzítette azt. El akarta kerülni, hogy felsértse a szőnyeget, ezért szinte teljesen vízszintes helyzetben tartott fűrészszel fűrészelt. A fűrész megszaladt és megvágta a bal keze kis ujját.

Kézifűrész II

A felhasználó kertje kerítésén kívül, közterületen faágakat vágott kézfűrészszel. Mivel az ágak mozogtak, bal kezével stabilizálta az éppen vágott ágat. Egy nagy kutya észrevétlenül a felhasználó mögé került és fejét a lábai közé dugta, amitől a felhasználó önkéntelen és heves mozdulatokat tett. Ennek következtében a fűrész pengéje az ágat tartó kéz hüvelykujját felhasította.

Sövény-vágó

A felhasználó elektromos sövény-vágóval dolgozott, és mivel sövény munka közben mozgott igyekezett azt bal kezével rögzíteni. Az egy kézzel tartott nehéz sövény-vágót azonban nem tudta stabilan tartani, elcsúszott és megvágta a sövényt tartó kezét.

Villanytűzhely

A felhasználó - egy nagymama - a konyhájába ment és észrevette, hogy kenyérmorzsák vannak a villanytűzhely egyik főzőlapján. Nem tudván, hogy az a főzőlap még meleg, csupasz kézzel akarta lesöpörni a morzsákat és megégette a tenyerét. A vizsgálat a következőket derítette ki: (1) aznap kivételesen - a nagymama születésnapja miatt - az unokák készítették a reggelit a nagymama helyett, akinek ez meglepetés volt, (2) a villanytűzhelyen a használatot követően csak 15 percig világít egy figyelmeztető jelzés, ezt követően semmi látható jele nincs annak, hogy a főzőlap esetleg még mindig túlságosan meleg, (3) a konkrét esetben a 15 percnél hosszabb ideig használt főzőlap esetleg még annyira forró volt, hogy sérülést okozott.

Vasaló

A felhasználó ruhákat vasalt és úgy akart időt nyerni, hogy egy ruha kivasalása után a ruha összehajtásának idejére a vasalót nem tette el az asztalról, hanem függőlegesre állítva ott hagyta. Ennek az lett a következménye, hogy az egyik összehajtási mozdulatnál a karja hozzáért a vasaló forró hegyéhez és ez sérülést okozott.

Kés I

A felhasználó egy nagy méretű, de életlen késsel karalábét szeletelt. A karalábé nagyon kemény volt, ezért nagy erőt kellett kifejtenie: egyik kezével a kés nyelét nyomta, a másikkal pedig a pengét átfogva felülről nyomta azt. A kés a nagy erő hatására oldalirányban kisiklott a karaláéból és a pengét szorító kéz ujjait megvágta.

Kés II

A felhasználó mélyfagyasztott húst akart felválni, de az túlságosan keménynek bizonyult és ezért nagy erőt kellett kifejtenie. Ezt az előző esetben leírtak szerint igyekezett biztosítani, aminek az eredménye is az előző eset szerinti lett.

Állólétra I

A felhasználó a szobáját tapétázta és szerette volna a létra odább helyezése nélkül elérni a mennyezet távolabbi részét is. Ennek érdekében a létra legfelső fokára állt és kissé előrehajolva térdével nekitámaszkodott a létra legfelső fokán az egyik irányban túlnyúló merevítő konzolnak. A létra ettől a mozdulattól felborult, a felhasználó arccal a padlóra esett és állkapocstörést szenvedett. A vizsgálat kiderítette, hogy a létra nem rendeltetésszerű használatán túlmenően a balesethez az is nagyban hozzájárult, hogy a szoba padlója éppen abban az irányban lejtett, amerre a személy előrehajolt.

Állólétra II

A felhasználó a szerszámoskamrának használt kis melléképület tetőén dolgozott egy állólétra legfelső fokán állva. Éppen elkezdett lejjebb lépni a létra legfelső fokáról, amikor meghallotta hazaérkező felesége és leánya hangját. Feléjük fordult, hogy üdvözlje őket, de közben automatikusan folytatta a megkezdett mozdulatot anélkül, hogy visszafordult volna és így a létrának a "rossz" oldalán lépett le (ahol nem voltak lépcsőfokok). Lezuhant és csuklótörést, valamint súlyos zúzódásokat szenvedett. A

balesethez az is hozzájárult, hogy ennek a létrának nem volt a legfelső fokán túlnyúló merevítő konzolja és ezért felületes rátekintésre "szimmetrikus" benyomást keltett.

Gyalugép

A felhasználó kisméretű, kb. 10 cm X 5 cm -es, farostlemez darabot akart meggyalulni nagy teljesítményű gyalugépével. A nagy méretű gyalugép a szokásos módon - a gyalulandó anyagra helyezve - nem volt használható a kisméretű farostlemez megmunkálására, mert azt teljesen letakarta volna. A felhasználó ezért a gyalugépet fordítva, a vágóéleket tartalmazó felületével felfelé helyezte el és arra rászorítva próbálta az anyagot megmunkálni. Ebben a helyzetben a farostlemezt rögzítő ujjak csak néhány cm-re voltak a forgó vágóélektől és amikor az élek a puha anyagba belemarva azt felbillentették és behúzták, a felhasználó mindkét középső ujjja is az élek közé került. Az ujjak súlyosan csonkolódtak.

4.3. Több embert érintő, de halálos áldozatokat nem követelő közepesen súlyos vagy súlyos balesetek elemzése

Atomerőműbaleset (Three Mile Island, Amerikai Egyesült Államok)

1979 március 28-án hajnali 4 órakor az Egyesült Államokban a Metropolitan Edison cég Three Mile Island-i atomerőművének egyik blokkjában egy önmagában kisebb jelentőségű üzemzavar következményeként az automatika elindította a tartalék tápvíz-szivattyúkat, de a tápvíz-rendszerben egy két nappal korábbi karbantartási művelet során lezárt állapotban felejtettek két szelepet és így a tápvíz pótlása nem tudott megindulni. Az egyik turbinát a védelmi működések ezért automatikusan leállították. Az események ekkor egy potenciálisan súlyos következményekkel fenyegető baleset irányába fordultak amiatt, hogy egy távműködtetésű nyomáscsökkentő szelep nyitás utáni automatikus visszazárása elmaradt - a szelep nyitott állapotban beragadt - és ezt az operátor személyzet több mint két órán át nem vette észre. Ennek az eredménye az lett, hogy a nyitott szelepen át a primer körből nagynyomású radioaktív víz jutott ki az atmoszférába. Szerencsére emberéletben nem esett kár és megbetegedések sem történtek, de mindezek súlyos potenciális veszélyei mindvégig fennálltak és az anyagi veszteségek rendkívül jelentősek voltak. Az üzemeltetőnek és a biztosítóknak a sérült reaktor helyreállításával, a környező lakosság kitelepítésével és egyéb intézkedésekkel kapcsolatos kiadásai az egy milliárd dollár nagyságrendjébe estek.

A balesetet követően elvégzett rendkívül alapos vizsgálatok számos emberi tényezőkre visszavezethető hibákat és hiányosságokat tártak fel, melyeket REASON (1994) nyomán az alábbiakban áttekintünk.

- Bár a közvetlen kiváltó - önmagában kisebb jelentőségű - üzemzavar korábban már kétszer előfordult, a vezetés nem tett lépéseket az újabb bekövetkezés megelőzésére. (A vezetés hibája: a 3.5.2. fejezetben ismertetett "majdnem balesetekre" vonatkozó szisztematikus adatgyűjtéssel és elemzéssel a közvetlen kiváltó üzemzavar elkerülhető lett volna).
- A két nappal korábbi karbantartási művelet során lezárt állapotban felejtettek két szelepet és így a tápvíz pótlása nem tudott megindulni. (A karbantartók hibája).
- Egy másik erőműben két évvel azelőtt már előfordult, hogy a távműködtetésű nyomáscsökkentő szelep nyitott állapotban beragadt és a felügyelő hatóságok ezeket az eseteket ki is vizsgálták, azonban a vizsgálat eredményeiről

elmulasztották értesíteni az összes érintett atomerőmű üzemeltetőit. (A felügyelő hatóságok hibája).

- Az operátor személyzet részben azért nem vette észre több mint két órán keresztül, hogy a távműködtetésű szelep nyitva maradt, mert egy évvel korábban installáltak egy kijelző eszközt a vezénylőteremben, ami azonban nem a szelep tényleges zárását, hanem csak a zárási parancs kiadását jelezte és ez az adott helyzetben félrevezette az operátorokat. (Tervezési és vezetési hiba).
- Az operátorok nem voltak képesek elszakadni az adott helyzetben már nem érvényes üzemzavar-elhárítási szabályzattól, azaz nem tudták a fejezetben ismertetett szabályokon alapuló szintről a tudáson alapuló szintre emelni tevékenységüket. (Operátori hiba).
- A vezénylői ellenőrző panelt ergonómiai szempontból igen gyengén tervezték meg: sok kulcsfontosságú kijelzőt a vezénylőterem hátsó falán helyeztek el, az üzemzavar több mint száz riasztót és vészjelzőt aktivált (amelyek nem voltak összerendezve és amelyek közül a kevésbé fontosakat nem lehetett kikapcsolni), néhány mérőműszer mutatója túllépte a skálát és a számítógépről nyomtatott információk mintegy két órával haladtak az események mögött. (Tervezési és vezetési hiba).
- Az operátorok kiképzése nagyrészt előadásokból és olyan szimulátoros gyakorlatokból állt, amelyek ehhez hasonló üzemzavarok elhárítására nem adtak megfelelő felkészítést. A kiképzés során az operátorok kevés visszajelzést kaptak és teljesítményüket sem értékelték megfelelően. (Kiképzési és vezetési hiba).

Tűz a Martfői Tisza Cipőgyár raktárában (Martfű, Magyarország)

1981. november 23-án a Martfői Tisza Cipőgyár raktárában tűz ütött ki amelynek következtében a raktár épülete leégett és rombadőlt.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - SZÁNTÓ (1990) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat tárták fel.

Az eset előtt mintegy öt évvel elkészített tűzvédelmi utasítás egyértelműen rögzítette, hogy "a mikroporozus talp- és sarok-anyagok gyártásához használt Chempor (Pasta PC) igen tűz- és robbanásveszélyes anyag,- és mint ilyet - a fűtőtestektől legalább 1m távolságra kel elhelyezni...". Ez az - egyébként szakszerű - tűzvédelmi utasítás nem jutott el az érintettekhez.

(Vezetés hibája).

1981 elején a gyárba érkezett 50 t a Chempor márkanevű tűzveszélyes anyagból. Az importból származó anyag német nyelvű műbizonylata egyértelműen leírta ugyan, hogy az anyagot védeni kell a hőforrásoktól való érintkezésektől, ennek a magyar fordítását azonban nem bocsátották a dolgozók rendelkezésére. A dobozokba csomagolt anyagot a szállítók közvetlenül a fűtőtestek mellé - és részben magukra a fűtőtestekre ! - pakolták le. (Vezetés hibája).

A veszélyhelyzet mintegy három hónapon át fennállt következmények nélkül, ezalatt fel lehetett volna fedezni és a veszélyforrást meg lehetett volna szüntetni (Vezetés hibája: ellenőrzés tartós elmulasztása).

A tűz konkrét kiváltó oka végül a novemberi próbafűtés volt.

Vízszennyezés (Woodkirk, Nagy Britannia)

1982 február 13-án az Universal Freight Organisation raktára Woodkirkben kigyulladt. Amikor a tűzoltók megérkeztek, szabályszerűen rendelkezésükre álltak a tárolt anyagok tűzveszélyességi és éghetőségi adatai, valamint a vészhelyzetben

történő szállításukkal kapcsolatos tudnivalók. A raktárban nagy mennyiségben tárolt két növényvédőszer - "Reglone" (mintegy 1460 t mennyiségben) és "Gramoxone" (mintegy 50 t mennyiségben) - nem volt tűzveszélyes és ezekre az utasítás csak azt tartalmazta, hogy tűz esetén a hordóikat hűvösen kell tartani szükség szerinti vízsugaras hűtéssel. Az ugyancsak mintegy 20 t mennyiségben ott tárolt tűzveszélyes oktil-fenollal kapcsolatban az előírás a habbal, széndioxiddal vagy homokkal történő oltás volt. A tűzoltást vezető tűzoltóparancsnok a fentiek előírások alapján a vízzel történő oltás mellett döntött azzal az indoklással, hogy nem volt lehetősége a víztől eltekinteni a két növényvédőszerre vonatkozó előírások miatt.

Az oktil-fenol 200 °C-on gyullad meg, de már 75 °C-on megolvad és az olvadék kisebb sűrűségű a víznél. A vízsugaras hűtés eredménye így az lett, hogy az égő oktil-fenol olvadék a vízen úszva gyorsan szétterjedt a raktárban és eljutott a növényvédőszereket tartalmazó hordókhoz. Ezeknek a hordóknak a külső fémköpenye perforálva volt, hogy a belső műanyagfalon át az esetleges szivárgás könnyen észrevehető legyen. Az égő anyag így akadálytalanul elérhette a belső műanyagburkokat és azokat átégetve nagy mennyiségű növényvédőszer kiszabadult majd az áramló vízzel végül is a Calder folyóba jutott. Ennek következtében a folyó olyan mértékben elszennyeződött, hogy a víz minősége a baleset helyszínétől még 60 km-re sem volt alkalmas arra, hogy belőle ivóvizet állítsanak elő.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - KELLER és WILSON (1992) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- A helyi hatóságok nem tiltották, hogy ilyen nagy mennyiségű toxikus anyagot nagy kiterjedésű vízgyűjtőrendszerhez tartozó folyó közelében tároljanak. (Hatóságok hibája).
- Az Universal Freight Organisation vezetői nem vették reálisan számba egy tüzeset lehetséges következményeit. (Vezetési hiba).
- A tűzoltóparancsnok a vízzel történő oltás mellett döntött. (A tűzoltóparancsnok hibája).

Robbanás a Budapesti Vegyiművek Nitráló I. üzemében (Budapest, Magyarország)

1986. március 18-án 20 óra után néhány perccel robbanás történt a Budapesti Vegyiművek Nitráló I. üzemében, aminek következtében az üzem megrongálódott, több dolgozó sérülést szenvedett. Később az elhárítás során egy tűzoltót mérgezési tünetekkel kórházba kellett szállítani. Az épületben jelentős anyagi kár keletkezett és igen tetemes volt a termelés-kiesésből származó veszteség is.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - SZÁNTÓ (1990) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat tárták fel.

A robbanás a mononitrálási művelet közben történt. A salétromsavat adagoló szivattyú meghibásodott és a dolgozók így nem tudták a reaktorba már bevitt kénsavhoz szükséges salétromsavat bejuttatni. (Karbantartási hiba).

Ezután következett a műszak-váltás és az új műszak tagjait nem tájékoztatták sem a szivattyú meghibásodásáról, sem arról, hogy a kénsavhoz képest kevés salétromsav került a reakcióelegybe. (A leköszönő műszak kommunikációs hibája).

Az új műszak azt sem tudta, hogy a kénsavat már bemérték, újabb adag kénsav bemérésével folytatta a gyártási műveletet. Amikor kiderült, hogy kevés a salétromsav a nitrálásban, salétromsav bevitelével - ez addigra lehetőségessé vált - állították helyre az összetételt, de a reaktoredény ezzel már teljesen megtelt és a felső

búvónyíláson túlcserdült. Ezután a készülék fűtését le nem állítva - szabálytalanul - megszüntették a keverést és az anyagot hosszú időn át állni hagyták. Ilyen módon robbanóképes dinitroszarmazék jött létre, amely fel is robbant. (A váltó műszak technológiai hibája).

Vízszennyezés (Camelford, Nagy Britannia)

1988 július 6-án este panaszos telefonhívásokat kapott Lowermoor helyi vízügyi hatósága a lakosságtól arról, hogy a vezetékes víz rossz ízű. Aznap az ivóvíz mész-adagolásával kapcsolatban valóban hiba történt a Lowermoor Vízkezelőműben és a vízügyi szakemberek ezzel magyarázták a rossz ízű vizet. Amikor ennek a hibának az elhárítása után is folytatódtak a panaszos telefonhívások, ugyanennek a hibának a megismétlődésére gondoltak és ennek megfelelően tettek újabb lépéseket és biztosították a lakosságot, hogy a víz biztonsággal fogyasztható erősen savas kémhatása ellenére is. Amikor július 8-án ivóvízmintákat vettek és elemeztek, kiderült, hogy a továbbra is probléma volt a savassággal (túlságosan alacsony volt a pH érték) és rendkívül magas volt az alumínium tartalom. Az illetékesek továbbra is a mész-adagolási hibára gondoltak és a vezetékekben levő vizet belemosták a közeli folyóba, aminek a következménye tömeges halpusztulás lett. Ekkor felfedezték, hogy a Lowermoor Vízkezelőműben az alumíniumsulfát-tartály szintje annak ellenére rendkívül alacsony, hogy július 6-án megtörtént az anyag pótlása. A következő napokban a körzeti orvosok nagyszámú száj-fekélyesedési, emésztő- és bélrendszeri esettel, köztük vízfogyasztást követő hányással találkoztak. Ugyancsak megjelentek izomfájdásos és izületi panaszok is.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - KELLER és WILSON (1992) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- 1988 július 6-án az ISC Chemicals cégtől tartálykocsi érkezett a Lowermoor Vízkezelőműhöz, hogy alumíniumsulfát oldattal töltsen fel a vízkezelőmű egyik tartályát. Ennek a távirányítású kezelőműnek nem volt állandó személyzete, de a gépkocsivezető, aki először végezte ezt a munkát, azt hitte, hogy várni fogják. Indulása előtt kapott egy kulcsot, amivel kinyithatta a bejárat kaput is és az alumíniumsulfát oldat tartályát is. (Vezetési hiba).
- Mivel a gépkocsivezető senkit sem talált a helyszínen, bement a bejárat kapun és leengedte abba a tartályba a mintegy 20 t 55-60 %-os alumíniumsulfát oldatot, amelyet az alumíniumsulfát-tartálynak vélt. Ez a tartály valójában a már kezelt és közvetlenül lakossági fogyasztásra szánt víz tartálya volt. (A gépkocsivezető hibája).
- Az egyre szaporodó lakossági panaszok ellenére lényegében alaptalanul biztosították a lakosságot, hogy az erősen savas víz biztonsággal fogyasztható. (Vezetési hiba).
- A baleset igazi okát két napig nem tudták azonosítani. (Vezetési és szakmai hiba).

Az Exxon Valdez olajszállító tankhajó zátonyra futása (Alaszka parti vizei, Amerikai Egyesült Államok)

1989 március 23-án este az Exxon Valdez olajszállító tankhajó kapitánya taxival érkezett a kikötőbe (az Alyeska Pipeline Marine Terminal-ra), hogy feltöltött hajójával kifusson. Mint később kiderült, azért érkezett taxival, mert gépkocsivezetői engedélyét visszaeső alkoholizmusa miatt bevonták, ezen az estén is sok alkoholt fogyasztott előzőleg. A hajó kifutása után a kapitány pihenni tért és így nem kísérté

figyelemmel a manőverezés részleteit. Később a kapitány utasítására a hajó letért az előírt útvonalról és ennek következményeként 24-én 00:05-kor zátonyra futott. A hajó megsérült, az olaj ömleni kezdett belőle a tengerbe és ezzel kezdetét vette az Amerikai Egyesült Államok addigi legsúlyosabb környezeti katasztrófája: összesen mintegy 11 millió gallon nyersolaj került a Prince William Szoros vizébe (1 US gallon = 3.785 l). Alaszka partjai 1000 mérföld hosszúságban súlyosan szennyeződtek olajjal. Fél millió madár és sok ezer emlős (fóka, bálna és tengeri vidra) pusztult el rövid idő alatt, a halállományra gyakorolt hatás is rendkívül jelentős volt a későbbi halászati adatok alapján megbecsülve. A part megtisztítása az Exxon cégnek 2,5 milliárd dollárjába került és az előrejelzések szerint a katasztrófa hatása a Prince William Szorosban a jövő évszázadban is még érezhető lesz.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - SMITHSON és THOMPSON (1992) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hiányosságokat tárták fel.

- Annak ellenére, hogy a kapitány alkoholista volt és a gépkocsivezetéstől már el volt tiltva, az Exxon cég alkalmazta az Exxon Valdez olajszállító tankhajó parancsnokaként. (Vezetési hiba).
- A kapitány aznap is sokat ivott, még 9 órával a baleset után is a megengedhetőnél több alkoholt találtak a vérében. (A kapitányi hibája).
- A tankhajó letért az előírt útvonalról és ennek következményeként zátonyra futott. (A kapitányi hibája).
- Az Exxon vezetői hosszú ideig tagadták a balesetet, illetve később a valóságos helyzetnél lényegesen enyhébbnek tüntették fel a helyzetet. (Vezetési hiba).
- Az Exxon vezetői igyekeztek félrevezetni a helyi halászok érdekképviselői szerveit a tervezett beavatkozásoknak - az olaj kémiai úton detergensnek alkalmazásával történő feloldásának, illetve elégetésének - a várható további hatásait illetően. Ezt a halászok észrevették és minden bizalmukat elvesztették az Exxon-nal kapcsolatban. Ezáltal a helyszíneket jól ismerő és a mentésben egzsztenciálisan is erősen érintett halászokkal megszűnt a kooperáció lehetősége. (Vezetési hiba).
- A kárelhárításban és mentésben érintett szervezetek és hatóságok - az Exxon, az alaszka helyi hatóságok, a parti őrség, a haditengerészet, és Bush elnök később helyszínre érkező megbízottai - presztízsharcokat vívtak egymással, aminek következtében sok időt elvesztettek és a mentés csak alacsony hatékonysággal folyt. (Hatóságok és szervezeti vezetők hibái).

4.4. Néhány súlyos katasztrófa elemzése

Tömeges higany-mérgezés (Észak-Irak)

1972-ben egy gabona vetőmag-szállítmány érkezett Mexikóból Irakba. A szállítmányt előzőleg egy higany-tartalmú gombaölőszerez (etil-merkúri p-toluol szulfonamiddal) kezelték, amely a szállítmány rendeltetésszerű - vetőmagként történő felhasználása esetén semmilyen problémát nem okozott volna. A szállítmányból részesült parasztok azonban a gabonát nem vetőmagként használták fel, hanem azt lisztte őrölték és családjaikkal elfogyasztották. Az így bekövetkező tömeges higany-mérgezésben Észak-Irak területén néhány ezren meghaltak és még ennél is nagyobb volt azoknak a száma, akik maradandó agykárosodást szenvedtek. Amikor ezek az esetek a hatóságok tudomására jutottak, egy olyan törvényt fogadtak el, amely a higannyal kezelt vetőmagvak birtoklását főbenjáró bűnnek minősíti. Ez az iszlám törvénykezésben rendkívül súlyos fenyegetést jelentett, ezért az lett a drámai következmény, hogy a

parasztok igyekeztek azonnal megszabadulni készleteiktől és azokat a legközelebbi folyókba és tavakba öntötték. Ilyen módon az egyébként és súlyos tömeges mérgezés következményei az ivóvizek elszennyeződése révén tovább súlyosbodtak: a különböző források és becslések a halálos áldozatok számát 5.000 és 50.000 közé, míg a tartós károsodást szenvedettek számát 100.000 és 500.000 közé teszik.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - KELLER és WILSON (1992) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- A szállítást és elosztást végző szervezetek nem tájékoztatták eléggé nagy nyomattékkal az érintett parasztokat arról, hogy a vetőmag közvetlen étkezési célra történő felhasználása rendkívül súlyos következményekkel jár. (Elosztó szervezetek vezetési hibája).
- A parasztok nem tartották be az írásos felhasználási utasításokat. (A parasztok hibája).
- A radikálisan szigorú törvény bevezetésének a következményeit a hatóságok nem mérték fel reálisan, így a következmények teljesen a törvényalkotók szándékaival ellentétesen alakultak: a mérgezések továbbterjedtek. (A hatóságok hibája).

Vegyigyár üzemzavara által előidézett katasztrófa (Bhopal, India)

1984 december 2-ről 3-ra virradó éjjel Indiában a Union Carbide Corporation egy kis növényvédőszeret gyártó üzeméből metil-izocianát gázfelhő szabadult ki és szörnyű pusztítást végzett Bhopal városban. Ez volt az eddigi legsúlyosabb ipari katasztrófa, legalább 2.500 halálos áldozatot követelt és a sérültek száma meghaladta a 200.000-et. A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - UNION CARBIDE (1985), REASON (1994), ORVIS és MOIENI (1994) - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- A Union Carbide vezetése egy potenciálisan rendkívül veszélyes gyárat egy sűrűn lakott területen tervezett üzembe helyezni, amit a helyi hatóságok jóvá is hagytak. Az üzemeltetők később is kevés gondot fordítottak a biztonságra. (Vezetési és hatósági hiba).
- Hat korábbi kisebb baleset tapasztalatait nem hasznosították. (A vezetés hibája: a 3.5.2. fejezetben ismertetett "majdnem balesetekre" vonatkozó szisztematikus adatgyűjtéssel és elemzéssel a katasztrófa jó eséllyel elkerülhető lett volna).
- Rendszeresen a napi szükséglet tízszeresét meghaladó mennyiségű metil-izocianátot tároltak, ugyanakkor ennek az anyagnak a rendkívüli veszélyességét nem tudatosították. Rossz kitelepítési terveket készítettek. (Vezetési és hatósági hiba).
- A vezetés túlzott mértékben bízott a szükségesnél kisebb létszámú és gyakorlatlan operátori állományban és munkafelügyelőkben. (Vezetési hiba).
- Egy olyan tartályt töltöttek meg a veszélyes anyaggal, amelynek korábban már műszaki hibája volt. (Vezetési és operátori hiba).
- A kiszabaduló metil-izocianát mennyisége a reakció lelassításával jelentősen csökkenthető lett volna, az ehhez szükséges hűtőberendezés azonban már 6 hónapja üzemképtelen volt. (Vezetési és karbantartási hiba).
- A figyelmeztető szirénák csak akkor szólaltak meg, amikor a baleset már igen súlyossá vált. (Vezetési hiba).
- Nem voltak automatikus hőmérséklet-érzékelők, a hőmérséklet- és nyomáskijelző eszközök pedig nem működtek. (Vezetési hiba).

- Túlságosan kevés gázálarc állt rendelkezésre. (Vezetési hiba).
- A vezénylőteremből nem lehetett áttekinteni a szelepek állását. (Tervezési hiba).
- A vezénylőteremben 30 font/hüvelyk² alatt nem lehetett követni a tartály nyomásának az alakulását. (Tervezési hiba).

A Challenger űrjármű katasztrófája (NASA Kennedy Űrközpont, Amerikai Egyesült Államok)

1986 január 28-án reggel a Challenger űrjárműben közvetlen elindítása után elrepedt egy gumi tömítőgyűrű (egy ún. "O-ring"), aminek következtében az égő üzemanyag - ún. "kifúvás" következtében - kijutott az égéstérből és az egész rakéta-komplexum felrobbant, megölve a fedélzeten lévő hét asztronautát.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - COOPER (1987) és REASON (1994) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- Már 1977-ben voltak bizonyos problémák a tömítőgyűrűvel: a Morton Thiokol, a NASA egyik szállítója, a gyűrű általa "nem kívánatosnak, de elfogadhatónak" nevezett tulajdonságait tapasztalta. 1981-ben a Hercules egy jobb megoldást javasolt, de a Thiokol továbbra is a saját eredeti gyűrűjét használja. (Szállítók hibája: konkurenciaharc).
- 1981 novemberében az egyik gyűrűn erózió, illetve megpörkölődés nyomait találták. Ez ugyanannál a csatlakozásnál volt, ami később a balesetet okozta. 1982-ban a NASA kritikusnak minősítette ezt a csatlakozást. 1984 februárban, a tizedik út előtt nagy nyomású levegővel tesztelték a csatlakozást és ismét az erózió nyomait találták. 1984 áprilisában a tizenegyedik út után azt tapasztalták, hogy a gyűrűk némileg megrepedtek, de ezt még elfogadhatónak ítélték. 1985 áprilisában a tizenhetedik út után azt tapasztalták, hogy az egyik gyűrű nem tömített és meg is pörkölődött. (Az illetékes NASA vezetők hibája: nem kezelték a problémát kellő súllyal).
- 1985 júliusában a Thiokol mérnökei egy figyelmeztető feljegyzést írtak arról, hogy ha a tökéletlen tömítés miatt ún. "kifúvás" lép fel repülés közben, akkor az katasztrófát okoz. 1985 augusztusában a Thiokol és a Marshal mérnökei tanácskozást hívtak össze a "kifúvások" témájában, de azon az illetékes NASA vezetők nem vettek részt. (Az illetékes NASA vezetők hibája: nem vették figyelembe a figyelmeztetéseket).
- 1986 decemberében a Thiokol illetékes igazgatója a gyűrű-probléma lezárását javasolja azon az alapon, hogy ígéretes új műszaki megoldások vannak születőben. 1986 január 27-én - a balesetet megelőző napon - a Thiokol főmérnöke megkísérli az indítás elhalasztását. (Az illetékes NASA vezetők hibája: túlzottan siettették a programot).

Atomerőműbaleset (Csernobil, Szovjetunió)

1986 április 26-án hajnali 01.24-kor a Csernobil-4 reaktor 1000 tonnás beton burkolatát két nagy erejű robbanás szétvetette és ennek következtében nagy mennyiségű radioaktív bomlástermék került a levegőbe. Ez volt a nukleáris energiaipar eddigi legsúlyosabb balesete, amely a robbanások és az azt követő mentés során 32 halálos áldozatot követelt, de az időkéssel jelentkező súlyos megbetegedések és elhalálozások száma több mint 100.000 főre tehető. A katasztrófa közvetlen hatása az volt, hogy az erőmű 400 négyzetmérföldes környezete súlyosan

elszennyeződött. Másrészt a robbanások és az azt követő tűz következtében a kiszabadult forró radioaktív gázok az atmoszféra magasabb rétegeibe is feljutottak és onnan a légmozgások és más meteorológiai tényezők függvényében Európa távolabbi területeit is elérték. Különösen Skandinávia és Nyugat-Európa egyes vidékeit érintették a radioaktív gázfelhők, ahol kimutatható volt a rákos megbetegedések és elhalálások megnövekedett kockázata.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy (1986), REASON (1987, 1994) - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- 1986 április 25-én 13.00-kor az erőmű 4. sz. blokkjában elkezdtek a teljesítmény csökkentését abból a célból, hogy 25 %-os teljesítménynél üzemviteli tesztet végezzenek. A tervezett tesztelés célja annak eldöntése volt, hogy a turbina-generátor ún. "kifutási kapacitása" elegendő-e arra, hogy egy vészhelyzetben addig a néhány percig biztosítsa a zóna-hűtőrendszer energia-ellátását, amíg a tartalék diesel-generátor működésbe lép. Orosz források szerint a tesztelési terv alacsony színvonalú volt, a biztonságot érintő vonatkozásai pedig teljesen vázlatosak és formálisak. A terv ráadásul azt is előírta, hogy a zóna-hűtőrendszert a tesztelés idejére - mintegy négyórányi időtartamra - ki kell iktatni. Bizonyítékok vannak arra, hogy ennek a veszélyes tesztelésnek a végrehajtását más szovjet atomerőművekben - a Leningrád, Kurszk és Szmolenszk közelében levőkben - biztonsági okokra hivatkozva elutasították. A tesztelés fő végrehajtói Moszkvából érkezett villamos szakemberek, nem pedig reaktor specialisták voltak. (Szervezeti és vezetési hibák).
- 14.00-kor a tesztelési program részeként valóban ki is iktatták a zóna-hűtőrendszert és ezzel az alapvető védelmi funkciókat is kikapcsolták. (Vezetési hiba).
- 14.05-kor Kievből kérték, hogy a 4. sz. blokkot állítsák vissza a hálózatra. Ezt az operátorok anélkül tették meg, hogy a zóna-hűtőrendszert is bekapcsolták volna. Ennek a hibának ugyan nem volt közvetlen köze a későbbi katasztrófához, de jelezte az operátorok hanyag és felületes viszonyulását a biztonsági szabályokhoz. (Operátori hiba).
- Az ezt követő 9 órán át 50 %-os teljesítményen történő üzemelés ún. "xenon mérgezés" idézett elő, aminek következtében a reaktort alacsony teljesítményen egyre nehezebben lehetett kontrollálni. (Vezetési és tervezési hiba).
- 23.10-kor a blokkot leválasztották a hálózatról és az operátorok folytatták a teljesítmény csökkentését, de az előírt "teljesítmény tartása" parancsot az automatikának nem adták ki. A reaktor működése ezeken az alacsony teljesítményszinteken nagyon nehezen volt kézben tartható, de végül 7 %-on sikerült stabilizálni a reaktort. Ekkor a veszélyesen alacsony teljesítmény miatt a tesztelést meg kellett volna szakítani, de ez nem történt meg. (Vezetési, tervezési és operátori hiba).
- A tesztelő személyzet próbálta a terv szerint folytatni a tesztelést, ennek érdekében egyre inkább improvizatív lépéseket tettek az instabil rendszerben. A teszt folytatásához fokozatosan ki kellett kapcsolniuk a még megmaradt védelmi működéseket is. 01.24-kor bekövetkezett a két robbanás és a katasztrófa kezdetét vette. (Vezetési, tervezési és operátori hiba).

A Piper Alpha olajfúróállomás felrobbanása (Nagy Britannia)

1988 július 6-án az Északi tenger Nagy Britanniához tartozó vizeire telepített Piper Alpha nevű olajfúróállomás és gázfeldolgozó üzem - feltehetően gázszivárgás és azt követő elektromos szikra következtében - felrobbant. A nagy erejű robbanásban és az azt követő tűzvészben összesen 167 ember vesztette életét.

A baleset után elvégzett vizsgálatok - BBC (1990) - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat és hiányosságokat tárták fel.

- A cég vezetését a balesetet megelőző időszakban az indokolatlan önelégültség jellemezte, miközben az előírt biztonsági intézkedéseket nagyrészt nem tette meg. (Vezetési hiba).
- Az állomás vezénnyeltermét rendkívül kedvezőtlenül helyezték el: közvetlenül a gáz-komprimáló egység fölé került, ami a biztonság szempontjából a lehetséges legrosszabb hely. A vezénnyelterm a robbanáskor teljesen meg is semmisült, így az eseményeket nem lehetett befolyásolni, de még követni sem. (Tervezési hiba).
- A dolgozók nem értették - az egyébként is rendkívül felületesen összeállított - menekülési tervet, ezért a robbanást követő vészhelyzetben nem tudták, hogy mit tegyenek. (Vezetési hiba).
- A dolgozók egy részével korábban azt közölték, hogy vészhelyzetben helikopterekkel kimentik őket, ezért sokan erre vártak - de hiába. (Vezetési hiba).
- A kommunikációs rendszer a vészhelyzetben nem működött. (Vezetési és karbantartási hiba).
- A szükséges mentőhajók nem álltak időben rendelkezésre. (Vezetési hiba).

A "Herald of Free Enterprise" komphajó felborulása (Zeebrugge, Belgium)

1987 március 6-án 18:27-kor az utasokat és teherárut egyaránt szállító "Herald of Free Enterprise" nevű komphajó Zeebrugge kikötőjében közvetlenül a kifutás megkezdésekor felborult és a sekély vízben úgy feküdt fel a fenékre, hogy a menetirány szerinti jobboldali fedélzete víz alá került. A balesetben 150 utas és a személyzet 38 tagja vesztette életét.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - REASON (1994) - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- 1987 március 6-án 18:05-kor a komphajó úgy kezdte meg a kifutást Dover felé, hogy a hajóorrban mind a külső, mind a belső ajtók nyitva maradtak. A segédfedélzetmester, akinek a feladata lett volna az ajtók zárása, ezalatt karbantartási és takarítási munkáit befejezve kabinjában - feltehetően az előzően elvégzett munkák miatt kimerülten - aludt. (A segédfedélzetmester hibája és - az ellenőrzés elmulasztása, valamint a segédfedélzetmester ésszerűtlen munkabeosztása miatt - a hajó kapitányának a hibája).
- A fedélzetmester észrevette, hogy az ajtók nincsenek bezárva, de nem zárta be, mert úgy vélte, hogy az nem az ő feladata. (A fedélzetmester hibája).
- Az elsőtiszt ellenőrizte, hogy nem maradt-e utas a fedélzeten és távolról meglátva a fedélzetmestert azt gondolta, hogy az a segédfedélzetmester, aki éppen indul az ajtókat bezárni. (Az elsőtiszt hibája).
- Az üzemeltető cég forgalmi vezetője sürgette a kapitányt az indulásra, hogy ne legyen Doverben késés. A kapitány szintén sürgette az embereit, ezért némi feszültség volt a személyzet körében. (A cégvezetés hibája).
- A kapitány többszöri dokumentált korábbi kérései ellenére a cég vezetése nem szereltette fel a hajóhídra az ajtók nyitott vagy zárt állapotát mutató kijelző eszközt, ami csupán mintegy 400 -500 angol fontba került volna. (A cégvezetés hibája).

- A hajónak volt egy állandó oldalra dőlése, amit a cég vezetése nem korrigáltatott. (A cégvezetés hibája).
- A fedélzeti vízleeresztő nyílások nem voltak alkalmasak arra, hogy az elárasztott fedélzetről levezessék a vizet. (Tervezési és karbantartási hiba).
- A hajó ún. "felülterhes" tervezése - amely a szállított gépkocsik és egyéb rakományok viszonylag magasan történő elhelyezését tette csak lehetővé - állandóan a felborulás potenciális veszélyével fenyegetett. (Tervezési hiba).

Metro-tűz (King's Cross, London, Nagy Britannia)

1987 november 18-án 19:25-kor - feltehetően egy eldobott égő cigaretta következtében - a Londoni Metro King's Cross megállójában az eldobott éghető hulladék anyagok meggyulladtak. A tűz felerősödött és a mozgólépcső mentén továbbterjedve 31 ember halálát okozta. A halálesetekhez sok súlyos sebesülés is járult.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - FENELL (1988) és REASON (1994) - a következő emberi tényezőkre visszavezethető hibákat illetve hiányosságokat tárták fel.

- A fából készült mozgólépcsőt 1939-ben helyezték üzembe és a szakértők egybehangzó véleménye szerint már régóta erősen tűzveszélyes volt. (Vezetés hibája: felújítás és a tűzveszély csökkentésének elmulasztása).
- A Londoni Metró területén a dohányzás engedélyezett volt. (Vezetés hibája: a liberális szabályozás nem volt összhangban a tényleges tűzveszéllyel és biztonsági berendezések rossz műszaki állapotával).
- 1987 november 18-án 19:25-kor a felhalmozódott eldobált éghető szemét és hulladék anyagok meggyulladtak. (Vezetés hibája: rendszeres takarítás és tisztítás hiánya, az éghető szemét felhalmozódásának lehetővé tétele).
- 19.30-kor egy utas figyelmeztetése nyomán a jegyirodai alkalmazott telefonon bejelenti az akkor még kis kiterjedésű tüzet az illetékes felügyelőnek, de nem mondja meg pontosan a tűz helyét. Sem ő, sem kollégái, sem az illetékes felügyelő nem kaptak megfelelő tűzvédelmi kiképzést. (Vezetés hibája).
- Az 1948-ban telepített vízködös tűzoltó készülékeket először nem találták, majd pedig nem tudták őket használni, mert beroszdásodtak. Füst detektorok nem voltak, mert a vezetés túlzottan költségesnek találta. (Vezetés hibája).
- 19.34-kor a rendőrség evakuálni akarta a bentrekedt utasokat a Victoria Line felőli mozgólépcső felé, de ez nagyon nehezen ment, mert nem ismerték a helyszínt. A lezárt ajtók és fémrácsok akadályozták a menekülést. Nem létezett evakuálási terv a King's Cross megállóra és korábban nem voltak a metró személyzete és a rendőrség közös részvételével végrehajtott mentési gyakorlatok. (Vezetés hibája).
- 19.40-kor a rendőrség kérte, hogy a metró irányítói utasítsák a szerelvények vezetőit, hogy ne álljanak meg a King's Cross megállóban. A Londoni Metró vezénnyeltermét az 1960-as években modernizálták utoljára, a berendezések elavultak és részben használhatatlanok voltak. A vezénnyeltermi operátoroknak az utasok tájékoztatására egyáltalán nem volt lehetőségük, de a szerelvények vezetőivel is csak igen korlátozott mértékben, ezért a rendőrség kérése ellenére a vonatok továbbra is megálltak és újabb utasok érkeztek. (Vezetés hibája és kommunikációs problémák).
- Az összesen elhelyezett 8 TV monitorból 5 vagy kikapcsolt állapotban volt, vagy üzemképtelen volt. A legtöbb kamera is üzemképtelen volt, ezért a

vezénylőteremből az eseményeket nem lehetett biztonsággal követni. (Vezetés és karbantartás hibája).

- 19.45-kor a megálló mozgólépcső és jegyiroda körüli része hirtelen belobbant, a lángok mindent elborítottak. A burkolásra használt műanyagok éghetőek voltak és égés közben részben mérgező gázokat is fejlesztettek. (Tervezési hiba).

A Hillsborough stadion katasztrófa (Sheffield, Nagy Britannia)

1989 április 15-én - TAYLOR (1990) - a Hillsborough stadionban a Nottingham - Liverpool labdarugó mérkőzésen a nézők tömege a részben lezárt bejáratok miatt nem tudott a kezdésre bejutni és ezért a hátulról folyamatosan érkezők nyomni kezdték az előttük levőket. A felforrósodott hangulatban és a nagy zajban még a szervezők és a helyszínen levő rendőrök is csak későn vették észre, hogy sok embert a tömeg a falakhoz és a kerítéshez préselt, ami végül összesen 95 halottat követelt.

A katasztrófát követően elvégzett hatósági és bírósági vizsgálatok - TAYLOR (1990) - az események következő sorozatát rekonstruálták.

Először a C bejáraton indult be a tömeg igen nagy lendülettel. Amikor 2.54-kor a csapatok a pályára léptek, a nézők döntő többsége még kívül volt, de ezek mindenképpen be akartak jutni a kezdőrúgásra. Több szurkoló később elmondta, hogy a tömeg úgy sodorta be, hogy a lába nem érte a földet és fuldoklott a rá nehezedő nyomástól. (Szervezők hibája: a várhatóan nagy tömeget vonzó mérkőzésen nem tették lehetővé a gyors bejutást, a legtöbb bejárat le volt zárva).

A 3. sz. bejárat kapuját a tömeg kívülről beszakította, de a rendőrök először visszazárták. A tömeg másodszor is benyomta a kaput és a rendőrök még ekkor is vissza akarták zárni, de ez akkor már nem sikerült. Egy rendőr kinyitotta ugyan a 4. sz. bejárat kapuját, hogy csökkentse az emberekre nehezedő nyomást, de később visszazárták. Az ügyeletes rendőrtiszt először betű szerint ragaszkodott az írott előírásokhoz (ezen kapuk zárva tartásához), majd amikor felismerte a helyzet súlyosságát, rádión akart engedélyt kérni a kapu kinyitásához. Amikor nem kapott választ, végül saját hatáskörében kinyitatta a kaput. (Rendőrség kezdeti hibája).

Az összepréselődés elől sok szurkoló igyekezett felmászni a kerítésekre és azokon átmászni, de ezeket a rendőrök a túloldáról visszafordították, mert attól tartottak, hogy a nézők előzönlök a pályát. Sok embert már ekkor úgy összenyomott a tömeg, hogy fuldoklott vagy meg is halt, de ezt alig vette észre valaki, mert a tömeg a sérülteket és halottakat is álló helyzetben tartotta. (Rendőrség kezdeti hibája).

Az irányító teremben senki sem vette észre az extrém túlzsúfoltságot. (Tervezési hiba: az információs rendszer alkalmatlan volt).

A rangidős rendőrtiszt utasítására a rendőrök felmáshoztak a kerítésre és karjukkal integetve mutatták a hátulról előre nyomulóknak, hogy ne jöjjenek tovább. A tömeg nem fogadta meg a kérést, azokat is tovább sodorta, akik meg akartak állni vagy vissza akartak fordulni. (A nézők hibája, fegyelmezetlensége).

Eközben a nagy többség a tragédiáról mit sem tudva élvezte a játékot és önfeledten kiabált. A nagy zajban a segítségkéréseket, kétségbeesett kiáltásokat és hörgéseket nem lehetett meghallani. (Szervezők hibája: a mérkőzést azonnal le kellett volna fűjni).

Végül 5 és fél perccel 3 óra után a mérkőzést lefűjték. A közönség lassan visszavonult, maga után hagyva sok földön fekvő sérültet és halottat. Kezdetben a rendőrök szervezetlenül végezték a mentést, nem volt hatékony parancsnokuk. (Rendőrség hibája).

Összehordták a magatehetetlen sérülteket és a halottakat. Amikor a tömeg felismerte a katasztrófa nagyságát, a dühét a rendőrök felé fordította: szidták és még bántalmazták is őket. Ezután számos sajtófotós jelent meg, akik igyekeztek a haldoklókról közvetlen közeli - "hatásos" - képeket készíteni, ami felbőszítette a szurkolókat, akik megtámadták a fotósokat. A rendőrségnek kellett a fotósokat megvédeni. (Sajtófotósok hibája).

3.12-kor egy rendőr főtiszt érkezett és átvette a parancsnokságot. Ettől kezdve szervezettebben folyt a sérültek kimentése és elszállítása. A kerítés dróthálóját vágóeszközök híján a rendőrök és a szurkolók a pusztá kezeikkel igyekeztek eltávolítani, hogy a szurkolók távozhassanak, a rendőrök pedig bejöhessenek. (Szervezők hibája: alapvető kéziszerszámok sem álltak rendelkezésre).

A St. John Ambulance Brigade mintegy 30 fővel hamar a helyszínre jött és segített ellátni a sérülteket. Sajnos csak kilenc hordágyuk volt, ezért nagyobb táblákat is használtak hordágyakként.

Azon kívül, hogy a mérkőzést lefújták és orvosi segítségre van szükség, más információ nem jutott el a távolabb levőkhöz, akik közül a Nottingham szurkolók úgy gondolták, hogy a Liverpool szurkolói foglalták el a pályát és elkezdtek hangosan énekelve és skandálva gyalázni őket. Ez tovább bőszítette ez egyébként is felzaklatott Liverpool szurkolókat, akiket a rendőröknek kellett viaszorítani. (Szervezők hibája: minimálisan szükséges tájékoztatás elmulasztása)

Amikor 3.56-kor a szervezők végül bejelentették, hogy mi történt, azt az emberek - akik ekkor már nem alkottak egységes tömeget - jól fogadták és megnyugodtak. 4.10-kor azt is bejelentették, hogy aznap már nem játsszák le a mérkőzést és ezt is tudomásul vették.

A stadion tornatermében alakították ki az ideiglenes hullaházat. A 95 halottból 7 volt nő, 38 volt 20 év alatti és 39 volt 20 és 29 év között. A halál oka a legtöbb esetben fulladás volt, kisebb számban háti, hasi és feji sérülések. A halottaktól vett vérminták alapján megállapították, hogy csupán 21 áldozat vérében volt számottevő mennyiségű alkohol. Mintegy 730 további ember szenvedett sérüléseket, főleg mellkasi zúzódásokat.

Vasúti katasztrófa (Szajol, Magyarország)

1994 december 2-án 16.45-kor - péntek lévén sok utassal - érkezett Szajol állomásra Debrecen felől a menetrend szerinti gyorsvonat. A vonatnak Szajolban nem kellett megállnia és a zöld jelzés biztosította is számára a szabad áthaladást, ezért 110 km/óra sebességgel érkezett az állomásra (ezen a szakaszon 120 km/óra volt a maximális engedélyezett sebesség). A mozdony és az első kocsik egy váltón még átrobogott, amikor a váltó hirtelen átállítódott - felpattant - és a vonat többi része leszakadt és szabaddá válva belerohant az állomásépületbe és a mellette levő családi házba. A súlyos baleset 31 halottat követelt és 53-an sérültek meg.

A balesetet követően elvégzett vizsgálatok - SÁRI (1995) nyomán - a következő emberi tényezőkre visszavezethető okokat tárták fel.

- A gyorsvonat érkezése előtt egy teherszerelvényt tolattak ki az állomásépület melletti vágányra, aminek megtörténte után a váltót vissza is állították, de a visszaállított váltó előírt bebiztosítása - ún. "reteszélése" - sajnos elmaradt. Ennek az elmaradt bebiztosításnak volt a közvetlen következménye az ún. "beváltás", ami a súlyos balesetet előidézte. (Váltókezelő hibája).
- Magyarországon a baleset időpontjában a "katasztrófahelyzet" fogalma jogilag nem volt tisztázva és nem létezett katasztrófa-törvény sem, ezért a mentésben és a

további károk elhárításának érdekében bevetett szervezetek (tűzoltóság, rendőrség, mentőszolgálat, polgári védelem, honvédség stb.) együttműködése nem volt szabályozva. Annak ellenére, hogy ezen szervezetek végül is képesek voltak a hatékony együttműködésre, a szabályozás hiánya a bevetések kezdetén hátrányként jelentkezett és némi idővesztést is okozott. (Törvényalkotók mulasztása).

- A mentésben részt vevő szervezetek személyi állománya nem volt megfelelően kiképezve és pszichésen felkészítve ilyen súlyos esetek kezelésére. A baleset után például csak a tűzoltóság kötelékéből hét fő távozott el, nagy valószínűséggel a mentés során elszenvedett stresszre visszavezethető "megváltozott egészségi állapotra" történő hivatkozással. (Mivel az alaposabb felkészítés jelentős gazdasági kihatással is járt volna, nem azonosítható pontosan, hogy hol és milyen szintű vezetés követett el mulasztást).

Repülőtéri tűz (Düsseldorf, Németország)

1996-ban egy márciusi napon a düsseldorfi repülőtéren tűz ütött ki, amelyben 16-an életüket veszítették. Az események leírását és az emberi hibák szerepének elemzését ebben az esetben nem hivatalos vizsgálati jelentésekből és tudományos munkákból vettük át, mivel ezek a jegyzet írásakor még nem voltak hozzáférhetőek, hanem különböző sajtóközleményekből. Ezekből a következő kép rajzolódik ki.

A repülőtér vezetését nagyon meglepte a tűz, mert csupán két héttel korábban fejezték be az aktuális tűzvédelmi felülvizsgálatot és csak jelentős késéssel tudtak intézkedni. (Vezetési hiba).

A tüzet külső cégek dolgozói okozták, akik hegesztési munkákat végeztek. (Külső cégek dolgozóinak hibája és a vezetés hibája: a szükséges oktatás és ellenőrzés elmulasztása).

A repülőtér tűzoltói rosszul mérték fel a helyzetet: kezdetben úgy vélték, hogy ők is meg tudnak birkózni a tűzzel és ezért túlságosan későn riasztották a városi tűzoltókat. (A repülőtéri tűzoltók hibája).

Az utastájékoztató rendszer kezelői tévedésből nem a megfelelő audio kazettát játszottak be a hangosbeszélőkbe és ezáltal az utasokat éppen a legveszélyesebb helyekre küldték. (Utastájékoztatók hibája).

Viktória tavi komphajó-katasztrófa (Viktória tó, Kelet-Afrika)

1996 egyik május végi napján - HAMMER (1996) - a Viktória tavon közlekedő Bukoba nevű komphajóba több mint 700 ember zsúfolódott össze. Nagy erejű hullámok dobálták a mintegy 60 méter hosszú belga gyártmányú hajót 12 órán át, majd amint közeledett a tanzániai Mwanza kikötő felé hirtelen baloldali irányban felbillent. Legalább 549 ember veszítette életét Kelet-Afrika addigi legsúlyosabb vízi katasztrófájában. Hasonló jellegű katasztrófák sajnálatosan gyakoriak Afrikában: 1994-ben a kenyai Mombasában 200, 1991-ben pedig az egyiptomi Safagában 460 áldozatot követelt két hasonló jellegű baleset. A harmadik világ országaiban általában is viszonylag sok hasonló baleset történik, Indonéziában például a szigeteket összekötő hajók felborulása és 20-30 utas megfulladása szinte mindennapos hírek számít. A Bukoba komphajó balesetét a különösen nagy számú áldozat miatt választottuk ki.

Miközben a komphajót üzemeltető állami hajótársaság képviselői "teljesen érthetetlennek" minősítették a balesetet, a következő kockázat-növelő tényezőket lehetett azonosítani.

A Bukobát legfeljebb 441 ember szállítására tervezték, ehhez képest az összezsúfolódott 700 ember igen veszélyes túlterhelést jelentett. A túlélők szerint igen sok volt a jegy nélküli utas, akik lefizették a kapitányt vagy a személyzet más tagjait a fedélzetre bocsátásért. (Az üzemeltető hajótársaság vezetésének hibája: ellenőrzés elmulasztása; a személyzet hibája: egyéni haszonszerzés érdekében súlyosan megsértették a biztonsági előírásokat).

A veszteséglistát tovább növelte a mentőalakulat hozzá nem értése. A felfordult hajót ugyanis a benne szorult levegő a felszínen tartotta és amikor az ott rekedt utasok segélykiáltásaira a mentők lángvágókkal lyukat vágtak a hajótesten, a levegő azonnal eltávozott és a hajó pillanatok alatt elsüllyedt. (A mentőalakulat és az őket kiképező hatóságok hibája).

5. Irodalom

ADLER, R. S. 1995, Redesigning people versus redesigning products: the Consumer Product Safety Commission addresses product misuse. *Journal of Law & Politics*, **XI**, 79-127.

ANTALOVITS, M. 1994, Bevezetés az ergonómiába. Oktatási segédlet. Budapesti Műszaki Egyetem, Ergonómia és Pszichológia Tanszék.

AYRES, R. U. 1994, Information, Entropy, and Progress. A New Evolutionary Paradigm. American Institute of Physics, AIP Press, Woodbury, NY, U.S.A.

BARTHA L. 1981, Pszichológiai értelmező szótár. Akadémiai Kiadó, Budapest.

BASS, L. 1986, *Products liability. Design and manufacturing defects*. New York: McGraw-Hill.

BBC, 1990, The lessons from Piper Alpha. A BBC/HBO Showcase Production. (Video).

BERTALANFFY von, L. 1968, 1972, General System Theory. George Braziller, Inc. One Park Avenue, New York, N.Y.

BROWN, I. D. 1990, *Accident reporting and analysis*. In: *Evaluation of human work. A practical ergonomics methodology*. Wilson, J. R. & Corlett, E. N. (eds.). Taylor & Francis, London, 755-778.

BUDA, B. 1977, A kommunikáció pszichológiai aspektusai. In: Szociálpszichológiai Szöveggyűjtemény II. Kommunikáció, kommunikációkutatás. Bölcsészettudományi Karok egységes jegyzete (Szerk. Pataki F., Solymosi Zs.). Tankönyvkiadó, Budapest.

CAKIR, A., HART, D. J., STEWART, T. F. M. 1980, Visual Display Terminals. Chichester, J. Wiley.

CARD, S. K., NEWELL, A. 1983, The Psychology of Human-Computer Interaction. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, London.

CHRISTENSEN, J. 1987, Comments on products safety. In Proceedings of the Human Factors Society 31st Annual Meeting (pp. 1-14). Santa Monica, CA: Human Factors Society

COHEN, H. H., LIN, L. J. 1991, A retrospective case-control study of ladder fall accidents. *Journal of Safety Research*, **22**(1), 21-30.

COLLIER, J. G., DAVIS, L. M. 1986, Chernobyl: The Accident at Chernobyl Unit 4 in the Ukraine, April 1986. Barnwood, Gloucs.: Central Electricity Generating Board.

COOPER, H. S. F. 1987, Letter from the Space Center. *The New Yorker*, November 10, 1987.

CUSHMAN, W. H., ROSENBERG, D. J. 1991, Human Factors in Product Design. Elsevier.

- CSÁNYI, V. 1988, Evolúciós rendszerek. Gondolat Könyvkiadó, Budapest.
- CSIRSZKA J. 1977, Munka- és pályaalakmasság pszichológiája. Tankönyvkiadó, Budapest.
- CSISZÁR I., FRITZ J. 1980, Információelmélet. (ELTE TTK jegyzete). Tankönyvkiadó, Budapest.
- DRURY, C. G., BRILL, M. 1983, Human factors in consumer product accident investigation. *Human Factors*, **25**, 329-342.
- ELLIS, C. H., HUNT, R. R. 1983, Fundamentals of Human Memory and Cognition. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, U.S.A.
- ERDÉLYI A., MITSÁNYI A., HÓDOS T. 1985, Ember-Környezet- Megterhelés- Igénybevétel. In: Balaton Gy. (szerk.) Munkavédelem (egységes jegyzet a felsőoktatási intézmények számára). Tankönyvkiadó, Budapest.
- EVANS, L. 1991, *Traffic safety and the driver*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- FARMER, E. 1932, *The causes of accidents. Three lectures*. Sir Isaac Pitman & Sons, London.
- FEGETTER, A. J. 1982, A method for investigating human factor aspects of aircraft accidents and incidents. *Ergonomics*, **25**(11), 1065-1075.
- FENELL, D. 1988, *Investigation into the King's Cross Underground Fire*. Department of Transport. London: HMSO.
- GARDINER, M. M., CHRISTIE, B. (eds) 1987, Applying Cognitive Psychology to User-Interface Design. John Wiley & Sons, New York.
- GIBSON, J. J. 1977, The theory of affordances. In: *Perceiving, acting, and knowing*. Shaw, R. E. and Bransford, J. (eds.). Wiley, New York, 67-82.
- GRANDJEAN, E. (ed.) 1984, Ergonomics and Health in Modern Offices. London and Philadelphia, Taylor and Francis.
- GRANDJEAN, E. 1980, Fitting the task to the Man. Taylor and Francis, London.
- GRANDJEAN, E., VIGLIANI, E. (ed.) 1980, Ergonomic Aspects of Visual Display Terminals. London, Taylor and Francis.
- GREENWOOD, M., WOODS, H. M. 1964, The incidence of industrial accidents upon individuals with special reference to multiple accidents. Republished in: *Accident research. Methods and approaches*. Haddon, W., Suchman, E. A. & KLEIN, D. (eds.). Harper & Row, New York, 390-396.
- GUILFORD, J. S. 1973, Prediction of accidents in a standardized home environment. *Journal of Applied Psychology*, **57**(3), 306-313.
- HACKER, W. 1985, Activity: a fruitful concept in industrial psychology. In: Frese, M., Sabini (ed.), Goal directed behavior: the concept of action psychology. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 262-283.
- HALE, A. R., GLENDON, A. I. 1987, *Individual behaviour in the control of danger*. Elsevier, Amsterdam.
- HALE, A. R., HALE, M. 1972, *A review of the industrial accident research literature*. Her Majesty's Stationary Office, London.
- HAMMER, J. 1996, Disasters: Sreams on the Water. Newsweek, June 3, 1996.
- HEALTH AND SAFETY COMMISSION 1992a, Workplace health, safety and welfare. Approved Code of Practice and Guidance. ISBN 0 7176 0413 6
- HEALTH AND SAFETY COMMISSION 1992b, Management of health and safety at work. Approved Code of Practice and Guidance. ISBN 0 11 886330 4
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE 1992a, Work equipment. Guidance on Regulations. ISBN 0 11 886332 0

- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE 1992b, Manual handling. Guidance on Regulations. ISBN 0 11 886335 5
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE 1992c, Display screen equipment work. Guidance on Regulations. ISBN 0 11 886331 2
- HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE 1992d, Personal protective equipment at work. Guidance on Regulations. ISBN 0 11 886334 7
- IZSÓ L. 1995, A rendszer- és szoftver-ergonómia alapjakérdései. Oktatási segédlet, 74 oldal. BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék.
- KANIS, H. & WENDEL, I. E. M. 1990, Redesigned use: a designer's dilemma. *Ergonomics*, **33**(4), 459-464.
- KELLER, A. Z., WILSON, H. C. 1992, Hazards to Drinking Water Supplies. Springer-Verlag.
- KEMENY, J. 1979, *The Need for Change: The Legacy of TMI*. Report of the President's Commission on the Accident at Three Mile Island. New York: Pergamon.
- KREIFELDT, J., ALPERT, M. 1985, Use, misuse, warnings: a guide for design and the law. In: *Proceedings of Interface '85*, 77-82.
- LAUGHERY, K. R. 1993, Everybody knows or do they? *Ergonomics in Design*, July, 8-13.
- MARINISSEN, A. H. 1993, Information on product use in the design process. In: *Proceedings of the 29th Annual Conference of the Ergonomics Society of Australia*. 78-85.
- MASLOW, A. H. 1981, Holisztikus-dinamikus szemlélet. Személyiséglélektani szöveggyűjtemény II. Egységes jegyzet. Tankönyvkiadó, Budapest, 319-341.
- McKENNA, F. P. 1982, The human factor in driving accidents. An overview of approaches and problems. *Ergonomics*, 25(10), 867-877.
- McKENNA, F. P. 1983, Accident proneness: a conceptual analysis. *Accident Analysis & Prevention*, **15**(1), 65-71.
- MÉRŐ L. 1987, A pszichológiai skálázás matematikai alapjai. (Bölcsészettudományi Karok jegyzete). Tankönyvkiadó, Budapest,
- MÉRŐ L. 1989, Észjárások. Akadémiai Kiadó, Optimum Kiadó.
- MESAROVIC, M. D. (ed.) 1964, Views on General Systems Theory. John Wiley, New York.
- MESAROVIC, M. D., TAKAHARA, Y. 1975, General Systems Theory: Mathematical Foundations. Academic Press, New York, San Francisco, London.
- MILLER, G. A. 1956, The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, **63**, 81-97.
- MORAY, N. (ed.) 1977, Mental Workload. NATO Conference Series, Plenum Press, New York and London.
- MORAY, N. 1982, Subjective Mental Workload. *Human Factors*, 24(1), 25-40.
- MULDER, S., BLOEMHOFF, A., HARRIS, S., KAMPEN, L. T. B. van, SCHOOTS, W. 1995, Ongevallen in Nederland, opnieuw gemeten. Een enquête-onderzoek in de periode augustus 1972 - augustus 1993. Stichting Consument & Veiligheid, Amsterdam. In Dutch.
- NORMAN, D. A. 1988, *The psychology of everyday things*. Basic Books, New York.
- NORMAN, D. A. 1992, Design principles for cognitive artifacts. *Research in Engineering Design*, **4**, 43-50.
- NUREG 1985, *Loss of Main and Auxiliary Feedwater Event at the Davis-Besse Plant on June 9, 1985*. NUREG-1154. Washington, D.C.: U.S. Nuclear Regulatory Commission.

- ORVIS, D. D., MOIENI, P. 1994, Human Reliability Analysis. Short course No. 3. PSAM-II (Probabilistic Safety Assessment Methods) Conference, San Diego, U.S.A. (March 20 - 25, 1994).
- ÖSTER, J., KADEFORS, R., WIKSTRÖM, L., DAHLMAN, S., KILBOM, A. & SPERLING, L. 1994, An ergonomic study on plate shears, applying physical, physiological and psychophysical methods. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **14**, 349-364.
- PETRIK O. 1983, Rendszerelmélet. (BME Mérnöki Továbbképző Intézet jegyzete). Tankönyvkiadó, Budapest.
- PEW, R. W., MILLER, D. C., FEEHER, C. E. 1981, *Evaluation of Proposed Control Room Improvements through Analysis of Critical Operator Decisions*. NP-1982, Research Project 891, Cambridge, Mass: Bolt, Beranek & Newman, Inc.
- PORTER, C. S. 1988, *Accident proneness: a review of the concept*. In: *International Reviews of Ergonomics, Volume 2*. Osborne, D. J. (ed.). Taylor & Francis, London, 177-206.
- RAMSEY, J. D. 1985, Ergonomic factors in task analysis for consumer product safety. *Journal of Occupational Accidents*, **7**, 113-123.
- RASMUSSEN, J. 1982, Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *Journal of Occupational Accidents*, **4**, 311-333.
- RASMUSSEN, J. 1983, Skills, Rules, and Knowledge; Signals, Signs, and Symbols, and Other Distinctions in Human Performance Models. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Vol. SMC-13, No. 3, May/June.
- REASON, J. 1987, The Chernobyl Errors. *Bulletin of the British Psychological Society*, **40**, 201-206.
- REASON, J. 1994, *Human Error*. Cambridge University Press.
- REBER, A. S. 1985, *Dictionary of Psychology*. Penguin Books.
- Regulation von Arbeitstätigkeiten. Bern: Verlag Hans Huber.
- ROBINSON, G. H. 1982, Accidents and sociotechnical systems: principles for design. *Accident Analysis & Prevention*, **14**(2), 121-130.
- RYAN, J. P. 1982, Human factors design criteria for safe use of consumer products. In *Proceedings of the Human Factors Society 27th Annual Meeting* (pp. 811-815). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- SALVENDY, G. (ed) 1987, *Handbook of Human Factors*. John Wiley and Sons.
- SANDERS, M. S., McCORMICK, E. J. 1993, *Human Factors in Engineering and Design*. McGraw-Hill, New York.
- SÁRI, F. 1995, A szajoli vasúti katasztrófa. Az "Esettanulmányok a közúti-vasúti közlekedésben keletkezett tűz- és káresetek elhárításának tapasztalatairól" c. konferencián elhangzott előadás. BM Tűz- és Polgári Védelmi Intézet, Továbbképzési Intézet, 1995 november 8., Pécel.
- SCHAAF van der, T. W., LUCAS, D. A., HALE, A. R. (eds) 1991, *Near Miss Reporting as a Safety Tool*. Butterworth-Heinemann Ltd.
- SHNEIDERMAN, BEN 1987, 1992. *Designing the User Interface*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- SINGER, L. D. 1993, Product safety and form. In: *Interface '93*, 84-88.
- SMITHSON, J., THOMPSON, D. M. (producers) 1992, *Disaster at Valdez*. A BBC/HBO Showcase Production in association with ZDF. (Entertainment Group/Turtleback Production video).
- STEENBEKKERS, L. P. A. 1993, *Child development design implications and accident prevention*. Delftse Universitaire Pers. Delft.

- STOBBE, T. J., PLUMMER, R. W. 1982, Case study: Ergonomic and hazard evaluation of a new consumer product. In *Proceedings of the Human Factors Society 26th Annual Meeting* (pp. 515-519). Santa Monica, CA: Human Factors Society.
- SURRY, J. 1974, *Industrial accident research. A human engineering appraisal*. Labour Safety Council, Ontario Ministry of Labour, Toronto.
- SZÁNTÓ, J. 1990, Szakértői vizsgálatok szerepe az üzemi katasztrófák megelőzésében. In: Nagy T. (szerk), *A katasztrófa-megelőzés alapjai*. Budapesti Műszaki Egyetem Mérnöktovábbképző Intézet.
- SZLÁVIK, J. (szerk), 1991, *Környezetgazdálkodás*. BME jegyzet.
- TAYLOR, Lord Justice 1990, *The Hillsborough Stadium Disaster. Final Report presented to Parliament by the Secretary of State for Home Department*.
- UNION CARBIDE, *Bhopal Methyl Isocyanate Incident Investigation Team Report*. Danbury, Conn.: Union Carbide Corporation, March 1985.
- USSR State Committee on the Utilization of Atomic Energy, 1986, *The Accident at the Chernobil Nuclear Power Plant and Its Consequences*. Information compiled for the IAEA Experts' Meeting, 25-29 August, 1986. Vienna: IAEA.
- WAGENAAR, W. A., REASON, J. T. 1990, Types and tokens in road accident causation. *Ergonomics*, **33**(10/11), 1365-1375.
- WALBEEHM, T. B. 1960, De "Brokkenmaker". Bekopte literatuurstudie over het verschijnsel "accident proneness" in het wegverkeer. Koninklijke Nederlandsche Toeistenbond, Den Haag. In Dutch.
- WEEGELS, M. F. 1996, Accidents involving consumer products. CIP-Data Koninklijke Bibliotheek, den Haag. ISBN 90-9009224-2.
- WILDE, G. J. S. 1982, The theory of risk homeostasis: implications for safety and health. *Risk Analysis*, **2**(4), 209-225.
- WOODS, D. D. 1982, *Operator Decision Behavior during the Steam Generator Tube Rapture at the Ginna Nuclear Power Station*. Research Report 82-1C57-CONRM-R2. Pittsburgh, Penn.: Westinghouse R & D Center.
- WOODS, D. D. 1984, Some results on operator performance in emergency events. *Institute of Chemical Engineers Symposium Series*, 90, 21-31.