

FUZZY SZAKÉRTŐI RENDSZEREK LEHETŐSÉGEI MEGVÁLTOZOTT MUNKAKÉPESSÉGŰ EMBEREK FOGLALKOZÁSI REHABILITÁCIÓJÁNAK KIVÁLASZTÁSI FOLYAMATÁBAN



KERTÉSZ Adrienn
ELTE PPK Pszichológiai Doktori Iskola
kertesza@t-online.hu

ÖSSZEFOGLALÓ

Háttér és célkitűzések: A foglalkozási rehabilitáció az a folyamat, amely a megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci (re)integrációját célozza. A folyamat során szükség van az egyéni, munkavállalói profil (egészségi státusz, motiváció, érdeklődés, értékek, kompetenciák, szociális helyzet) felmérésére, valamint a munkáltatói profil (az alapvető munkatevékenység kulcskompetenciáinak, értékek, normák, környezet) megismerésére, hiszen a cél az egyén és a pálya/munkakör illeszkedési pontjainak megtalálása.

A foglalkozási rehabilitáció során, az egyéni igények és a munkáltatói elvárások összehangolásában a döntéstámogató szakértői rendszereknek nagy szerepük lehet. Egy megfelelően felépített szakértői rendszer több szakértő tudását integrálja magában, sok változót képes kezelni, így jobb döntésekre képes; gyorsabban adhat megoldást, mint az ember; a probléma megoldása objektívebb és független a külső körülményektől, hangulatoktól.

Módszer: A pszichológiában a bizonytalansági változók kezelésére megfelelő *fuzzy* rendszerek megoldást nyújthatnak. A ma már műszaki, technikai területeken széleskörűen alkalmazott fuzzy modellezés alapötlete az emberi gondolkodás egyfajta lemásolásán alapul. A módszer olyan esetekben nyújthat megfelelő megoldást, amelyekben a számításokhoz szükséges értékek (paraméterek) bizonytalanok, illetve nem pontosan definiáltak.

Eredmény: Elkészült egy szakértői keretrendszer, amely a munkáltató által meghatározott követelmények alapján meghatározza az alkalmasság mértékét.

Következtetések: A rehabilitációs munkapszichológiai alkalmazástól az remélhető, hogy a javasolt fuzzy modellezés eredményei alapján megalapozottabb fejlesztési irányvonalak határozhatók meg egyéni és munkáltatói oldalról egyaránt. Például a személy konkrét képességeinek fejlesztése vagy a képességekhez történő alkalmazkodás eredményeként

a munkakörök átalakítása is lehet a folyamat végeredménye, ahhoz, hogy eredményes legyen a megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci (re)integrációja.

Kulcsszavak: fuzzy szakértői rendszer, döntéstámogatás, megváltozott munkaképesség, foglalkozási (re)integráció

MEGVÁLTOZOTT MUNKAKÉPESSÉGŰ EMBEREK FOGLALKOZTATÁSÁNAK JELENTŐSÉGE

Megváltozott munkaképességű az az aktív korú személy, akik veleszületett okokból vagy valamilyen balesetből, betegségből adódóan – a hozzá korban, végzettségben hasonló munkavállalókhöz képest – ugyanazt a munkát egyáltalán nem, vagy csak nagyobb erőfeszítés árán képes elvégezni. Munkavállalásának vagy munkahelye megtartásának esélyei testi vagy szellemi károsodása miatt csökkennek. A kiindulási alap a biológiai károsodás, azonban az FNO bevezetése a testi struktúrák és/vagy funkciók sérülése helyett a funkcióképesre fordítja a figyelmet. A funkcióképes teljességében vagy éppen akadályozottságában viszont a személyen túl a környezetnek is jelentős szerepe van. A meglévő funkciókra való építés, valamint a funkcióképes növelése a komplex rehabilitációs folyamatnak az alapja is egyben.

A komplex rehabilitáció minden résztvevőtől holisztikus szemléletet kíván, hiszen az FNO értelmében egyszerre veszi figyelembe az egészségi állapotot a testi funkción és struktúrán keresztül, a környezetet és a személyes tényezőket, valamint ezek különféle interakcióit (Kertész, 2004). Ennek alapján a funkcióváltozásból nem következik egyenesen a tevékenység akadályozottsága és a fogyatékos ténye, ahogy nem következik a társadalmi részvétel

akadályozottsága sem (WHO, 2001/2003). Nem szabad figyelmen kívül hagynunk, hogy egy betegség csak biológiai szinten a személy sajátja, a fogyatékos azonban már a személy-eszköz-környezet rendszer tulajdonsága (Sélei, 2015).

A „megváltozott munkaképességű” fogalom a munka világához, a munkaerőpiachoz szorosan kapcsolódik. Azt a vizsgálati szempontot takarja, hogy miként befolyásolja a mentális, fizikai, pszichikai károsodás az egyén munkavállalását, munkahelyének megtartását; vagyis az egyént a foglalkoztathatóság szempontrendszerén keresztül minősíti.

Ezek a munkavállalók az ország összlakosságához viszonyítva igen magas arányt képviselnek, és alacsony foglalkoztatottságuk miatt kiemelt figyelmet érdemelnek napjainkban. Támogatásra van szükségük, hogy nagyobb eséllyel indulhassanak a munkaerőpiaci versenyben. Egyéni életminőségüket nagymértékben javítja, ha el tudnak helyezkedni és képesek magukat önállóan fenntartani. A munkahely megszerzése az anyagi vonatkozásokon túl önértékelésüket, emberi kapcsolataikat tekintve is pozitív változást jelent az életükben. A munkavégzés strukturalja napjaikat, a feladatok sikerélményéhez, a céljaik megvalósításához vezetnek.

A pozitív hatás nem csak egyéni szinten érvényesül. Jelenleg a gazdasági növekedést fékező tényezők közül a munkaerő hiánya jelenti az egyik legnagyobb nehézséget. Ennek a célcsoportnak a foglalkoztatása számtalan előnnyel járhat: verseny-

előny monotonitást igénylő munkakörökben; a vállalat megítélésének javulása; állami támogatások, adókedvezmények igénybevételének lehetősége, rehabilitációs hozzájárulás mértékének csökkenése; a megváltozott munkaképességű munkavállalók nagyobb lojalitása, megbízhatósága miatt kisebb fluktuáció; munkahelyi szolidaritás; befogadóbb szervezeti kultúra megjelenése.

A FOGLALKOZÁSI REHABILITÁCIÓ CÉLJA

A foglalkozási rehabilitáció az a folyamat, amely a megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci (re)integrációját célozza. A folyamat során szükség van az egyéni jellemzők, képességek felmérésére, hiszen a cél az egyén és a pálya illeszkedési pontjainak megtalálása, valamint fontos, hogy a munkája a lehetőségekhez mérten összhangban legyen érdeklődésével is.

A foglalkozási rehabilitáció területén az utóbbi években jelentős változások történtek. Míg korábban a megváltozott munkaképességűek foglalkoztatása jellemzően védett formában zajlott, addig napjainkban már a nyílt munkaerőpiacon történő munkavégzésre való felkészítés és az elhelyezés vált a foglalkozási rehabilitáció elsődleges törekvésévé.

Lehetséges célok:

1. a rehabilitáció végén a személy lehetőség szerint visszakerüljön az eredeti munkahelyére és munkakörébe;
2. visszakerüljön eredeti munkahelyére, de másik munkakörbe;
3. visszakerüljön eredeti munkakörébe, de másik munkahelyre;
4. másik munkahelyre és másik munkakörbe kerüljön.

A legjobb megoldás az első, hiszen egészségi és pszichés állapota ekkor lesz a legjobb, a legnehezebb pedig az utolsó megoldás, amikor valaki munkahelyet és munkakört is kénytelen váltani. Ekkor egyszerre két új dologhoz is adaptálódnia kell, ami fokozott stresszhelyzetet jelent (Wisenthal és Krupa, 2013).

A MUNKAERŐPIACI (ÚJRA) INTEGRÁLÁS SZEREPLŐI ÉS AZOK JELLEMZŐI

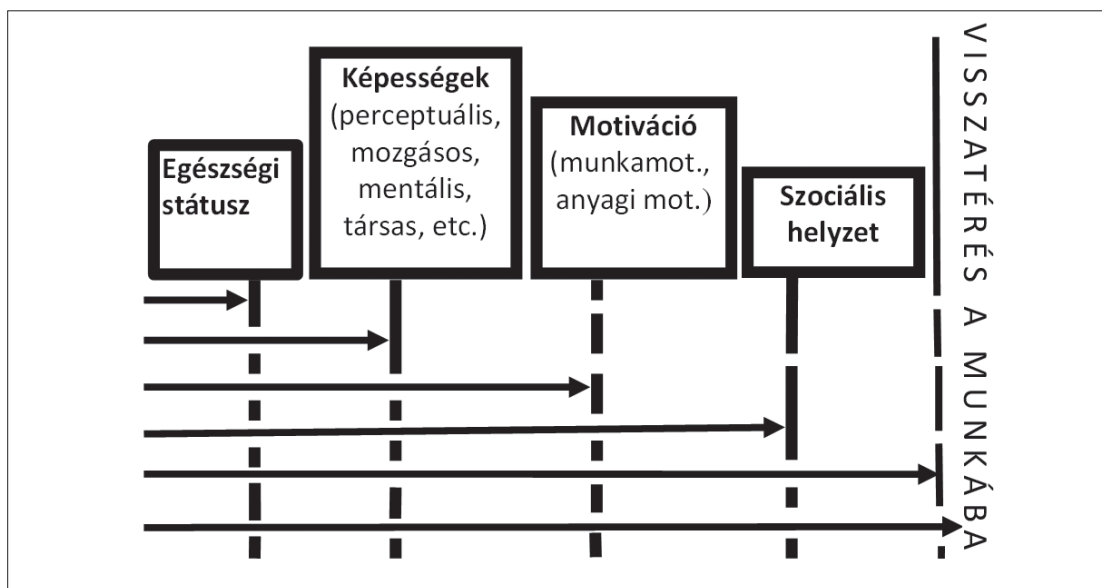
A megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrálására irányuló programok leginkább akkor lehetnek sikeresek, ha figyelembe veszik a folyamat minden szereplőjét, valamint azok jellemzőit, illetve a beavatkozások megtételénél számolnak az egyes szereplők közötti interakciókkal (Münnich, 2006).

A megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrálása komplex megközelítésmódot igényel, mivel ezt a folyamatot számos tényező, valamint a tényezők egymáshoz illeszkedése befolyásolja. Ezek a tényezők a munkaerőpiac szereplőihöz, a munkavállalóhoz és a munkáltatókhoz kapcsolódnak.

A munkavállaló

A munkavállaló értékrendje, érdeklődése alapján szeretné hasznosítani képességeit. A munkába való visszatérést befolyásoló tényezők (1. ábra): az egyén

1. egészségi státusza;
2. képességei, készségei, személyiségének fejleszthetősége;
3. motivációja, érdeklődése, értékei, munkamódja, szükségletei;
4. szociális helyzete, életmódbeli sajátosságai, mobilitása, szociális támogatása.



1. ábra. A munkába való visszatérést befolyásoló főbb tényezőcsoportok a komplex rehabilitációban

Amint az 1. ábra mutatja, a munkába való visszatérésnek a személy – illetve a család és a tágabb szociális környezet – oldaláról lehetnek

- egészségi,
- képességi,
- motivációs (személyiségi), és
- szociális akadályai.

Az ábrán a legfelső nyíl azt az esetet jelzi, amikor a személy egészségi státusza nem megfelelő és így már az első akadályt sem tudja venni. A felülről második nyíl azt mutatja, amikor a személy egészségi státusza megfelelő ugyan, de nem rendelkezik a minimálisan szükséges képességekkel. A felülről harmadik nyíl jelzi azt, amikor a személy egészségi státusza és képességei egyaránt megfelelők, de nem rendelkezik elegendő (munka- vagy anyagi jellegű) motivációval. A felülről negyedik nyíl azt az esetet jelzi, amikor a személy egészségi státusza, képességei és motivációja mind megfelelők, de a szociális helyzete

nem teszi lehetővé a munkába való visszatérést. A felülről ötödik nyíl azt mutatja, amikor a személy oldaláról nem lenne akadálya a munkába való visszatérésnek, de aktuálisan nem áll rendelkezésre számára ténylegesen betölthető állás. Végül a legalsó nyíl azt az esetet jelzi, amikor minden belső és külső feltétel rendelkezésre áll és a személy ténylegesen betölthet egy számára megfelelő állást (Izsó, 2015).

Szervezetek, szakmák, munkakörök

Fontos megismernünk a foglalkoztatásra nyitott szervezeteket és munkaköröket, azokat a szakmákat, ahol a munkafolyamat vagy munkakörnyezet akár kisebb-nagyobb módosításával a megváltozott munkaképességű emberek értékes munkaerőként dolgozhatnak. Az egyén és a munkatevékenység összhangját a munkatevékenység oldaláról elsősorban a munkaköri elvárások határozzák meg. Munkakörelemzéssel megismerhetjük a munkavégzéshez kapcsolódó követelményeket.

A SZEMÉLY-MUNKA-SZERVEZET ILLESZKEDÉSE

Edwards (1991) nevéhez kapcsolódik a Személy–Munka Megfelelés Modell, amely a személy és a munka közötti interakciót hangsúlyozza. A *Person – Job – Organization Fit* (ld. 1. táblázat) elve azt jelenti, hogy a személy eredményessége és az elégedettsége közvetlen kapcsolatban van az egyén tulajdonságai (képesség, személyiség) és a munka követelményei közötti illeszkedéssel. Az illeszkedés azt jelenti, hogy a szervezet és a személy normái és értékei megfelelnek egymásnak. A beválás sikeressége attól függ, hogy a munkavállaló személyiségéhez mennyire illeszkedik az adott munka, mennyire képes az egyén a tulaj-

donságaiban megfelelni a munkakör követelményeinek, és az adott munka mennyire képes kielégíteni a személy egyéni szükségleteit. Mindezek mellett a személy és a munkakör is a szervezet részét képezi, így harmadik szereplőként ebben a kölcsönhatási rendszerben jelen van a szervezet is (Kristof, 1996).

A munka objektív tényezője a *munkaprofil*. A másik oldalon a *munkavállalói profil*, a személy szubjektív tényezői szerepelnek, mint a személyiségjellemzők, a képességek, a készségek és a motiváció. Az alkalmasság azt jelenti, hogy a munka és a személy oldalon található profilok, tényezők egymással kölcsönösen összeillenek.

Csirszka (1966) szerint az összeillés mértéke annál nagyobb, minél több objek-

1. táblázat. A személy-munka-szervezet illeszkedés meghatározásának folyamata

Célok meghatározása: hiányszakmák, nyitott munkakörök, elvárt létszám stb.		
Tervezés Elvárt egyéni jellemzők meghatározása: Szakképesítés, kompetenciák stb.	Betölthető szakmák, munkakörök azonosítása	Szervezeti jellemzők: Létszám, akadálymentes környezet stb.
Előkészítés: a vizsgálathoz szükséges feltételek megteremtése; vizsgálati módszerek meghatározása		
Az egyén vizsgálata: Egészségi státusz vizsgálata Szociális helyzet feltérképezése Kompetenciák, motiváció felmérése	Munkakör-elemzés: Feladatok, kompetenciák, kizáró okok, korlátozó tényezők stb. meghatározása.	Szervezeti kultúra vizsgálata: Szervezeti célok, értékek, nézetek, hiedelmek, vezetési stílus
Eredmény: Munkavállalói profil	Munkaprofil	Szervezeti profil
Döntéstámogató rendszer A vizsgált személy teszteredményeinek és a munkáltató által megfogalmazott kritériumoknak az összehangolása. Minél nagyobb mértékben illeszkednek ezek a szempontok, annál nagyobb lesz a tagsági függvény értéke a kiértékelés során. A nagyobb érték az alkalmasság magasabb szintjét fejezi ki.		
Értékelés: rehabilitációs támogatás Egyén fejlesztése, támogatása.	A munkakör, munkakörnyezet és a munkafolyamat átalakítása.	Szervezetikultúra-váltás

tív és szubjektív tényező között áll fenn megfelelés. Az összeállítás mértékéből valószínűsítjük a *beválást*, ami az egyén és a munka közti valóságos és tartós megfelelést – a megvalósult alkalmasságot – jelenti. Bevált az, aki hosszú távon képes eleget tenni a teljesítmény-követelményeknek, legalább közepes szinten, egyenletes teljesítmény-színvonalon, fizikai és pszichés egészsége károsodása nélkül.

Abszolút alkalmasságról nagyon ritkán lehet beszélni, mert ez azt jelentené, hogy az egyén minden munkafeltételnek abszolút mértékben megfelel. *Kiváló az alkalmasság*, amikor a szükséges kritériumok közötti megfelelés kiegészül a jelölt még egyéb pozitív adottságaival is. *Átlagos alkalmasságról* akkor beszélünk, amikor a jelölt csupán a szükséges kritériumoknak felel meg, és *gyenge* az alkalmasság, amikor megfelel ugyan a beválás alapvető kritériumainak, de szükségből alkalmazzák az egyént, mert nincs nála jobb jelölt (Izsó, 2015).

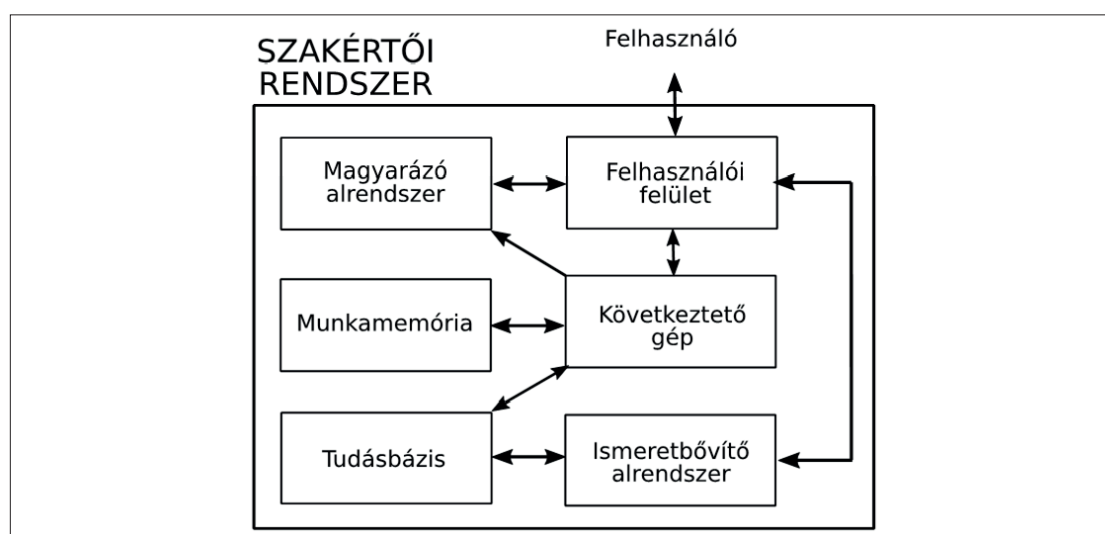
A megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrálását számos tényező befolyásolja. Nagyon sok paramé-

tert szükséges egyszerre szem előtt tartani, ezért indokolt lehet alkalmas döntéstámogató rendszer alkalmazása. A döntéseinket általában – így a kiválasztást végző személy ítéletét is – szubjektív tényezők befolyásolják. Ha a folyamat során a *választásainkat objektivizáljuk* és indokolni tudjuk, az minden esetben erősítheti a döntéseinket, a jelentkező számára is segíti az értékelés elfogadását. Ebben nyújtanak támogatást az ún. szakértői és döntéstámogató rendszerek.

SZAKÉRTŐI RENDSZEREK

A szakértői rendszerek (Borgulya, 1995) fejlődése a mesterséges intelligencia kutatásával karöltve történt. De hangsúlyozni kell, hogy itt nem az általános emberi viselkedés utánzása a cél, hanem egy szűk szakterületen belül egy adott szakértői csoport gondolkodásának reprodukálása úgy, hogy a döntések bizonyos szempontból objektívek és optimálisak legyenek.

A szakértői rendszerek feladata egy szűk, speciális szakterületen a konkrét probléma-



2. ábra. A szakértői rendszer blokkvázlata

megoldás, szaktanácsadás. A cél egy olyan helyzet kezelése, amelynek a megoldását közvetlenül nem ismerjük, de a már meglévő tapasztalatainkra, ismereteinkre van hozzá szükség. A *megoldandó probléma gyakran bonyolult, sok alternatív lehetőség* közül kell választanunk.

A szakértői rendszer *több emberi szakértő tudását integrálhatja magába*, így várhatóan jobb döntésekre képes, mintha egyetlen emberi szakértő döntene, viszont ehhez a lehetséges ellentmondásokat ki kell szűrni. A számítógép *hamarabb ad választ, nem fárad el, a költségek is lényegesen alacsonyabbak* az emberhez viszonyítva. *A külső körülményektől és személyes érzelmektől függetlenül a probléma megoldása* – ugyanolyan feltételek esetén – *mindig ugyanaz*. Míg az ember számára hosszabb időt vesz igénybe az elmélyedés egy új problémakörben, *a szakértői rendszer egymás után több feladatot is meg tud oldani*.

Egy ideális szakértői rendszer nem csupán a helyes választ adja meg, hanem döntéseit indokolja, magyarázatot is ad. Képes az interakcióra, az információcsere természetes nyelven történik. Kezeli a bizonytalanságokat és a speciális eseteket, kivételeket, a tapasztalatok alapján az ismeretanyagát bővíti vagy akár a problémamegoldó képességét növeli.

A szakértői rendszerek működésüket tekintve az emberi tudást és következtetést kódolják le (2. ábra). Az emberi agyban „tárolt tudásnak” a mesterséges rendszerekben számos reprezentációja van, ezek felhasználásától függően eltérő típusú szakértői rendszereket különböztetünk meg:

Jelen esetben egy szabályalapú döntési rendszerrel, a fuzzy szakértői rendszerrel dolgoztunk. Gyakorlatilag „HA feltétel AKKOR akció” jellegű szabályok adatbázisát

határoztuk meg, ahol a feltétel tények és/vagy kapcsolatából áll, ennek igaz jellege a szabály alkalmazásának kritériuma. Például:

HA (korrigálható a fogyatékosága) ÉS (motivált) ÉS (szakmailag és emberileg alkalmas a feladatra) AKKOR (betöltheti a munkakört).

A szakértői rendszer tudásának fejlődéséhez azt újabb és újabb szabályokkal kell kiegészíteni, majd a kiértékelés során gondoskodni kell arról, hogy az ellentmondásokat felderítsük és kiküszöböljük. A rendszer működéséből következik, hogy azokat az állításokat, melyek nincsenek az adatbázisunkban, tulajdonképpen hamisnak tekintjük (még akkor is, ha valójában igazak), mivel ezek nem vezetnek az akcióhoz. A fuzzy szakértői rendszerek is ezzel a megközelítéssel dolgoznak.

A DÖNTÉSEK MATEMATIKAI ALAPJAI

Döntéseink során a meglévő ismereteinkre támaszkodunk, amelyekből következtetések, levezetések segítségével új megállapításokra jutunk. A levezetési eljárások kialakulásának története az ókori görögökig nyúlik vissza, manapság a matematikai logikában testesülnek meg. Az évszázadok során erre többféle eljárás alakult ki, a leggyakoribb a deduktív, az induktív és az analóg következtetés.

A dedukcióra a szabályalkalmazás jellemző, az alkalmazása során bizonyos előfeltevésekből (premissza) előre meghatározott levezetési szabályok (2. táblázat) egymás utáni alkalmazásával eljutunk a következményig (konklúzió).

A következtetések során alkalmazott HA ..., AKKOR ... típusú kifejezése-

2. táblázat. Alapvető következtetési sémák a formális logikában (példa)

1. premissza:	HA valaki végtaghiányos, AKKOR fogyatékkal élő	HA valaki végtaghiányos, AKKOR fogyatékkal élő	HA valaki végtaghiányos, AKKOR fogyatékkal élő.
2. premissza:	„A” végtaghiányos	„A” nem fogyatékkal élő	HA valaki fogyatékkal élő, AKKOR speciális jogok illetik meg.
Konklúzió:	„A” fogyatékkal élő	„A” nem végtaghiányos	Ha valaki végtaghiányos, AKKOR speciális jogok illetik meg.
Szabály megnevezése:	modus ponens (állító mód)	modus tollens (elvető mód)	lánckövetkeztetés.

ket nevezzük implikációnak (latin: az, ami valamiben ki nem mondva is benne rejlik). A köznyelvben néha hibásan alkalmazott logikai érvelés miatt fontos megjegyezni, hogy a konklúzióból nem feltétlenül állapítható meg a premissza igazságtartalma. Tekintsük az 2. táblázatban látható elvető módot (*modus tollens*). A konkrét példában, a premisszákból az következik, hogy ha valaki nem fogyatékkal élő, akkor biztosan tudjuk, hogy nem végtaghiányos. Viszont az, hogy fogyatékkal élő, nem feltétlenül jelenti azt, hogy az illető személy végtaghiányos. Hasonló módon, ha valaki nem végtaghiányos, nem lehetünk biztosak benne, hogy nem fogyatékkal élő.

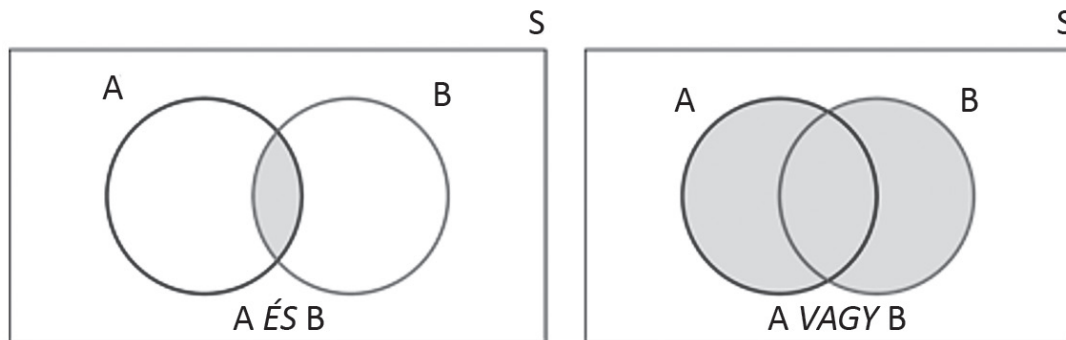
A *deduktív logika* és következtetés az általános szabályoktól vezet a konkrét esetig, gyakran ún. axiómákból (nem bizonyított alapigazságokból) indul ki, majd a levezetési szabályok segítségével adja meg a végső állítást. Fontos tulajdonságai az axiómák függetlensége, az ellentmondásmentesség és a teljesség.

Az *indukció* ezzel szemben a konkrét esettől vezet az általánosig, hipotéziseket állítunk fel, amit kísérletekkel (mérésekkel) igyekszünk bizonyítani. Ebben az esetben csak valószínűsíthetjük a konklúziót, abban sohasem lehetünk tökéletesen biztosak (később adódhat olyan mérés, ami ellentmond a hipotézisnek).

Az *analóg* következtetés során két vagy több jelenség hasonlósága alapján vonunk le következtetést, tehát ez a fajta megközelítés sem teljes.

LOGIKAI KIFEJEZÉSEK, HALMAZELMÉLETI MEGKÖZELÍTÉS

A klasszikus logika szoros kapcsolatban van az ún. naiv (kezdetleges) halmazelmélettel. A halmaz a matematika egyik legalapvetőbb fogalma, melyet leginkább az „összesség”, „sokaság” szavakkal tudunk körülírni, de mivel alapfogalom, nem definiáljuk. A halmazelmélet szemlélete szerint egy T tulajdonság egy olyan halmazt határoz meg, amely azokat az elemeket tartalmazza, melyekre T teljesül. Egy konkrét halmazt a *tagsági függvényével* adhatunk meg, amelynek értéke egy elem esetén vagy 1 (ha az elem a T tulajdonságnak megfelelően tagja a halmaznak), vagy 0 (ha nem eleme). A T tulajdonságra és egyéb tulajdonságokra alapozva összetett kifejezések fogalmazhatók meg, amelyek szintén



3. ábra. A metszet és unió halmazműveletek grafikus ábrázolása Venn-diagramok segítségével

igazak vagy hamisak lehetnek a halmazok egyes elemeire, tehát azok közül néhányat kiválaszthatnak. Ezáltal az adott kifejezés egy új halmazzal definiál, amely a korábbi halmazokon végzett műveletek segítségével adható meg egyértelműen:

- Egy halmaz \bar{A} komplementerén (ellentettjén) azt a halmazzal értjük, amibe azok az elemek tartoznak, amelyek nem részei az A halmaznak.
- Két halmaz $A \cap B$ metszetén (közös részén) azt a halmazzal értjük, amely az A, valamint a B halmaz elemei közül azokat tartalmazza, amelyek mindkét halmazban egyaránt benne vannak.
- Két halmaz $A \cup B$ unióján (egyesítettjén) azt a halmazzal értjük, amely az A, valamint a B halmaz elemei közül legalább az egyikben benne vannak.

Érezhető, hogy a metszet művelete szűkítheti, az unió bővítheti az eredeti halmazokat. Például a végtaghiányos ÉS férfi tulaj-

donságokkal jellemzett halmaz elemszáma kisebb, mint akár a férfi, akár a végtaghiányos emberek halmaza. A végtaghiányos férfi VAGY végtaghiányos nő halmaz elemszáma nagyobb lehet, mint külön-külön az egyes halmazok elemszáma.

Fontos megjegyezni, hogy köznyelvben a megengedő logikai VAGY kötőszót gyakran KIZÁRÓ VAGY értelemben használjuk („a versenyen vagy Péter, vagy Pál fog győzni”).

A klasszikus halmazelmélet műveletek grafikusán az ún. Venn-diagramokon ábrázolhatók (3. ábra), amelyek szemléletesen mutatják be a méret változását.

KÖVETKEZTETÉS ÖSSZETETT KIJELENTÉSEKNÉL

A klasszikus logikában a kijelentések igazságértéke 1 (igaz) vagy 0 (hamis) lehet. Több kijelentés a halmazokhoz hasonlóan a logi-

3. táblázat. Az alapvető logikai műveletek ún. „igazságtáblája”

A	B	NEM A	A ÉS B	A VAGY B	implikáció	ekvivalencia
igaz	Igaz	hamis	igaz	igaz	igaz	igaz
igaz	Hamis	hamis	hamis	igaz	hamis	hamis
hamis	Igaz	igaz	hamis	igaz	igaz	hamis
hamis	Hamis	igaz	hamis	hamis	igaz	igaz

kai műveletek segítségével összekapcsolható, így összetett kijelentéseket kapunk, amelyek igazságértéke szintén kétértékű.

A logikai műveletek közül legfontosabbakként kiemelhetők (3. táblázat) a konjunkció (A ÉS B), a diszjunkció (A VAGY B), a negáció (NEM A), az implikáció (ha A, akkor B) és az ekvivalencia (akkor és csak akkor A, ha B).

Az összetett logikai kijelentések egyszerűsítésére, összevonására az ún. de Morgan azonosságokat használjuk:

- $NEM (A \text{ ÉS } B) = (NEM A) \text{ VAGY } (NEM B)$
- $NEM (A \text{ VAGY } B) = (NEM A) \text{ ÉS } (NEM B)$

LOGIKAI KIJELENTÉSEK BIZONYTALAN ISMERETEK ESETÉN

A világról alkotott elképzeléseink, ismereteink gyakran bizonytalanok. Leginkább a korábbi tapasztalatainkból általánosítunk, vagy mások véleményére hagyatkozunk, de elvileg sincs lehetőségünk minden releváns információ ellenőrzésére, bizonyítására.

BIZONYTALAN TUDÁS

A bizonytalanságnak több oka lehet:

- a problématerületnek az elméleti feltárása még nem zárult le, vagy soha nem is lehet lezárni;
- elképzelhető, hogy a bizonytalanságot a vizsgálat tárgya eredendően magában hordozza, így elvileg sem mérhető meg pontosan az adott mennyiség;
- a vizsgált mennyiségre közvetlenül vagy közvetve ható egyéb jellemzők

meghatározása valamilyen okból nem lehetséges;

- az adott mennyiség definíciója pontatlan, így azt különböző emberek eltérően értelmezik;
- a rendelkezésre álló véges erőforrások miatt az összes ismeret feltárása nagyon sokáig tartana, túl nehéz vagy túl költséges lenne, így attól eltekintünk.

Mivel korlátos időn belül döntéseket kell hoznunk, ezért elfogadjuk a kapott eredmény bizonytalanságát, tudva, hogy annak bizonyos következményei lesznek és a további döntéseinket is meghatározzák (alapvetően azokat is némileg bizonytalanná téve).

A BIZONYTALAN TUDÁS KEZELÉSE

Valószínűségi modell

A társadalomtudományokban a bizonytalanságot gyakran valószínűségi alapon közelítik meg. Hipotéziseket állítanak fel (állításokat fogalmazznak meg), azok igazságtartalmát statisztikai alapon különböző paraméteres és nemparaméteres próbákkal adott szignifikanciaszinten vizsgálják. Amennyiben a hipotézist elfogadják, a további következtetések során megfogalmazott állítások igazságtartalmát – esetleges ellentmondó példák megjelenéséig – már nem vitatják, a további elméletekben arra építkeznek (Dienes, 2013).

Az ok-okozati összefüggésekkel rendelkező eseménysor elemei között feltételes valószínűségekről beszélhetünk, melyek kezelését a Bayes-féle döntéselmélet teszi lehetővé. Egymásból következő események láncolatát vagy összetett döntési folyamatokat egy irányított körmentes gráfban ábrá-

zolják, az ilyen szakértői rendszereknek a Bayes-háló elnevezést adták (Koski és Noble, 2009).

A 1960-as években Georg Rasch az objektív mérés megteremtése céljából kidolgozott egy eljárást, ami a valószínűségi tesztelmélet (*Item Response Theory*) egyik legismertebb modellje. A Rasch-modellt a pedagógiában a gyermekek kompetenciámérése során évek óta sikerrel alkalmazzák. A tesztek önállóan értékelhető tételekre bontják, majd *egyidejűleg* vizsgálják és ábrázolják a tételek nehézségét, valamint az azokra adott válaszok háttérben megbújó, a válaszadó személyre jellemző képességeket. A tételek nehézségének mértékét a nagyszámú vizsgálat objektívizálja, ezért ezek meghatározásához általában a klasszikus tesztelmülethez képest nagyobb mintára van szükség (Bond és Fox, 2001).

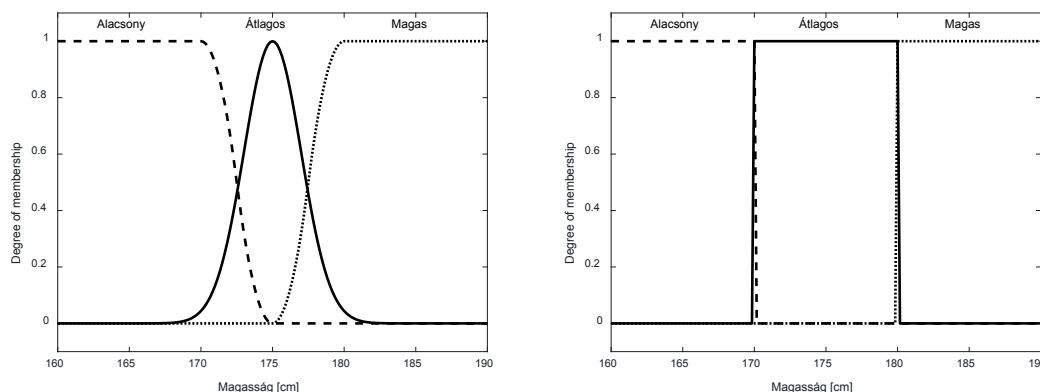
Fuzzy modell

Mint láttuk, bizonytalan információ esetén a döntések és azok következményei sem biztosak, ilyenkor megelégszünk egy elegendően jó, de lehetőleg a legjobb megoldással. Legtöbbször a probléma összetettsége miatt elvileg sincs lehetőség az összes lehetséges alternatívát figyelembe venni, illetve a figyelembe vett lehetőségek számának növekedésével drasztikusan növekszik a számítási komplexitás.

A korábbi modelleknél az egyes állítások ugyan egyértelműen igazak vagy hamisak (például szakirányú végzettsége van vagy nincs), de azok létezésének valószínűsége bizonytalan. A fuzzy megközelítésben egy állítás igazságtartalma nem feltétlenül egyértelmű, az emberek egy része igaznak, másik része hamis-

nak gondolja (például Péter szerint János jó szakember, Pál szerint viszont nem). A mindennapjaink tele vannak ilyen jellegű bizonytalanságokkal. Például az, hogy egy 175 cm magasságú ember magasnak számít-e, függ a körülményektől (melyik korszakban, melyik földrészén él(t) stb.), illetve a megítélő emberektől, akiknek egy része ezt a személyt magasnak, másik része átlagosnak találná. A hétköznapi életben a „magas” kifejezés nem definiált, azt másoktól tanult módon és korábbi tapasztalataink szerint használjuk. Egy ilyen pontatlan fogalomra csak úgy alapozhatjuk döntéseinket, ha elfogadjuk, hogy azok sem lesznek teljesen megbízhatóak. Többek között ez a bizonytalanság az oka annak, hogy például a KRESZ-ben a gyermekek számára az első ülés használatát nem a „már elég magas hozzá” kifejezéssel adják meg, hanem egy pontos értékhez, a 150 cm-es magasság eléréséhez kötik. Holott azt semmi nem indokolja, hogy egy 151 cm-es gyermek kevésbé lenne veszélyeztetve, mint egy 149 cm-es.

A különböző magasságú emberek különböző címkével jelölt halmazba kerülnek attól függően, hogy ki végzi a csoportosítást, tehát egy elem csak bizonyos mértékben tagja a halmaznak. Egy fuzzy halmaz a normál halmaz olyan általánosítása, amelynél a tagsági függvény értéke nem csak 0 vagy 1 lehet, hanem bármely 0 és 1 közötti szám. A tagsági függvény 0,7-es értéke valamely elemmel kapcsolatban azt jelzi, hogy az elem 0,7-es mértékben eleme az adott halmaznak (az emberek 70% ítélte annak), 0,3-as mértékben nem eleme. Mindez azt fejezi ki, hogy az elemek halmazba tartozása/nem tartozása sokszor nem egyértelmű, bizonytalan. Ez a bizonytalanság azonban nem a mi hiányos, részle-



4. ábra. A testmagasság ábrázolása fuzzy és klasszikus halmazelméleti megközelítés esetén.

ges tudásunkból fakad (hanem pl. a dolgok nem egyértelmű megítéléséből, többek eltérő vélekedéséből). A mérték megválasztásánál természetesen arra törekszünk, hogy az megfeleljen hétköznapi gondolkodásunknak. Ezért ennek a mértéknek határesetben két konkrét értékhez kell tartania. Ha teljesen biztosak vagyunk az elemnek a halmazhoz való tartozásában, akkor ennek mértéke legyen 1, ellenkező esetben, ha teljesen biztosak vagyunk abban, hogy az elem nem tartozik a halmazhoz, akkor pedig legyen 0 (4. ábra).

A valószínűségi és a fuzzy megközelítés összehasonlítása

A fuzzy tagsági mérték és a valószínűségi mérték közötti különbséget a következő szemléletes munkapszichológiai példán mutatjuk be.

Tegyük fel, hogy egy adott munkakörre munkavállalók jelentkezését várjuk. A P (szakmailag alkalmas) = 0,6 valószínűség érték azt jelenti, hogy az adott jelentkező 0,6-es valószínűséggel lesz alkalmas. Tehát 10 jelentkezőből átlagosan 6 rendelkezik a megfelelő szakmai ismerettel, átlagosan

4 pedig szakmailag egyáltalán nem alkalmas a munkakörre.

A m (szakmailag alkalmas) = 0,6 tagsági értéknek két interpretációja is lehetséges:

- egy adott jelentkező a szükséges szakmai ismeretnek mintegy 60%-ával rendelkezik, tehát 0,6 mértékben alkalmas.
- több értékelőt megkérdezve, azok 60%-a találná alkalmasnak az adott személyt, 40% szerint valamilyen másik halmazba (például nem alkalmas, gyengén alkalmas stb.) tartozik.

A pszichológiai jelenségek mérésének alapvető problémája, hogy közvetlenül nem mérhetőek. A mentális folyamatokra és a lelki állapotra a közvetlenül megfigyelhető jellemzőkön keresztül tudunk következtetéseket levonni. A hétköznapi vizsgáldások szintjén több-kevesebb sikerrel mindannyian meg tudjuk jósolni ismerősünk lelkiállapotát néhány megfigyelhető viselkedéses megnyilvánulásából, reakcióiból. A tudományos vizsgáldás alapját képező objektív méréshez ez azonban kevés. Az objektív pszichológiai mérések megalapozásához szükség van olyan tudományos meghatározásra, ami a pszichés jelensége-

ket megragadható jellemzők mentén definiálja. Ezt a meghatározást *operacionalizálás*-nak nevezzük. Ilyen operacionalizálásnak tekinthető például a mentális képességek mérésének alapját biztosító intelligenciafeladat vagy a düh mérésénél a normál hangero emelkedésének mértéke. Számos pszichológiai jelenséget illetően a szakemberek között még nincs konszenzus az operacionalizációra vonatkozóan: pl. érzelmi intelligencia (Rózsa és Hevesi, 2006),

A kiválasztási folyamatokban gyakran nagyszámú jelölt tesztelését kell lebonyolítanunk a lehető legrövidebb idő alatt, miközben a tesztelésből kapott eredmények alapján a kiválasztási döntést segítő javaslatokat szükséges megfogalmaznunk. Ez a munka döntéstámogató számítógépes szakértői rendszerek nélkül ma már szinte kivitelezhetetlen.

TAGSÁGI FÜGGVÉNYEK MEGVÁLASZTÁSA

A tagsági függvény típusának és paramétereinek megválasztásával – az egyszerűsítés célszerűségén túl – a felhasználó saját preferenciáit is beépítheti.

Megtartjuk a korábbi kategóriákat, de fokozatosan csökkenő mértékekkel kiterjesztjük az intervallumhatárokat

Példaként tekintsük a személyiségjellemzők felmérésére használt Általános Személyiséghatékonyság és Vezetői Erények Kérdőív (ÁSZVEK) skáláit. A kapott pontértékek alapján az egyes személyeket először soroljuk a „Nagyon alacsony” ($T < 35$), „Alacsony” ($35 \leq T < 45$), „Átlagos” ($45 \leq T < 56$), „Magas” ($56 \leq T < 66$), és „Nagyon magas” ($66 \leq T$) kategóriákba az 5. ábra szerint.

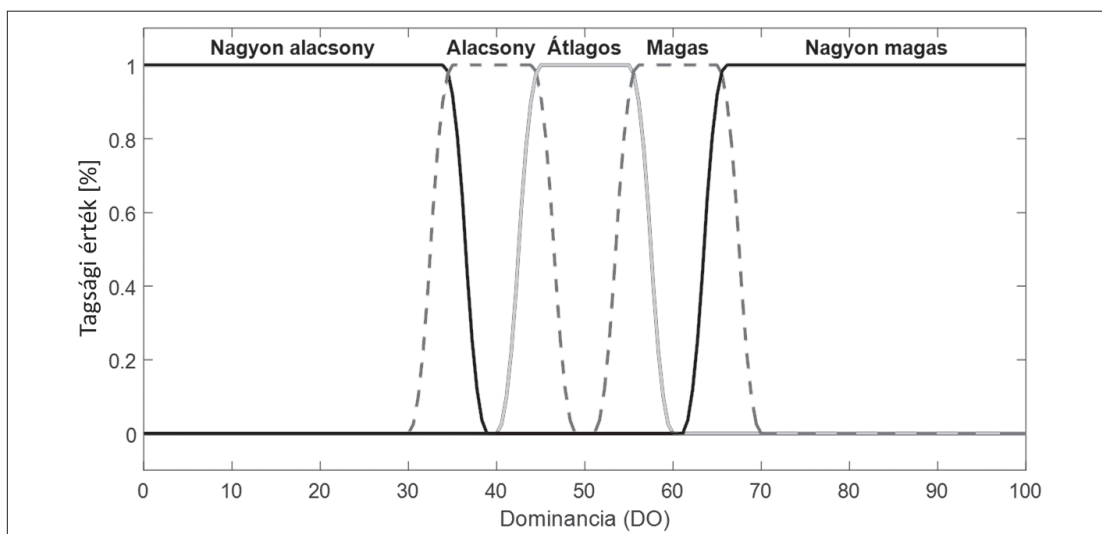
Ebben a megközelítésben az egyes kategóriák között nagyon drasztikus az ugrás, az „Alacsony”-nak minősített 44-es T érték nem sokban tér el a már „Átlagos”-ként besorolt 45-ös értéktől, a 45-ös érték pedig éppúgy „Átlagos”, mint a 44-hez képest lényegesen magasabb 55-ös érték. Az éles kategória-határok nem veszik figyelembe a kismértékű különbségeket, nagyszámú ilyen jellemző esetében pedig nehezen követhetők és használhatók a „majdnem elérte” vagy „éppen bekerült” típusú eredmények.

A fentiek helyett (a korábbi intervallumok megtartásával) az átmenetek finomabb leírására például a 6. ábrán látható, kiterjesztjük az intervallumhatárokat

Eredmények

Skála	Nyerspont	T-érték	Nagyon alacsony	Alacsony	Átlag	Magas	Nagyon magas
Dominancia (DO)	14	44					
Szociális ambíció (CS)	9	34					
Szociabilitás (SY)	13	38					
Szociális fellépés (SP)	17	32					
Önelfogadás (SA)	10	39					
Jó közérzet (WB)	20	36					
Szorongásmentesség (AN)	22	34					
Felelősségtudat (RE)	19	55					
Szocializáltság (SO)	24	57					

5. ábra. ÁSZVEK személyiségprofil-minta (részlet)



6. ábra. Kiterjesztett intervallumok, fuzzy halmazok

jesztett intervallumhatárú tagsági függvényeket adhatjuk meg.

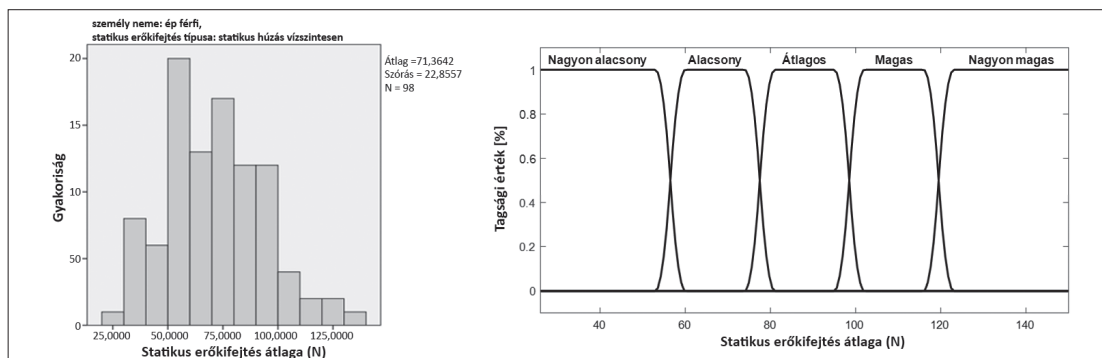
A kiterjesztés mértékét a felhasználó határozza meg, annak függvényében, hogy milyen nagyságú bizonytalanságot enged meg.

Tapasztalati úton, nagyszámú mérés alapján történő kategóriamegadás

Példaként tekintünk az *ErgoScope* munkaszimulátoron végzett méréseket (Izsó és mtsai, 2015), amelyek segítségével alapvető munkahelyi tevékenységeket lehet modellezni. A mérési helyzetek általában jól köze-

lítik a tényleges munkafolyamatot, annak ellenére, hogy természetesen nem egy teljes 8 órás műszakban végzett tevékenység megfigyeléséről van szó. A korábban rögzített nagyszámú mérési adat referenciaként szolgál, és ezeket is figyelembe véve, tapasztalati úton, illetve józan megfontolások mentén kell megtalálni a kapcsolatot a valós és a szimulált munkatevékenység között.

Első megközelítésben a statisztikai módszerek nyújthatnak segítséget. A nagyszámú ép és a – meglehetősen nagy változatosságot mutató – megváltozott munkaképességű vizsgálati személy eredményeinek elosz-



7. ábra. Fuzzy halmazok származtatása *ErgoScope* mérési adatokból (példa)

lásfüggvényeit elemezve a hagyományos statisztikai jellemzők alapján (szórás, percentilis, kvartilis) az egyes mért paraméterekre (esetünkben a kézzel kifejtett statikus erő kifejtés mértékére) kijelölhetünk például „nagyon alacsony”, „alacsony”, „átlagos”, „magas” és „nagyon magas” csoportokat (7. ábra).

A sűrűségfüggvény gyakran nem normális eloszlású, illetve nem is szimmetrikus, ennek megfelelően fuzzy klaszterezés esetén is van lehetőség nem ekvidisztáns felosztásra, valamint az egyes kategóriákban a speciális céljainknak jobban megfelelő eltérő függvényalakok használatára.

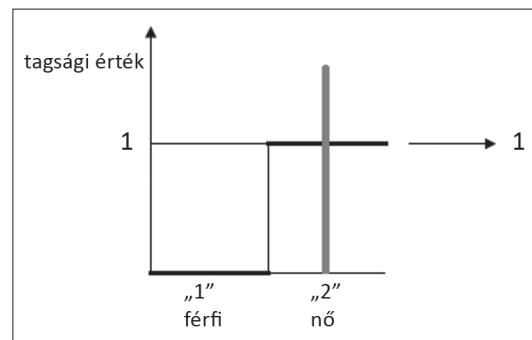
Tagsági függvények egzakt értékek és tartományok esetén

A gyakorlatban előfordul, hogy egyes jellemzők csak diszkrét értékeket vesznek fel (például gyermekek száma, *ErgoScope* vizsgálatban a billentyűleütések száma), amelyeket szám szerint meg tudunk határozni.

Ekkor értelemszerűen a tagsági függvények is csak egész értékeken értelmezettek, például ezekhez az értékekhez konstans 1 rendelhető abban az esetben, ha a vizsgálati személy eredménye egy adott tartományba esik.

Tagsági függvények nominális változók esetén

Nominális változónál nincs jelentősége azok numerikus értékének, mert azok csupán azonosító szimbólumként kezelendők. Például a biológiai nemek meghatározásakor a férfiaknál az „1”, nőknél a „2” jelölés nem jelent semmilyen mértékbeli különbséget. Az is elképzelhető, hogy



8. ábra. Határozott/éles (*crisp*) tagsági függvény

a változó ugyan folytonos, de a döntés során a részletek nem érdekelnek minket. Például bár beszélhetünk a nyelvismeret vagy szakmai ismeret különböző szintjeiről, de néha csak azt tüntetjük fel vagy firtatjuk, hogy egy adott nyelvből vagy iskolai végzettségről a bizonyítvány megvan-e vagy nincs.

A nominális változónál az ún. határozott/éles (*crisp*) típusú tagsági függvényeket érdemes használni (8. ábra). Ha a feltételvizsgálat során az adott érték egy megjelölt tartományba (*range*) esik, illetve a megjelölt szimbólummal megegyezik (*crisp*), akkor a kifejezés 1 értéket kap. Ez azt jelenti, hogy az adott érték biztosan a halmaz része és a komplementer halmaznak nem része.

Ez egyben a fuzzy logikának a klasszikus, kétértékű logikával való kapcsolatát is mutatja. Ha valamennyi változónál a tagsági függvényeket éles típusként definiáljuk, akkor visszakapjuk a kétértékű logika kifejezéseit, ahol az 1 (igaz) és 0 (hamis) mértékek „terjednek tovább” a kifejezésben. Ilyen értelemben a fuzzy logika a klasszikus, kétértékű logika kiterjesztésének tekinthető. A megközelítés másik előnye, hogy a tagsági függvények fenti megadásával az egzakt és bizonytalan változókat együtt képes kezelni.

LOGIKAI MŰVELETEK BIZONYTALAN INFORMÁCIÓ ESETÉN FUZZY MEGKÖZELÍTÉSBN

A klasszikus halmazelmélet műveletek (egyesítés, metszet és komplement) kiterjeszthetők, illetve fuzzy halmazokon is definiálhatók. Zadeh első cikkének (Zadeh, 1965) megjelenése óta a kutatók számos definíciót adtak meg, amelyek kielégítik a peremfeltétel, idempotencia, monotonitás, kommutativitás és asszociativitás feltételeket (Klir és Yuan, 1995).

A fuzzy relációk esetében nem csak a halmazok közötti kapcsolatokról, hanem a kapcsolatok mértékéről is beszélhetünk, tehát a keletkező halmazok elemei is eltérő mértékben tartozhatnak az új halmazhoz. A leggyakoribb (és talán matematikailag legegyszerűbb) reláció típusok a Zadeh (1965) által definiált műveletek, amelyek az uniónál (VAGY művelet) a tagsági értékek közül a legnagyobb (maximum), a metszetnél (ÉS művelet) a legkisebb (minimum) értéket rendelik az új halmazhoz (9. ábra). Így előfordulhat, hogy klasszikus esetben egymást kizáró (diszjunkt) halmazok, ugyanazon fogalmakra fuzzy esetben tartalmaznak különböző mértékű közös elemeket.

HATÁROZÓSZÓK HASZNÁLATA A LOGIKAI KIFEJEZÉSEK EGYSZERŰSÍTÉSÉRE

Tegyük fel, hogy a következő öt köznapi nyelven megfogalmazott halmazképző kategóriával dolgozunk: „nagyon alacsony”, „alacsony”, „átlagos”, „magas” és „nagyon magas”. Ha azt szeretnénk kifejezni, hogy egy adott feladat elvégzéséhez magasnak kell lenni, akkor természetesen a „magas”

vagy „nagyon magas” kategóriába tartozó személyekre egyaránt gondolunk, amit a „legalább” határozószó bevezetésével egyszerűbben fejezhetünk ki:

HA „magasság” = „magas” VAGY „magasság” = „nagyon magas” AKKOR...

összetett kifejezés helyett a

HA „magasság” = „legalább magas” AKKOR...

kifejezést használjuk.

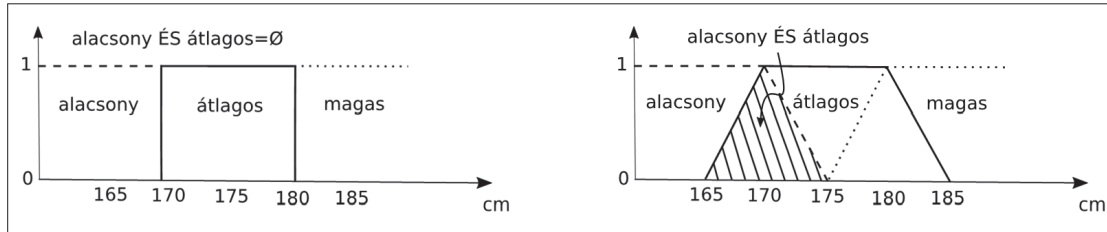
Ezáltal a szabályok megfogalmazása egyszerűsödik, és a kiértékelés során elvégzendő műveletek száma is csökken. A „legalább magas” nyelvi változóval jellemzett halmaz összeállítása a fuzzy halmazműveletek segítségével történhet például a maximum formula szerint.

VISSZA A KONKRÉTUMOKHOZ – DEFUZZIFIKÁCIÓ

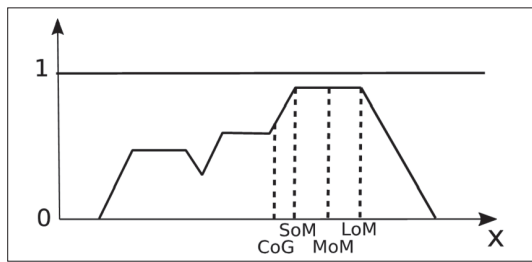
Annak ellenére, hogy a kifejezéseink számos bizonytalanságot tartalmazhatnak, a döntéseknek legtöbbször végül mégis egyértelműnek kell lenniük, például a munkára jelentkezőt vagy felvesszük vagy elutasítjuk. Tehát kell egy eljárás, ami a fuzzy tagsági függvényekhez konkrét egzakt értékeket rendel úgy, hogy ezek az értékek jól reprezentálják a tagsági függvény alakját.

A szakirodalomban számos ún. defuzzifikációs módszert adtak meg, a legfontosabbak a következők (10. ábra):

- MAX: maximális tagsági értékkel rendelkező elem megkeresése;
- SoM/LoM (*Smallest and Largest of Maximum*): az első/utolsó maximum hely módszere;
- MoM (*Middle of Maximum*): a maximum átlagoló módszer a maximális tagsági értékű elemek átlagát adja;



9. ábra. A testmagasság fogalmunkhoz a metszet (ÉS művelet) klasszikus és fuzzy megközelítésben



10. ábra. Különböző defuzzifikációs értékek

- CoG (*Centre of Gravity*): a halmaz elemeinek tagsági értékükkel súlyozott átlagát választja.

Ez utóbbi megközelítés a tagsági függvénynek mint kétdimenziós alakzatnak a súlypontját keresi meg. A tapasztalatok szerint ez a módszer a gyakorlatban nagyon jól használható, ugyanakkor még nem igényel bonyolult számítást.

KÖVETKEZTETÉSEK A FUZZY HALMAZOK SEGÍTSÉGÉVEL

A bizonytalan adatokon is végezhetünk következtetéseket, amihez a matematikai statisztika már meglehetősen régóta széles eszköztárral rendelkezik. Fontos hangsúlyozni, hogy míg a statisztikában azt adjuk meg, hogy egy adott jellemző valamekkora valószínűséggel tartozik egyik vagy másik kategóriába, addig a fuzzy mértékelméletben az adott jellemző egyszerre lehet több kategóriának is kisebb-nagyobb mértékben

része. Ez egyben azt jelenti, hogy a döntéseink általában nem merevek, az osztályok között fokozatos az átjárás.

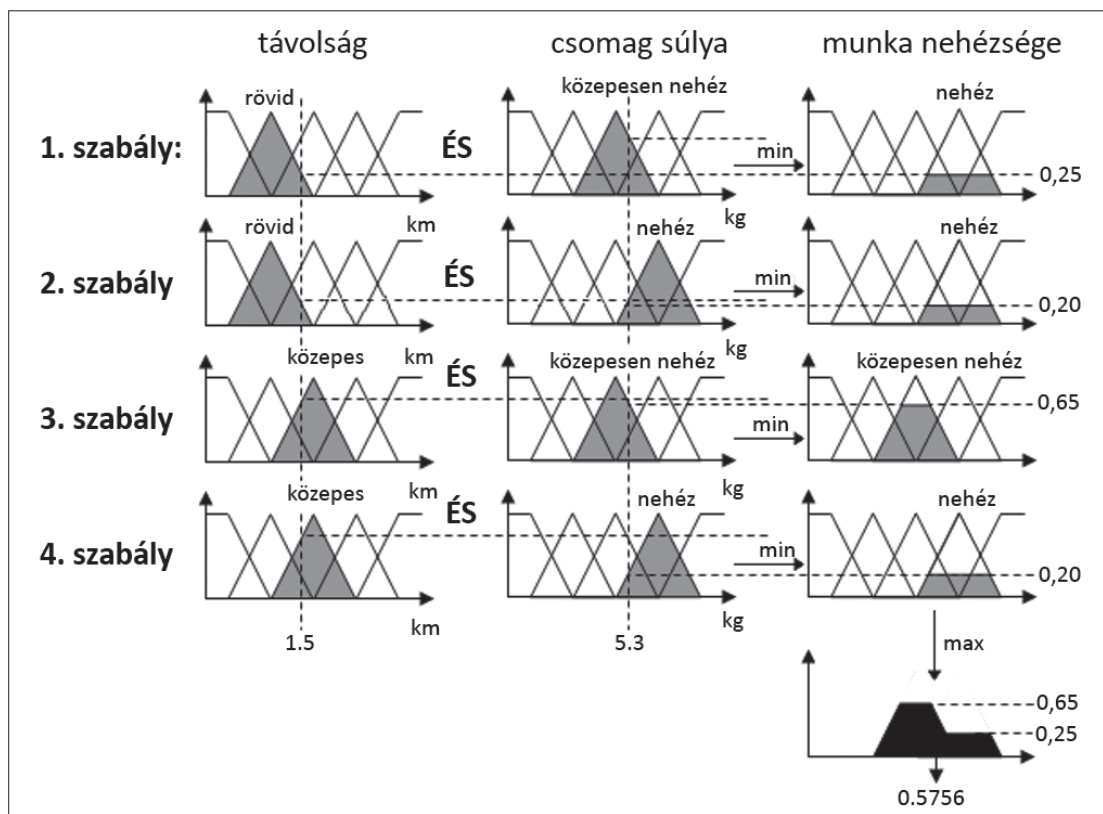
Az IMPLIKÁCIÓ szemléltetéséhez tekintsük az alábbi rendkívül leegyszerűsített példát (11. ábra).

Egy postai kézbesítő munkakörre az alábbi megállapításokat tesszük:

1. szabály: Ha a távolság „rövid” ÉS a csomag súlya „közepesen nehéz”, akkor a munka „nehéz”.
2. szabály: Ha a távolság „rövid” ÉS a csomag súlya „nehéz”, akkor a munka „nehéz”.
3. szabály: Ha a távolság „közepes” ÉS a csomag súlya „közepes”, akkor a munka „közepesen nehéz”.
4. szabály: Ha a távolság „közepes” ÉS a csomag súlya „nehéz”, akkor a munka „nehéz”.

Ha csak az ún. szabályokat olvassuk mechanikusan, talán ellentmondásosnak látszanak. Úgy tűnik, „rövid” távolságnál a „nehéz” és „közepesen nehéz” csomag esetén is „nehéz” értékelést kap a munka. Az ábrát megnézve azonban látható, hogy az 5,3 kg tömegű csomag inkább a „közepesen nehéz” kategóriába tartozik, mint a „nehéz” kategóriába, mert előbbi esetben 0,65, az utóbbi esetben 0,2 tagsági értékkel megy tovább a kiértékelés.

Az egyes szabályok kompozíciójával összevonjuk őket egyetlen függvénybe (max értékek alapján), majd a defuzzifikáció során



11. ábra. Példa egy postai kézbesítő munkakörre meghatározott fuzzy szabályokra, a kapcsolódó IMPLIKÁCIÓ-ra és a CoG módszerrel elvégzett defuzzifikációra.

annak kiszámítjuk például a súlypontját, ez adja a munka nehézségének számszerű értékelését egy (0,1) skálán, a konkrét példában ez a szám 0,5756.

A KOMPETENCIÁK VIZSGÁLATA

Minden munkakör esetében meghatározható, hogy annak betöltéséhez, ellátásához milyen ismeretekre, fizikai képességekre, kognitív képességekre, személyiségjellemzőkre, társas kompetenciákra van szükség. A munkaköri elvárásokat ismerve minden munkakörnél, szakmánál meghatározhatók azok a kulcskompetenciák, beválási indikátorok vagy prediktorok, amelyek a sikeres munkavégzést, a jó teljesítményt, a bevá-

lást valószínűsítik, előre jelzik. Ezek a hatékony, jó teljesítménnyel, sikeres munkavégzéssel állnak kapcsolatban.

Az emberek különböznek egymástól kompetenciáikban (ismeretek, személyiségjellemzők, képességek). A minimálisan elvárt kompetenciák azok, amelyekkel a munkavállalónak rendelkeznie kell ahhoz, hogy az adott állást betölthesse.

Az egyéni jellemzők feltárására, mérésére számos pszichometriai eszközt használnak. Alapvető mérőeszköz-kategóriák, amelyek a munkavégzéshez kapcsolt jellemzők mérésénél alkalmazhatók:

- képességtesztek; személyiségtesztek; egyéb tesztek: ide tartoznak az érdeklődést, értékrendszert, a motivációs irányultságot mérő eljárások;

- munkapróba: konkrét munkahelyzet, illetve -feladatot szimuláló helyzet vagy szimulátoros vizsgálat (pl. a már többször hivatkozott *ErgoScope* munkaszimulátor segítségével).

A fuzzy megközelítés esetén az ezekben a tesztekben rejlő bizonytalanságot igyekszünk kezelni úgy, hogy a tesztek eredményeit kiterjesztjük. A paraméterek egy adott értékénél visszakapjuk a tesztek által kapott eredményeket, így a fuzzy módszer tulajdonképpen a korábbi döntési folyamat általánosításának tekinthető.

exponenciálisan növekszik. Viszont a kritériumok hierarchikus szervezésével egyszerűsítésre nyílik lehetőség (12. ábra). Egy konkrét munkakörben, az esetleg feleslegesen részletes jellemzőknek egyetlen – azokat magában foglaló – szemponttal való helyettesítésével, nem csak a szabályalkotás folyamata egyszerűsödik, hanem a változók száma is jelentősen csökken.

Speciális munkakörökben, ahol az adott szempontot alaposabban vizsgálni kell, erre továbbra is van lehetőség, természetesen a szabályok részletekbe menő kiegészítésével.

A KRITÉRIUMOK HIERARCHIKUS SZERVEZÉSE

FUZZY SZAKÉRTŐI RENDSZER ALKALMAZÁSA A KIVÁLASZTÁSI FOLYAMATBAN

A fuzzy következtető rendszerek egyik hátránya, hogy a bemeneti változók számának emelkedésével, a döntési tér teljes lefedéséhez szükséges szabályok száma

A fuzzy szakértői rendszer felépítésének, hangolásának és alkalmazásának lépései:

1. *A szabályok felállítása.* A munkálató szabályok formájában meghatároz-

fizikai képességek nagyon gyenge gyenge megfelelő kiemelkedő	statikus terhelés és testhelyzet nem bírja gyengén bírja átlagosan bírja kiemelkedően bírja	kényszertesthelyzet nem bírja gyengén bírja átlagosan bírja kiemelkedően bírja	görnyedés	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja
			hajlás	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja
			guggolás	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja
			térdelés	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja
			támasz (kar-, fekvő-)	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja
			nyújtózkodás	képtelen rá
				gyengén bírja
				átlagosan bírja
				kiemelkedően bírja

12. ábra. A kritériumok hierarchikus szervezése

za a munkavállalóval szemben támasztott követelményeit. A döntések matematikai alapjainál láttuk, hogy a deduktív logika szabályai szerint egy adott kijelentésnél a feltétel tagadásából nem következethetünk a kijelentés igazságtartamára, illetve a konklúzióból is csak ekvivalencia esetén következik a feltétel. Ennek megfelelően a munkáltató lehetőleg ne csak azokat a kritériumokat fogalmazza meg, amelyek a jelöltet alkalmasnak minősítik, hanem azokat is, amelyek erősítik, gyengítik vagy esetleg kizárják az alkalmasságot, ezzel finomítva a kritériumrendszert.

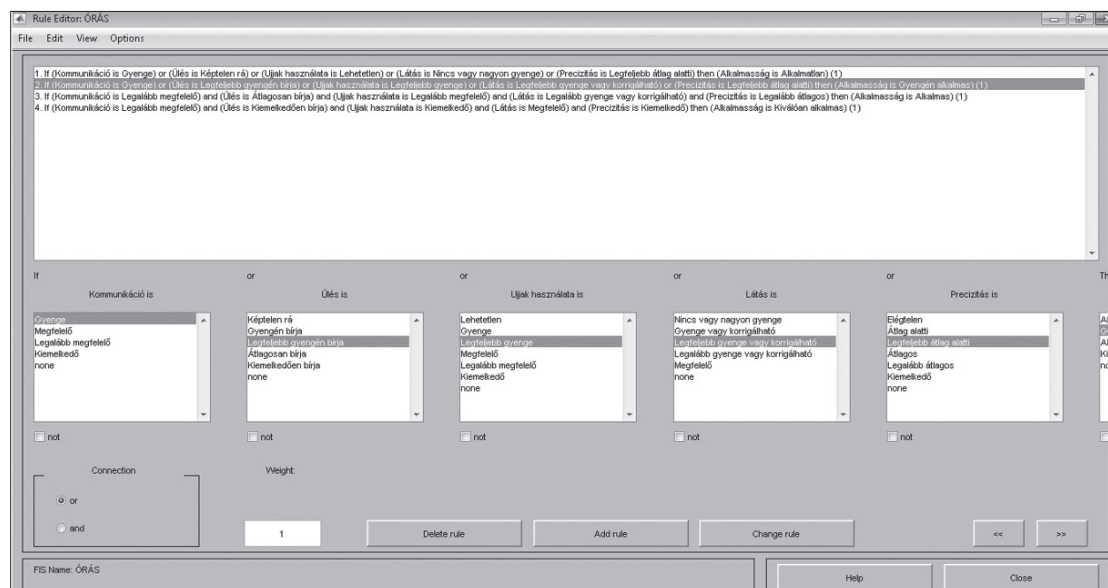
Példaként tekintsük az órás munkakörre vonatkozóan megadható néhány egyszerű szabályt:

- HA (Kommunikáció == Gyenge) VAGY (Ülés == Képtelen rá) VAGY (Ujjak használata == Lehetetlen) VAGY (Látás == Nincs vagy nagyon gyenge) VAGY (Precizitás == Legfeljebb átlag alatti) AKKOR (Alkalmasság = Alkalmatlan)
- HA (Kommunikáció == Gyenge) VAGY (Ülés == Legfeljebb gyen-

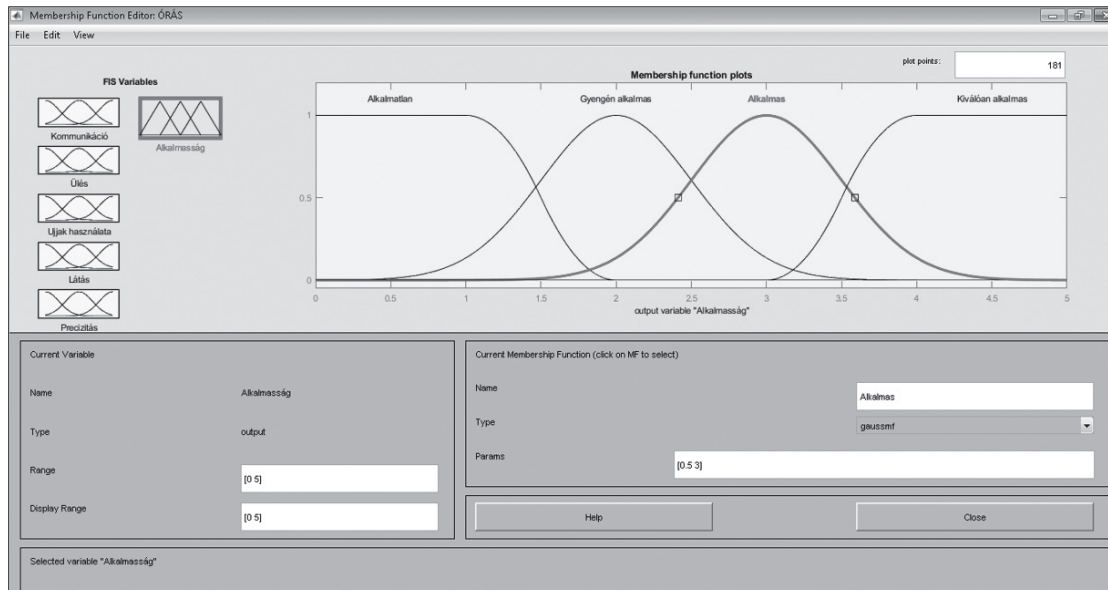
gén bírja) VAGY (Ujjak használata == Legfeljebb gyenge) VAGY (Látás == Legfeljebb gyenge vagy korrigálható) VAGY (Precizitás == Legfeljebb átlag alatti) AKKOR (Alkalmasság = Gyengén alkalmas)

- HA (Kommunikáció == Legfeljebb megfelelő) ÉS (Ülés == Átlagosan bírja) ÉS (Ujjak használata == Legalább megfelelő) ÉS (Látás == Legalább gyenge vagy korrigálható) ÉS (Precizitás == Legalább átlagos) AKKOR (Alkalmasság = Alkalmatlan)
- HA (Kommunikáció == Legalább megfelelő) ÉS (Ülés == Kiemelkedően bírja) ÉS (Ujjak használata == Kiemelkedő) ÉS (Látás == Megfelelő) ÉS (Precizitás == Kiemelkedő) AKKOR (Alkalmasság = Kiválóan alkalmas)

Ha valamelyik kritériumra vonatkozóan a munkáltató nem ad meg szabályt, akkor két lehetséges alapbeállítás áll rendelkezésre: a rendszer az adott követelményt „mind-egy” kategóriába sorolja, illetve szigorúbb



13. ábra. A szabályok összeállításának MATLAB kezelőfelülete



14. ábra. Az alkalmasság kategóriák tagsági függvényei egy erre a célra fejlesztett MATLAB alkalmazásban megjelenítve

esetben „legalább átlagos” eredményt vár el a jelölttől. A 13. ábra mutatja a szabályok összeállításának kezelőfelületét egy erre a célra fejlesztett MATLAB alkalmazásban.

2. A tagsági függvények meghatározása. Ez a lépés a gyakorlatban a szabályok felállításával egy időben történik. Miközben a munkáltató megfogalmazza a munkavállalóval szemben támasztott követelményeket, közben megadja, hogy szubjektíven hogyan értelmezi az egyes jellemzőket egy mérhető skálán.

Például az ülésre vonatkozóan:

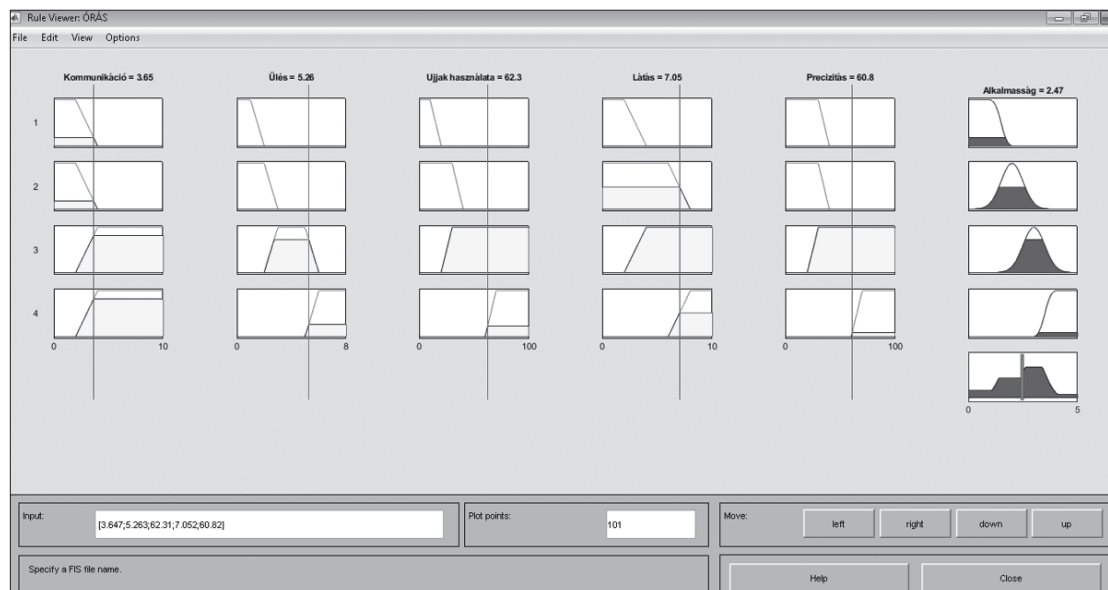
- „Képtelen rá”: Legfeljebb 1 óráig bírja
- „Gyengén bírja”: Legfeljebb 2-3 óra óráig bírja
- „Átlagosan bírja”: 4-5 óráig bírja
- „Kiemelkedően bírja”: Legalább átlagosan 6-7 óráig bírja

Ha valamelyik szempontot a munkáltató nem értelmezi, akkor egy általában elterjedt (például sok munkáltató által átlagosan használt) értelmezést alkalmazunk.

Az alkalmasság mértékének megállapításához a kvantitatív kutatások során gyakran használt 0–5-ig terjedő Likert-skálát használjuk. Ebben a példában 4 kategóriát hozunk létre, a szabályokat ezekre a kategóriákra írjuk fel (14. ábra).

3. A jelentkezők felmérése. A szabályokban megfogalmazott kritériumok mentén, interjúval, pszichológiai tesztekkel és fizikai vizsgálatot végző berendezésekkel (például az ErgoScope munkaszimulátorral) meghatározzuk a jelöltek jellemzőit. Ezek általában több-kevesebb bizonytalansággal egy értéket rendelnek az adott szemponthoz. Lehetőség van önbevallás vagy a vizsgáló által megállapított szubjektív értékek megadására is. Ha valamelyik szemponthoz hiányzik a vizsgálat, akkor ott átlagos értéket feltételezünk.

4. A szabályok kiértékelése. Az előző pontokban megadott szabályok és tagsági függvények alapján kiszámítjuk a jelentkezőnek az alkalmassági mértékét.



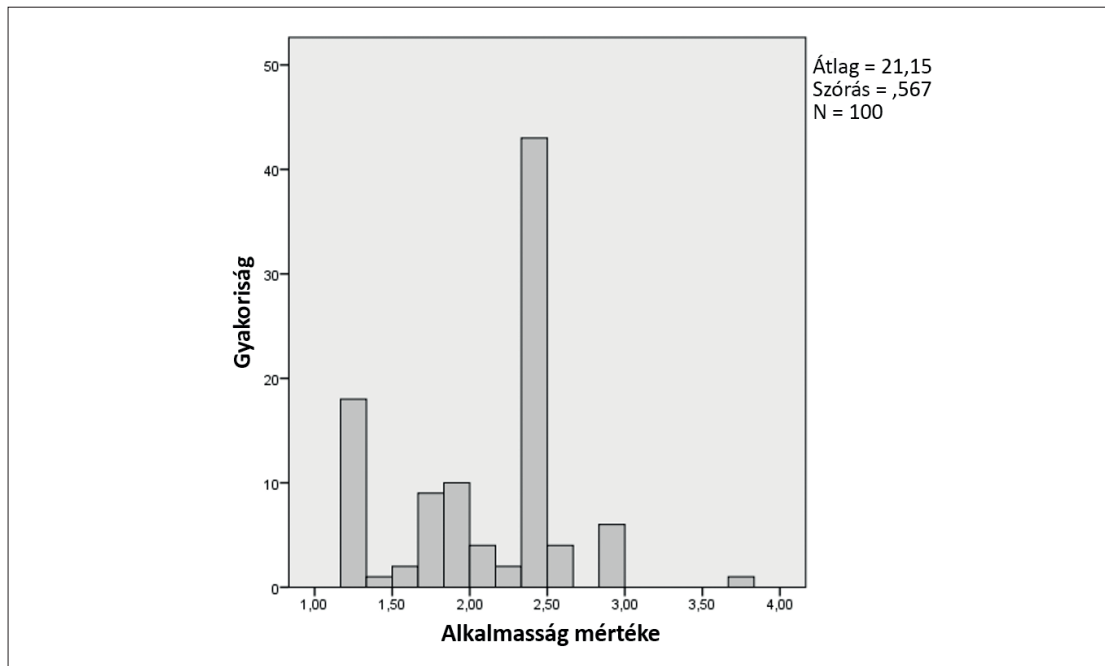
15. ábra. A szabályok kiértékelése egy adott munkakörre (egyszerűsített) egy erre a célra fejlesztett MATLAB alkalmazásban megjelenítve

A példában egy mentális, egy pszichés és három fizikai képességre vonatkozóan meghatározzuk a jelöltre jellemző értékeket. A 15. ábra egy egyszerűsített, az áttekinthetőség kedvéért mindössze 5 kritériummal és 4 szabállyal felírt fuzzy kiértékelést mutat. Az első sorban az „Alkalmatlan”, a másodikban a „Gyengén alkalmas”, a harmadikban az „Alkalmas” a negyedikben pedig a „Kiválóan alkalmas” kijelentésekre vonatkozó szabályok levezetése látható. Az első kettőben a kritériumok VAGY kapcsolatban (maximum formula szerint), az utolsó kettőben ÉS kapcsolatban (minimum formula szerint) vannak. Az utolsó oszlopban lévő csonkolt alkalmassági tagsági függvények aggregációja, majd a CoG típusú defuzzifikációja után – a konkrét példában – a jelölt alkalmassági mértékére 2,47 értékre adódik. A „Kommunikáció”, valamint a „Precizitás” eredmények jobbra tolódásával a végleges súlypont is eltolódna jobbra, ami az alkalmassági mérték növekedését hozná magával.

Ha a fenti vizsgálatot nagyszámú mintán végezzük el, akkor kiderül, hogy a fuzzy szakértői rendszer még ilyen egyszerű szabálybázissal is képes differenciálni a jelentkezők között. Az intervallumátlagok körül normális eloszlással generált $N = 100$ fiktív jelölt esetén a 16. ábrán látható eloszlást kapjuk.

FEJLESZTÉSI IRÁNYOK

A fuzzy rendszerekkel kapcsolatban megfogalmazott egyik legerősebb kritika, hogy az eredményre nem adnak közvetlen magyarázatot, mivel az implikáció megfordításával a konklúzióból gyakran nem következtethetünk vissza a premissákra. Ha a láncszabály alkalmazásával született levezetést megfordítjuk, a feltétel részben szereplő kifejezések összetettségével arányos, gazdagon elágazó döntési fához jutunk, aminek a kiértékelése rendkívül bonyolult. Megoldást jelenthet a bemeneti változók kismér-



16. ábra. 100 különböző fiktív jelölt alkalmassági mértékének eloszlása

tékű változtatása a perturbációszámításhoz hasonlóan. A módosításoknak a kimenetre kifejtett hatását megfigyelve megállapítható, hogy melyik változó befolyásolta jelentősebben a döntési eredményt. Ha a kiválasztási folyamatban az eredményt jelentősen befolyásoló módosított paraméter egy fejleszthető kompetenciához tartozik, akkor ez a felismerés lehetőséget ad arra, hogy a vizsgált személy az adott kompetenciához tartozó képesség vagy készség fejlesztésével javíthat eredményein a rehabilitációs folyamat részeként. Tréningek, képzések, személyiségfejlesztés és mentálhigiénés támogatás, mentorálás vagy támogató technológiák (szoftverek, szemüveg stb.) révén megtörténhet a hiányosságok korrekciója, segítve a megváltozott munkaképességű személy (re)integrációját.

Másrészt, ha egy kritériumról kiderül, hogy jelentősen nem befolyásolja az alkalmasság mértékét, akkor ez a kritérium, illetve annak adott klasztere figyel-

men kívül hagyható. A befolyásolás szintje egyfajta adekvációs mutatót jelent a vizsgált paraméterre vonatkozóan, ami lehetővé teszi a kialakított struktúra megváltoztatását. Ez visszacsatolás a munkáltató számára, hogy a munkaprofil követelményeit módosítsa vagy a jelentkezők képességeihez alakítsa az adott munkakört.

Összefoglalásként elmondható, hogy a pszichológiában a bizonytalansági változók kezelésére megfelelő fuzzy szakértői rendszer megoldást nyújthat az alkalmasság-vizsgálati döntések támogatásában, mivel nagy számú jelentkezőt és szakmát / munkakört képes egyszerre kezelni, a humán szakértőhöz képest lényegesen több paramétert figyelembe véve. Iránymutatást nyújthat a megmaradt funkcióképesség és a szakmák / munkakörök illeszkedését vizsgálva az egyénnek és a munkáltatónak egyaránt.

SUMMARY

THE ROLE OF FUZZY PROFESSIONAL DECISION SUPPORT SYSTEMS IN THE REHABILITATION PROCESS IN CASE PEOPLE OF REDUCED WORK CAPACITY

Background and objectives: Labor market rehabilitation is the process aimed at the (re) integration of people with reduced work capacity on the labor market. During this process, it is necessary to compile an individual, employee profile (health status, motivation, interests, values, competences, social status) and an employer profile (underlying activities, key competences, values, norms, environment), as the goal is to identify the overlaps between the potentials of the individual and the requirements of the career/job at hand. Professional decision support systems may play a major role in the process of labor-market rehabilitation, specifically in the harmonization of the individual's needs and the employer's requirements. A properly structured professional decision support system encompasses the knowledge of multiple experts, is able to manage many variables, and thus enables better decisions; it can provide solutions faster than a human; the solution will be more objective and independent of external circumstances, moods of people.

Method: Uncertainty variables in psychology can be managed by the appropriate fuzzy systems. Fuzzy modelling, by now widely used in technical and technological fields, is based on the idea of emulating human thinking. The method can be useful in situations where the values input for calculations (parameters) are uncertain.

Outcome: A professional decision support system was developed which can specify the extent of ability based on the employer's requirements.

Conclusion: The application of this system in the field of labor psychological rehabilitation offers the possibility that based on the output of the proposed fuzzy modelling, development directions can be identified for the individual and the employer alike. For example, the need to develop the individual's specific skills or to adapt the job to the individual's abilities may either be the output of the process, ensuring that the (re)integration of the people of reduced work capacity be successful.

Keywords: fuzzy system, reduced work capacity, decision support

IRODALOM

- BOND T. G., FOX, C. M. (2001): *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences*. Erlbaum, Mahwah.
- BORGULYA I. (1995): *Szakértői rendszerek, technikák és alkalmazások*. ComputerBooks Kiadó Kft., Budapest.
- CSIRSZKA J. (1966): *Pályalélektan*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- DIENES Z. (2013): *Mitől tudomány a pszichológia? A tudományos és statisztikai következtetés alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

- EDWARDS, J. R. (1991): Person-job fit: A conceptual integration, literature review, and methodological critique. In Cooper, C. L., Robertson, I. T. (eds): *International review of industrial and organizational psychology*, 6. Wiley, New York. 283–357.
- IZSÓ L. (2015): *Munkaszimulátorok alkalmazásának elméleti alapjai*. Oktatási segédlet. BME Ergonómia és Pszichológia Tanszék, Budapest. 5–7.
- IZSÓ, L., SZÉKELY, I., DÁNOS, L. (2015): Possibilities of the ErgoScope high fidelity work simulator in skill assessment, skill development and vocational aptitude tests of physically disabled persons. *13th International Conference of the association for the Advancement of Assistive Technology*. IOS Press, Budapest. 825–831.
- KERTÉSZ Gy. (2004): Orvosi rehabilitáció. In Juhász F. (szerk.): *Irányelvek a funkcióképesség, a fogyatékosság és a megváltozott munkaképesség véleményezéséhez*. Medicina Könyvkiadó, Budapest. 87.
- KLIR, G. J., YUAN, B. (1995): *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic*. Theory and Applications. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- KOSKI, T., NOBLE, J. M. (2009): *Bayesian Networks: An Introduction*. Wiley, New York.
- KRISTOF, A. L. (1996): Person-organization fit: An integrative review of its conceptualizations, measurement, and implications. *Personnel Psychology*, 49(1). 1–49.
- MÜNNICH Á. (szerk.) (2006): *Pszichológiai szempontok a megváltozott munkaképességű emberek munkaerőpiaci integrációjának elősegítéséhez*. Didakt Kiadó, Debrecen.
- RÓZSA S., HEVESI K. (2006): A pszichológiai mérés történeti gyökerei és a mérés problémája a pszichológiában. In Rózsa S., Nagybányai N. O., Oláh A. (szerk.): *A pszichológiai mérés alapjai*. Bölcsész Konzorcium, Budapest. 22.
- SÉLLEI B. (2015): *Az érzelmi intelligencia szerepe a foglalkozási rehabilitációban*. PhD-értekezés. Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Kar, Budapest.
- WISENTHAL, A., KRUPA T. (2013): Cognitive work hardening: a return-to-work intervention for people with depression. *Work*, 45(4). 423–430.
- WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION (2001/2003): *International Classification of Functioning / Funkcióképesség Nemzetközi Osztályozása*. Szegedi Kossuth Nyomda Kft., Szeged.
- ZADEH, L. A. (1965): Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3). 338–353