

## 1.1. A DÖNTÉSHOZATAL ÚJ MEGKÖZELÍTÉSEI

**SZÉKELY Csaba**

*Soproni Egyetem, Lámfalussy Sándor Közgazdaságtudományi Kar, Sopron, Magyarország*

*E-mail: szekely.csaba@uni-sopron.hu*

### Összegzés

A jövő befolyásolásának egyik legfontosabb eszköze a döntéshozatal. A gazdaságtudományok hamar felfedezték ennek központi jelentőségét a menedzsmentben. A gazdasági döntéshozatal fejezetei beépültek a szervezés- és vezetéstudományokba. A döntések elméletének kialakulásakor a matematika, ezen belül különösen a valószínűségszámítás, a kombinatorika és a játékelmélet játszott központi szerepet. A pszichológia és a szociológia is hozzájárult a döntéshozatal alapvető összefüggéseinek feltárásához, különösen a döntéshozók személyiségének, a kockázatos helyzetekhez való hozzáállásának elemzésével. Emellett gyakorlati tapasztalatokon alapuló döntési modellek és módszerek is bevonulhattak a döntéselmélet eszköztárába. A döntéshozatal gyakorlatában azonban mindvégig figyelembe kellett venni azt, hogy a döntések meghozatalához szükséges információk szinte sohasem állhatnak rendelkezésre a kívánatos mennyiségben és összetételben. A döntéshozóknak az információhiányos helyzetekben is döntéseket kell hozniuk, ami magában rejti a tévedés lehetőségét is. Elkerülhetetlenül szükséges tehát, hogy kifinomult becsléssel, az esélyek latolgatásával igyekezzünk pótolni a hiányzó információkat. A hatékony és eredményes döntéshozatalt segítheti a becslési képességek fejlesztése, amire korábban és más területeken már történtek eredményes kísérletek. A tanulmány részben ezekre a kérdésekre igyekszik választ adni egy általánosabb döntéshozatali eset hiányzó információinak becsléssel történő meghatározása bemutatásával. A kutatás eredményei azt húzzák alá, hogy a korábbi tapasztalatok helyett inkább a rendelkezésre álló aktuális információk alaposabb elemzésével lehet fejleszteni a becslési képességeket és eredményeket. A korábbi évtizedekben kidolgozott döntéselméleti alapvetések napjainkban is érvényesek, jelentős új koncepciót azóta sem dolgoztak ki. A döntéshozatal egyes körülményei azonban alapvetően megváltoztak, ezért a döntéshozatal modelljét is ki kell egészíteni. Elsősorban a számítástechnika, az informatikai és kommunikációtechnikai rendszerek rohamos fejlődését kell megemlíteni, amelynek révén a korábban bonyolult döntési dilemmának tekintett helyzetek akár egyszerű probléma megoldássá alakulhatnak át. Mindez azonban nem változtatja meg sem a döntéselmélet és a gazdasági döntési gyakorlat szerepét és fontosságát, sőt a digitalizáció korában fedezhetjük fel ezek valódi jelentőségét.

**Kulcsszavak:** Döntéselmélet, becslés, gazdasági döntéshozatal, digitalizáció

### Bevezetés

A döntéshozatal kérdése régóta foglalkoztatja az emberiséget. A Bibliában például egyéni és közösségi döntésekkel, döntéshelyzetekkel is lehet találkozni, emellett végig lehet kísérni az egyes bibliai alakok jó, és a céltól eltávolító rossz döntéseit is. A mai modern döntéstámogató rendszerekhez hasonlóan a könyvekben fellelhetők az ószövetségi „döntéstámogató eszközök”, amelyekkel a papok „megkérdezték Istent az akarata felől.” Az *efód* papi öltözet, amely segítségével Jahve tanácsát kérték ki („a ruha ráncából húznak sorsot, de az Úrtól jön

minden döntés”). Az *urim* és a *tummim* különböző színű kavicsok vagy szobrocskák voltak, amelyek segítségével az eldöntendő kérdésekre igen, vagy nem választ adhattak a papok. A Biblia bölcsességi könyvei mindemellett az emberi tapasztalatot állítják a középpontba (Szabó, 2012). A döntésemélet tudományának megszületésére és elfogadottá válására azonban évezredekkel kellett várni.

Talán nem véletlen – mivel az emberi természetből adódik –, hogy a szerencsejátékok területén születtek meg az első döntéseméleti megközelítések. De a *menedzsment tudomány* is kezdettől fogva a döntést, mint az irányítási folyamat meghatározó fázisát állította vizsgálatainak középpontjába. Külön iskolát képviseltek a *döntéseméleti irányzat* képviselői, akik matematikai modellek segítségével igyekeztek leírni a bonyolultabb döntéshozatali eseteket. Később egyre gazdagodott a tudományterület, szociológiai és a pszichológiai összefüggések is beépültek a döntéseméletbe, amely önálló tudományterületté, és egyetemi tantárggyá vált.

Először fél évszázada, egy FAO szemináriumon találkoztam a döntésemélettel. John L. Dillon professzor, az Armidale-i Egyetem tanára tartott lebilincselően érdekes előadásokat a döntéshozatal elméleti kérdéseiről, a kockázat és a bizonytalanság döntésekben betöltött szerepéről, a döntéselemzésről és a fontosabb döntéshozatali módszerekről. Ekkorra már többnyire tisztázódtak az elméleti alapok és a keretek. A döntésemélet tudományára kezdetben a matematika, ezen belül különösen a valószínűségszámítás, a kombinatorika, a játékelmélet és az operációkutatás gyakorolt jelentős hatást, de emellett a döntéshozó személyiségének, különösen a kockázatos helyzetekhez való hozzáállásának elemzésével a pszichológia is. A szervezés- és vezetéstudományokban is egyre fontosabb szerepet töltött be a gazdasági döntések témaköre, illetőleg a döntésemélet ezek részévé vált. A *preskriptív* és a *deskriptív* döntésemélet megkülönböztetésével a gyakorlati tapasztalatokon alapuló döntési modellek és módszerek vonultak be a döntésemélet eszköztárába. A korábbi évtizedekben kidolgozott elméleti alapvetések még napjainkban is érvényesek, jelentősen új koncepciót azóta sem dolgoztak ki.

Napjainkban a döntéshozatal egyes körülményei alapvetően megváltoztak. Elsősorban a számítástechnika, az informatikai és kommunikációtechnikai rendszerek rohamos fejlődését kell megemlíteni, amelynek révén olyan helyzetek is előállhatnak, hogy a korábban bonyolult döntési dilemmának tekintett helyzetek egyszerű probléma megoldássá alakulnak át. Más tudományterületek fejlődése nem változtatja meg a döntéshozatal (és a döntésemélet) alapjait és lényegét, inkább új eszközöket ad a döntéshozók kezébe.

Hogyan hozza meg például az öltözködéssel kapcsolatos döntést a ma embere, akinek van valamilyen szintű ismerete a személyi számítógép, vagy az okostelefon alkalmazásával kapcsolatosan? Feltehetően megkeresi a meteorológiai web-oldalt, megnézi az adott földrajzi helyre vonatkozó radarképet, amelyen világosan kirajzolódhat a következő néhány óra időjárása. Egyszerűen meg lehet becsülni tehát az eső várható bekövetkezését, vagy azt, hogy az elkövetkező néhány órában is szép napos idő lesz.

Ehhez hasonlóan lehet eljárni a közlekedési útvonal megválasztásánál. Manapság a térképes vagy navigációs szoftverek annyira kifinomulttá váltak, hogy képesek megtervezni a legrövidebb, a leggyorsabb, vagy az adott korlátoknak legjobban megfelelő (pl. az autópálya nélküli) legkedvezőbb útvonalat A és B város között. Sőt, egyes fejlesztések menet közben is javaslatot képesek tenni új útvonalakra, amennyiben közlekedési zavarok keletkeznek. Ma már azt a kérdést is egyszerűen meg lehet válaszolni, hogy vajon érdemes-e már elindulni a repülőtérré, mert esetleg késik a járat. A megfelelő légiközlekedési web-oldalak pontosan megmutatják, hol tartanak a repülőgépek az adott pillanatban, és mikor fognak megérkezni a repülőtérré. Azonban ez még csak a kezdet: már előrehaladott kísérletek folynak a személygépkocsik önműködő irányításának területén is, hogy mentesítsék az autóvezetőket az állandó figyelemmel és az egymást követő közlekedési döntési helyzetek megoldásával járó

fáradtságos figyelemtől. Az ipari termelésben és a szolgáltatásokban is egyre terjed az automatikus irányítás, a robotok alkalmazása.

Felmerülhet a kérdés, hogy szükség van-e ilyen és hasonló helyzetekben, illetőleg az egyre előre haladó *digitalizáció* következtében kiszélesedő területen az emberi beavatkozásra, azaz a szükséges döntések előzetes meghozatalára? Szükség van-e az döntéshozatal elméletének továbbfejlesztésére, új elméletek és módszerek kidolgozására? Ehhez először a döntésemélet központi kérdéseit szükséges áttekinteni.

### Az információ szerepe a döntéshozatalban

Bármilyen döntés meghozatalára csak megfelelő mennyiségű, minőségű és elérhető információ megléte esetén van lehetőség, ezért a tanulmány középpontjában az információk megszerzésének lehetőségei, illetőleg hiányuk következményei állnak. Ennek megértéséhez alaposabb elméleti-szakirodalmi feltárára, a fogalmak tisztázására is szükség van.

Információ szerzés szükséges a környezet állapotáról, a döntési problémáról, az elképzelhető döntési célokról, a probléma megoldásánál számításba vehető akciókról, azok lehetséges kimeneteleiről, továbbá a döntéshozatali módszerek alkalmazásával kapcsolatos sajátosságokról és korlátokról. A megfelelő ismeretek rendelkezésre állása, illetőleg elérhetősége eleve meghatározza a döntés körülményeit és a döntés eredményességét. Az információ hiánya kockázatos, bizonytalan helyzetekhez vezet, amely indokolttá teszi a döntéshozattal kapcsolatos elméletek árnyalt megfogalmazását, és a gyakorlati módszerek alkalmazásának sokféleségét (Székely, 2018).

A bizonyosság és a bizonytalanság összefüggésének több szintjét is meg lehet különböztetni. Az 1. táblázat a környezet lehetséges állapotait és az ezekből adódó következtetéseket szemlélteti.

1. táblázat: A bizonyosság-bizonytalanság kontinuum

A bizonytalanság foka	Jellemzők	Példák
Nincs bizonytalanság (bizonyosság, biztos körülmények)	A kimeneteleket, eredményeket pontosan előre lehet jelezni	A fizika és a matematika törvényei, a természettudományok egy része
1. szint (objektív valószínűséggel mérhető kockázat)	A kimeneteleket azonosítani lehet és bekövetkezésük valószínűsége számítható, ismert	Szerencsejátékok: lottó, kártya, dobókocka; egyszerűbb műszaki és gazdasági rendszerek
2. szint (szubjektív valószínűséggel jellemezhető kockázat)	A kimeneteleket azonosítani lehet és bekövetkezésük valószínűsége <i>becsülhető</i>	Természettudományi kutatások, időjárás; befektetések, vállalkozások, fejlesztési projektek
3. szint (bizonytalanság)	A kimeneteleket azonosítani lehet, de bekövetkezésük valószínűsége nem ismert	Tűz kitörése, baleset; hosszú távú befektetések, a gazdasági helyzet alakulása
4. szint (teljes bizonytalanság)	A kimeneteleket nem lehet teljes mértékben azonosítani, és bekövetkezésük lehetősége sem ismert	Úrkutatás, felfedezések; sztochasztikus projektek

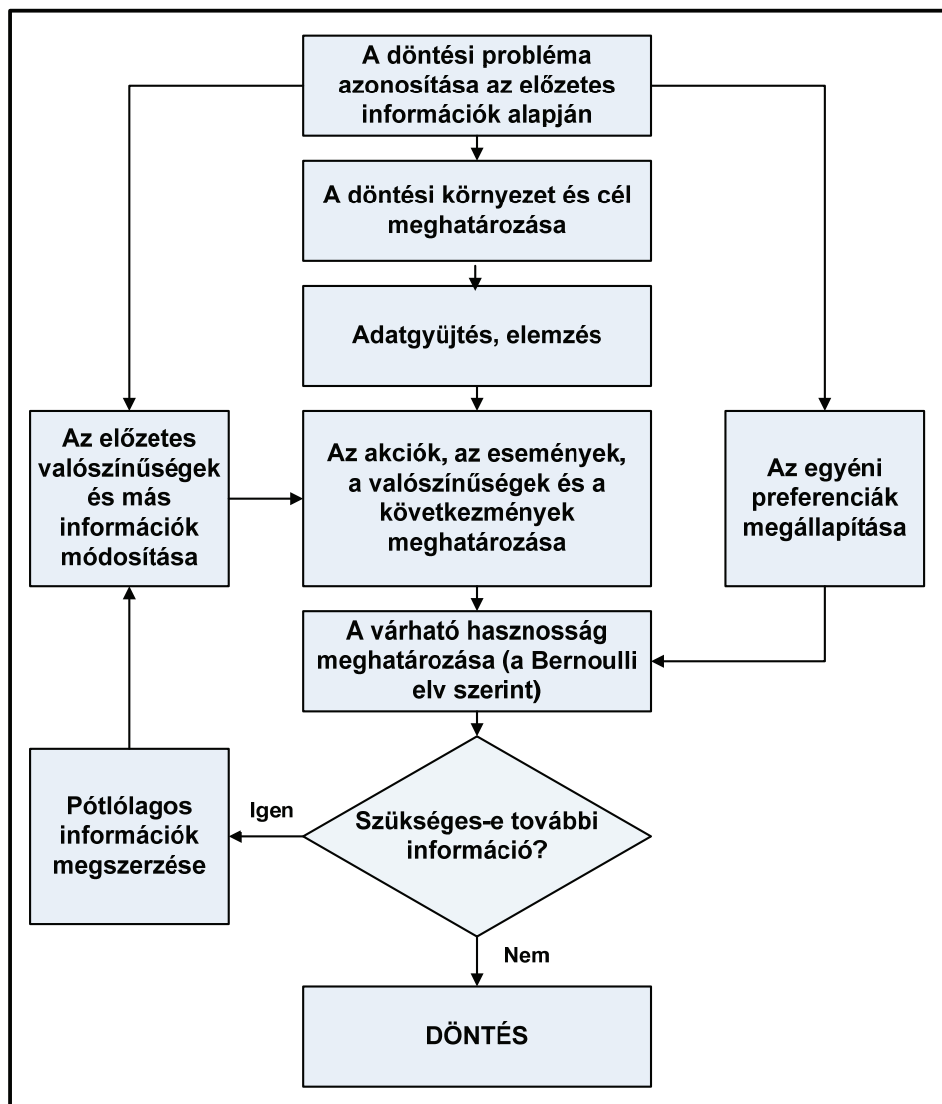
Forrás: Williams et al., (1995) nyomán, módosítva

*Biztos körülmények* között valójában nincs szükség döntéshozatalra, elegendő választani a szoba jöhető tevékenységek között. Még egyszerűbb a helyzet, ha a rendelkezésre álló információk alapján teljesen egyértelmű, hogy mely akció vezet a legjobb eredményre. Simon (1960) ezt a lehetőséget probléma megoldásnak nevezi. A problémamegoldás esetén az

informálódás és az ehhez kapcsolódó logikus mérlegelés vagy kalkuláció egyenesen elvezethet a leghelyesebb cselekvésekhez.

A *kockázatos helyzetekben* azonban további lépéseket is kell tenni. A döntéshozatal klasszikusai (Bayes, 1763; Bernoulli, 1738; Morgenstern és Neumann, 1953) és az őket követők (Simon, 1960; Dillon, 1989; Laux (2007) stb.) ezt az esetet tekintik alaphelyzetnek, és erre dolgozták ki a döntéselemzés módszertanát. A döntéselemzést olyan komplex folyamatnak tekintik, amelynél a kiinduló (*a priori*) információk összegyűjtése után további, a környezetre, a döntési probléma jellegére, a lehetséges válaszokra, azok kimeneteleire, valamint a döntéshozó személyiségének megismerésére vonatkozó ismereteket meg kell szerezni a döntés megvalósíthatósága érdekében. Az 1. ábra a döntéselemzés folyamatát mutatja be.

1. ábra: A döntéselemzés folyamata



Forrás: Székely (2000), módosítva

A döntéselemzés folyamata vázlatosan tartalmazza mindazon lépéseket, amelyek az egyének döntéshozatalát elősegíthetik. Pontosabban ezen az úton haladva jobb eséllyel lehet jó döntéseket hozni kockázatos körülmények között. Ide tartozik annak eldöntése is, hogy

szükség van-e kiegészítő információ megszerzésére annak érdekében, hogy javuljanak az eredményes döntéshozatal esélyei.

A döntéshozó személyiségének „bevonása”, figyelembevétele a döntéshozatalba különösen akkor került előtérbe, amikor Simon (1960) bevezette a korlátozott racionalitás fogalmát. Bonyolult és információ hiányos helyzetekben, tehát kockázatos körülmények között ugyanis nem lehet racionális és objektív döntéseket hozni, hanem meg kell elégedni egy bizonyos szintű, tehát *korlátozott racionalitással*. Ez feltételezi a szubjektív megközelítést, az emberek (a vezetők) múltbeli tapasztalatainak, kockázattal kapcsolatos magatartásuknak, a helyzetek személyektől is függő értékelésének (pl. az anyagi helyzetük alakulásának) megfelelően. Szubjektív becslések elsősorban az események és természeti állapotok bekövetkezésének valószínűségére vonatkoznak, mivel a valószínűségek információ hiányában nem állapíthatók meg matematikai, vagy statisztikai módszerekkel. A szubjektív valószínűségek nagymértékben függenek a döntéshozók preferenciáitól, tehát kockázatkedvelő, vagy kockázatot elutasító magatartásuktól. Ezen összefüggések matematikai összefüggésekkel történő megfogalmazását Bernoulli (1738) munkássága nyomán Morgenstern és Neumann (1953), a játékelmélet kidolgozói végezték el, amelynek során megkísérelték egyetlen összefüggésben, a hasznossági (utility) függvényben kifejezni a döntéshozók egyéni preferenciáit.

Az egyéni preferenciák kiderítése természetesen akkor is fontos, ha nem egyéni, hanem csoportos döntéshozatalról van szó. Ilyen esetekben a döntéselemzés folyamata kiegészül egy olyan információs és kommunikációs szakasszal, amelyben a döntéshozók kölcsönösen kicserélhetik ismereteiket a döntési helyzetről, befolyásolva ezzel egymást a preferenciákkal, a döntési helyzet megítélésével kapcsolatosan. A döntést ezután az esetlegesen módosult egyéni preferenciák alapján, valamilyen döntési (szavazási) szabály segítségével lehet meghozni (Laux, 2007).

Kockázatos döntési helyzetek elemzésére, illetőleg a döntések meghozatalának támogatására többféle módszert is kidolgoztak, amelyek közül a gyakorlatban elsősorban a döntési mátrixot és a döntési fát, kritériumként pedig a célfüggvény várható értékét, például a várható hasznosságot alkalmazzák. Amennyiben a döntéselemzést eredményesen végrehajtják, és a feltétlenül szükséges információk (vagy becslések) rendelkezésre állnak, mindkét módszerrel lehetőség van a döntések algoritmizált végrehajtására. Erre azonban általában csak a gyakran előforduló, nem újszerű döntési helyzetekben van lehetőség. Új és újszerű és bonyolultabb döntési helyzetekben nem lehet megtakarítani az emberi közreműködést, a döntéselemzést és a döntéshozatalt ilyen esetekben a döntéshozóknak (a vezetőknek) kell meghozniuk.

*Bizonytalanság* esetén (lásd 1. táblázat) sokkal nehezebb a döntéshozók helyzete, mivel az információk egy részének, az események és természeti állapotok bekövetkezési valószínűségének megállapítása vagy becslése egyáltalán nem lehetséges. Ebben az esetben is szükség van a döntés meghozatalára, de ehhez a bizonyíthatóan alkalmas módszerek helyett csak a döntéselmélet által kidolgozott javaslatok állhatnak rendelkezésre. A különböző javaslatok, elvek, kritériumok a döntéshozók egyéni preferenciáin, és az ezzel kapcsolatos megfontolásokon alapulnak (Laux, 2007). A *minimax elv* (*Wald szabály*) az egyértelműen pesszimista, a *maximax*-elv az optimista döntéshozók esetén alkalmazható szabály. A *Hurwitz-kritérium* egy „optimizmus-koefficiens” segítségével megkísérelti kifejezni a szélsőségesen optimista vagy pesszimista döntéshozók közötti átmeneteket. A *legkisebb megbánás elve* (*Niehans-Savage elv*) a lehetséges veszteségek nagyságától teszi függővé a döntéshozatalt. A *Laplace-kritérium* pedig feltételezi azt, hogy bizonytalan körülmények között minden lehetséges esemény, vagy természeti állapot azonos valószínűséggel következhet be, tehát a bizonytalan helyzetet kockázatos helyzetté transzformálja. Ezekkel a javaslatokkal a döntéshozó beállítottságához, preferenciáihoz közelálló módon lehet

döntéseket hozni, de ezeknél a javaslatoknál senki sem biztosíthatja a döntés helyességét, jóságát.

A *teljes bizonytalanság* nem a döntéselmélet terepe. Ilyenkor semmiféle támpont nem áll rendelkezésre a döntéshozatalt illetően, de sok esetben a probléma felismerésére sem. Esetleg a megérzés, a prófécia vagy a vakszerencse vezethet el valamilyen megoldáshoz.

A gazdasági döntések területén más összefüggések is aláhúzzák az információ fontosságát. Az informáltság egyrészt a gazdasági folyamatokban való közreműködés és a döntésekben való részvétel előfeltétele, mivel a döntéshozatal információkon alapul. Ezért az informáltság foka meghatározza a közreműködés lehetőségét és a döntéshozatal eredményességét. Emellett a megszerzett információk befolyásolhatják az érdekeket és a szükségleteket is, ezért hatalmi eszközként is felhasználhatók. Az információ tehát fontos, a versenyképességet befolyásoló erőforrásnak tekinthető.

A fentebb leírtakból az a következtetés vonható le, hogy a bizonytalanság csökkentése fontos feladat, és erre az *informáltság* növelésével van lehetőség. A bizonytalanság foka attól függ, hogy milyen mennyiségű, típusú és minőségű információ áll rendelkezésre a lehetséges kimenetek azonosítására és *bekövetkezési valószínűségük* becslésére. A digitalizáció korszaka éppen ebben a kérdésben, az információ megszerzésében (rendelkezésre bocsátásában), ennek gyorsaságában és elterjesztésében (a kommunikációban) ért el számottevő eredményeket. Mindez elvezethet a döntéselmélet és a döntési módszerek felülvizsgálatához, kiegészítéséhez, illetőleg ezzel a gyakorlati döntéshozatal minőségi fejlesztéséhez.

### **Becslés és esélylatolgatás**

A döntési problémák összetettsége, a befolyásoló tényezők nagy száma, és a rendelkezésre álló szűkös időkeret miatt ritkán van arra lehetőség, hogy a döntéseket minden igényt kielégítő informáltság mellett hozzuk meg. Ez még a digitalizáció korában sem lehetséges, mivel a döntés eredményét befolyásoló események nagy része tőlünk független, és többnyire általunk befolyásolhatatlan körülmények összejátszásának eredményeképpen alakul. A döntéshozóknak azonban ilyen kockázatos, vagy bizonytalan körülmények között is döntést kell hozniuk. A gazdasági gyakorlatban ilyen helyzetekben csak egy lehetőség adódhat: a korábbi tapasztalatokon, a döntéshozók felkészültségén és meggyőződésén alapuló becslés, a várható állapotok szubjektív előrejelzése.

A gazdasági gyakorlatban ezt felismerve már régen kialakultak különböző módszerek, amelyek a becslés pontosságának javítására szolgáltak, például a mezőgazdaság, az erdőszet, vagy az ingatlanértékelés területein (Sporzon, 1885, Schedel, 1934, László, 1940, Zsolnay, 1941, Sopp és Kolozs L., 2000). Ezek egy része a mérési technológia fejlődésével elavulttá vált, de ma sem lehet nélkülözni a döntéshozatalhoz elengedhetetlenül szükséges információk jelentős részének becslésen alapuló meghatározását.

Nagy segítséget nyújthat ehhez az olyan képességek kifejlesztése, amelyekkel elfogadható pontossággal előre lehet jelezni az egyes események bekövetkezését, vagy meghatározni az ezeket befolyásoló tényezők várható alakulását.

A *becsléstan* régóta alkalmazott, de kissé elfeledett tudományterület. Gyakorlati tapasztalatok alapján és az erre a célra alkalmas egyszerűbb mérési módszerek felhasználásával fejlesztették ki (például: távolságbecslés lépésszámlálással). A becsléstan legismertebb alkalmazási területei az ingatlanok értékbecslése, a kárbecslés, vagy a mezőgazdasági terméshozamok előrejelzése. Ez utóbbinak a terménytőzsdei ármeghatározásnál van kiemelt jelentősége, ezért újabban ehhez műholdas megfigyelésen alapuló szinképelemzést is alkalmaznak (Sentinel-2, ONDA, 2015).

A becsléstan egyik elméleti háttérét a *sztochasztika* adja, amely a matematika egy részterülete. Magában foglalja a valószínűségelméletet és a statisztikát, a sejtéssel, találgatással

meghatározható, véletlen valószínűségi eloszlású vagy rendszerű tényezők vizsgálatát, melyek statisztikailag elemezhetők, de előre nem jósolhatók meg pontosan.

A másik említendő terület a *döntésemélet*, amelynek központi kérdése a kockázatos körülmények közötti döntéshozatal, amelynél a matematikai és a statisztikai valószínűség mellett a szubjektív valószínűség, és annak meghatározása is beépül a döntéshozatali módszerekbe.

Különösen kifinomult becslések állnak a szerencsejátékok területén a fogadóirodák *odds*-ainak meghatározása mögött. Az *odds*-ok az esélyek numerikus megjelenítései, szokás szerint számpárral (pl. 1:10) kifejezve. Többféle kifejezési formáját és megközelítését alkalmazzák (pl. decimális, fracionális, „moneyline”, Hong Kong odds), és a statisztikai elemzéseknél is használják angolszász országokban. Az odds (esély) természetesen valószínűségként is kifejezhető. Ha  $E$  esemény esélye  $X$  (a javára) az  $Y$  (ellenében), akkor az  $E$  bekövetkezésének valószínűsége  $X/(X + Y)$  (Joey, 2020).

A becsléssel összefüggésben – miként más módszertani területeken is - egyre fontosabbá válnak a *méréstechnikai, információ- és kommunikációtechnikai eszközök és eljárások*, amelyek a korábbiaknál lényegesen pontosabban és gyorsabban teszik lehetővé az adatbázisok kialakítását és az azokhoz való hozzáférést. Legkevésbé kutatott területek a becsléshez és a találgatáshoz fűződő *kognitív funkciók*, azaz megismerési és gondolkodási tevékenységek. Az észlelés, a figyelem, az emlékezet vagy a magasabb rendű gondolkodási feladatok, mint a tanulás, a problémamegoldás, a várható következmények kiszámítása a menedzsmenttudomány humán (vagy másképpen puha/soft) oldalát jelenti, amely nélkül elképzelhetetlen a helyzetfelismerés és megítélés. Az egyre pontosabb becslés aktív felismerést, gondolkodást és főleg tanulást tételez fel. Feltételezésünk szerint ezek a képességek teszik lehetővé a nehezen előre látható folyamatok megbízhatóbb „érzékelését”.

A szakirodalom elemzése során arra a következtetésre lehet jutni, hogy Magyarországon a kognitív funkciókkal kapcsolatos kérdésekkel az elméleti háttér (matematikai statisztika) és néhány már említett szakterület képviselőin túl inkább a határterületeken (pl. pszichológia, jog, pedagógia) foglalkoztak (Lőrincz, 2018, Kovács, 1994). Különösen a matematika oktatásában tartják fontosnak a becslőképesség fejlesztését. C. Neményi (2003) megállapítása szerint *„a tanult műveletek elvégzésében – a pontos és közelítő számításokban rövid idő alatt nem lehet eljutni jó gyakorlottsági szintre. ... Ugyanakkor a jobb képességű, fürgébb tanulóknak igénye lehet arra is, hogy a jól algoritmizálható úttól eltérő módokat is megismerjenek, követhessenek számolásaikban, becsléseikben.”*

A gazdasági döntéshozatal területén alig található a becslést középpontba állító hazai közlemény, és a nemzetközi tapasztalatok átvételére is ritkán került sor (pl. Zoltainé, 2008). Tanulmányomban ezért a becslési képességek fejlesztési lehetőségeinek feltárására is kísérletet teszek, egy a mindennapjainkban gyakran előforduló eset, az üzemanyag árának minél megbízhatóbb „előrejelzése” kérdésének elemzésével.

### **Hogyan javítható a becslések hatékonysága (pontossága)?**

Egy 2019-es vizsgálatunkban lépéseket kívántunk tenni a döntési gyakorlat hiányzó információinak becsléssel történő meghatározásához, illetőleg az ilyen becslések hatékonyságának, pontosságának növeléséhez. Ehhez a módszertani kísérlethez olyan becslési feladatot kívántunk felhasználni, amely könnyen átlátható, egyszerűen végrehajtható, megoldása nem kíván különleges szakismereteket, és amelynél viszonylag gyorsan és egyszerűen megállapítható a becslés eredményessége. Vizsgálatunk tárgya a következő hét üzemanyag árai alakulásának becslése volt, amely alapján a gépkocsi tulajdonos döntést hozhat a vásárlásról (a „tankolásról”), vagy annak későbbre halasztásáról (Székely – Keresztes 2019).

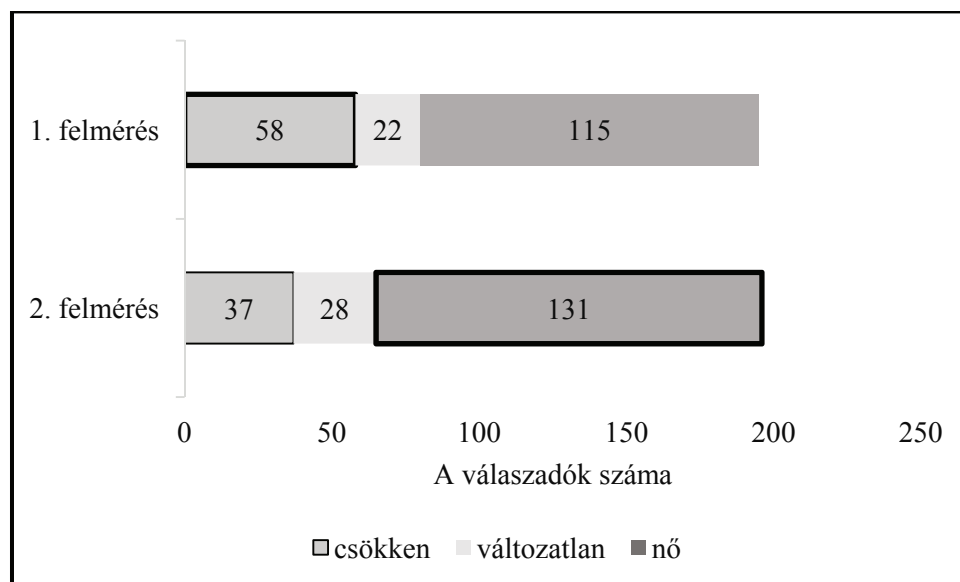
Az üzemanyag ár változásának becslésére kidolgozott kérdőíves felméréssel két célt kívántunk elérni.

Egyrészt arra a kérdésre szerettünk volna választ kapni, hogy az e területen nagyobb tapasztalattal rendelkező (esetünkben a gyakrabban tankoló, és nagyobb éves távolságot vezető) személyek képesek-e pontosabban megbecsülni az üzemanyag ár változását, vagy legalábbis az árváltozás irányát, mint a kevésbé tapasztaltak? Ehhez az évi 5 ezer km-s gépkocsi használatot tekintettük a választóvonalnak, az ennél többet vezetőket tekintettük tapasztaltabb gépkocsivezetőknek.

Emellett az ár becsléséhez szükséges, és hozzáférhető többlet információ becslési pontosságra gyakorolt hatását is vizsgálni kívántuk. Ennek megállapításához a kérdőívet két alkalommal, egy hét kihagyásával osztottuk ki 200-200 válaszadónak. Ügyeltünk arra, hogy mindkét alkalommal hasonló összetételű sokaságtól kapjunk válaszokat, amit a demográfiai adatok összehasonlításával ellenőriztünk. Az első felméréshez nem adtunk meg semmilyen támpontot az előző évi árváltozások grafikonján kívül, ezért csak a kérdőívet kitöltő „sejtésén” alapulhatott a becslés. A második alkalommal már néhány fontos, az üzemanyag árát rövidtávon meghatározó információt is rendelkezésre bocsátottunk a becslés pontosságának elősegítésére. Ábrákon mutattuk be a nyersolaj világpiaci árainak változásait, illetve a dollár/forint árfolyam változásait a kérdések feltevése előtti hónap adatai alapján.

A válaszok kiértékelése során a várt eredmények mellett néhány meglepő összefüggést is találtunk. Ezen eredmények megerősítéséhez további vizsgálatokra is szükség van, de nem zárható ki a megállapítások érvényessége. Különösen érdekesek voltak a benzinár változásának irányára vonatkozó becslések, előrejelzések. A 2. ábra ennek az elemzésére ad lehetőséget.

**2. ábra: A benzinár változási irányának becslése az 1. és a 2. felmérésben**



\* Megjegyzés: a bekövetkezett tényleges változási irányt választók száma vastagabb vonallal bekeretezve

Forrás: Székely – Keresztes (2019).

Megállapítható, hogy mindkét felmérésnél a benzinárak növelését várta a vizsgálatban részt vevők nagyobb része. Ez nem meglepő, mivel a vizsgálatot megelőző év adatai alapján is nagyobb volt a heti benzinár emelésének a valószínűsége bármely héten (0,56), mint csökkentésének (0,38). A 2. felmérésnél ez a várakozás határozottabbá vált, ami véleményünk szerint a többlet információnak köszönhető. A bekövetkezett (tényleges) árváltozási irányt a



vastagabb vonalak jelölik: az első felmérés esetében csökkentek, a második esetben növekedtek a benzinárak, ebből is adódik a helyes találatok nagyobb aránya.

A kutatási célok kitűzésekor azt is bizonyítani kívántuk, hogy a nagyobb tapasztalattal rendelkező (a gyakrabban tankoló, és nagyobb éves távolságot vezető) gépkocsivezetők képesek pontosabban megbecsülni az üzemanyag ár változását, vagy legalábbis az árváltozás irányát. Ez részben igaznak bizonyult, legalábbis az 1. felmérés feltételei között, amikor konkrét információk nélkül, csak a korábban megszerzett tapasztalatra támaszkodva, „sejtések” alapján kellett megbecsülni az üzemanyagok árváltozásait. A 2. táblázat 1. felmérésre vonatkozó oszlopai arra utalnak, hogy a „tapasztalt” gépkocsivezetők nagyobb arányban találták el pontosan az árváltozást, mint a kevésbé tapasztaltak (13,5, illetve 7,7%). Ugyanez vonatkozik az árváltozás irányára is (36,5, illetve 22%).

## 2. táblázat: Az egyes felmérésekben elért helyes becslések (találatok) aránya a szuperbenzin vásárlása esetén

Találatok	1. felmérés				2. felmérés			
	„tapasztalt”		„tapasztalatlan”		„tapasztalt”		„tapasztalatlan”	
	fő	%	fő	%	fő	%	fő	%
pontos találat	14	13,5	7	7,7	44	42,3	39	42,9
az irányt eltalálta	38	36,5	20	22,0	69	66,3	62	67,4
~								
csoport létszám	104	100,0	91	100,0	104	100,0	92	100,0

Forrás: Székely – Keresztes, 2019

A 2. felmérés adatai azonban mást mutatnak. Egyrészt a többlet információk birtokában lényegesen megnövekedett a találati arány mind a két csoportnál. Másrészt feltűnő, hogy ez a növekedés lényegesen nagyobb a „kevésbé tapasztalt” csoportnál, sőt a találati arány kismértékben ugyan, de felülmúlja a „tapasztalt” csoportét (pontos találat: 42,3% illetőleg 42,8%; az ár növekedés irányának eltalálása: 66,3%, illetőleg 67,4%). Ezek az adatok részben igazolják a tapasztalat szerepét, ugyanakkor azonban arra is rámutatnak, hogy a többlet információhoz jutás, tehát a tanulás lehetősége felülírhatja a korábbi tapasztalatok jelentőségét.

Érdemes tehát további kutatásokat végezni arra vonatkozóan, hogy a megszerzett tapasztalatok mellett milyen hatékony módszerekkel, másutt esetleg már alkalmazott tanulási és gyakorlati eljárásokkal (például a tudásmenedzsment eszközeivel) lehet fejleszteni a döntéshozók becslési képességeit, a becslések pontosságát, így érdemes megvizsgálni, hogy az egyes iparágakban bevált menedzsment eljárások mennyiben alkalmazhatók eltérő területeken (Horváth, 2018). A következő fejezet azt is bizonyítja, hogy az ehhez szüksége technikai feltételek ma már egyre inkább rendelkezésre állnak.

### A döntéshozatal megváltozott körülményei és az új technológiák által nyújtott lehetőségek

A fejezet szintén az információ döntéshozatalban betöltött szerepének jelentőségével foglalkozik, az utóbbi évtizedekben bekövetkezett technológiai változások áttekintésével.

A döntéshozatal körülményei elsősorban abban változtak meg, hogy az informatika és a kommunikációtechnika, valamint az ehhez kapcsolódó műszaki és elektronikai eszközök és megoldások az utóbbi évtizedekben rohamosan fejlődtek. Ez nemcsak a jelen tendenciája, mert Moore (1965) már több mint 50 éve publikálta azt a megfigyelését, mely szerint az

integrált áramkörök összetettsége, pontosabban a szilíciumchipekben lévő tranzisztorok száma nagyjából évente megduplázódik. Ezt az összefüggést később Moore-törvénynek nevezték el, és kiterjesztették a számítógépek teljesítménynövekedésének becslésére is. A számítógépek ilyen ütemben bekövetkező tartós fejlődésének lehetőségét azóta több alkalommal is cáfolták, de még napjainkban is hasonló ütemű fejlődést tapasztalhatunk az integrált áramkörök teljesítményét illetően. Ez lehetővé tette az egyre nagyobb teljesítményű, egyre kisebb méretű, és költségeiket illetően megfizethető számítástechnikai eszközök elterjedését. A kommunikáció technika, a műholdas technológiák és a hálózatos rendszerek, továbbá az ezek működését lehetővé tevő szoftverek elterjedésével szintén hatalmas előrelépés következett be az elmúlt évtizedekben. Ennek hatása a számítástechnikai eszközök fejlődésével hasonlítható össze, ráadásul a pozitív hatások összeadódtak. Mindez a különböző ágazatok, gazdasági területek fejlődésében is megnyilvánult az új technikák elterjedése következtében. A telekommunikációban a 4G technológia után már az 5G kiépítése történik, és az iparban is egyre többen beszélnek az ipar 4.0 megközelítés terjedéséről (Dinya – Klausmann, 2019). Az utóbbi időben vált divattá a *digitalizáció* kifejezés, ami nem jelent mást, mint a fizikai (analóg) adatok digitális formátumúvá alakítását, azaz számítógépek által feldolgozhatóvá tételét. A digitalizáció alatt azonban egyre inkább az informatika és az elektronika újabb és újabb eredményeinek alkalmazását, elterjedését értjük az élet csaknem minden területén.

A döntéelmélet és a gyakorlati döntéshozatal nyelvére lefordítva a digitális korszak a következő új lehetőségeket teremtette meg a döntéshozatalban (Székely, 2018):

- a döntési problémák automatikus észlelése, azonosítása és elemzése,
- a döntési lehetőségek (alternatívák) körének bővítése, illetőleg ennek automatikussá tétele,
- a döntéshozatal körülményeinek, természeti feltételeinek gyorsabb felismerése és vizsgálata, az események bekövetkezési valószínűségekre megbízhatóbb becslése,
- menedzsment információs rendszerek és döntéstámogató módszerek egyre terjedő alkalmazása,
- a mesterséges intelligencia, a robotok és okos rendszerek alkalmazásainak fejlesztése,
- a nagy tömegű adatok feldolgozása (big data).

A *döntési problémák automatikus észlelése* a szenzorok és a kontroll rendszerek elterjedésével válik lehetségessé. A gyakorlati megvalósulás nagyon sok példáját lehet ma már felsorolni a készletgazdálkodástól (pl. a készlet szint csökkenés jelzése) a biztonsági berendezéseken (pl. betörés jelző) keresztül a csődök, válságok előrejelzéséig. Ezek a módszerek az emberi figyelem kiegészítését és a döntési problémák észlelésének elősegítését szolgálják. Különösen fontosá váltak azok a digitális képalkotási (imaging) berendezések és szoftverek (pl. az ultrahangos eszközök, a CT, az MR stb.), amelyekkel az utóbbi évtizedekben jelentősen javítani lehetett a betegségek diagnosztizálását és a gyógyítás esélyeit.

A *döntési lehetőségek (alternatívák) körének bővítése* azért válhat fontossá, mert a hagyományos módszerekkel az elképzelhető és reális megoldási lehetőségek csak viszonylag szűk köre ismerhető meg. Az internetes keresésen alapuló technikákkal olyan alternatívák (például árucikkek, szolgáltatások stb.) is elemezhetővé válnak, amelyek rejtettek maradtak a döntéshozó előtt. Ezekre a lehetőségekre automatikus kereső és értékelő szoftvereket is lehet építeni (pl. szálláskeresés), amelyeknél legfeljebb arra kell figyelni, hogy valóban objektív és pártatlan legyen a szolgáltatás.

A *döntéshozatal körülményeinek gyorsabb felismerésére* és alaposabb vizsgálatára azért van szükség, mert elsősorban ezek alakítják (véletlenszerűen) a döntési alternatívák eredményeit. A döntéshozatal külső körülményei, például a természeti állapotok általában nem befolyásolhatók, és nem jelezhetők pontosan előre. Elég, ha csak a súlyos következményekkel járó természeti katasztrófákra (pl. a Fukusima atomerőművét romba döntő szökőár), vagy a

váratlan politikai fordulatokra gondolunk. A szökőárak bekövetkezésének előrejelzésére már kidolgoztak megbízható megoldást (NOAA, 2020), de a szubjektivitással jellemezhető politikai változások egyértelmű előre jelzésére egyelőre még nem. A döntéshozatal körülményeinek elemzésére az események bekövetkezési valószínűségének pontosítása érdekében van szükség (lásd: pótlólagos információk beszerzése).

*Menedzsment információs rendszereket (MIS)* már régóta alkalmaznak a vállalatvezetési feladatok, különösen a vállalati döntések és a tervezés információ szükségletének kielégítésére (Turek – Dunay, 2014). Az ilyen rendszerek fejlesztését a számítástechnika elterjedése tette lehetővé, és ma már felhő alapú, a beruházási költség szempontjából lényegesen előnyösebb változatai is alkalmazhatók. Különböző funkcionális területek (beszerzés, termelés, számvitel, pénzügyek, értékesítés, humán erőforrás menedzsment stb.) feladataira kialakított alrendszereik is lehetnek, amelyek integrált vállalati rendszerré is összekapcsolhatók. Kifejezetten a döntéshozatal céljára továbbfejlesztett változatokat is kidolgoztak, amelyet döntéstámogató rendszereknek neveznek.

*A döntéstámogató rendszerek (DSS)* olyan szoftver rendszerek, amelyek a döntéshozók számára összegyűjtik, feldolgozzák és áttekintik az operatív és stratégiai feladatokhoz szükséges információkat, és segítséget nyújtanak azok kiértékelésében. Ide tartozik az adatok osztályozása, szűrése, azok rugalmas ábrázolása, továbbá kiértékelésük (összegzés, átlagszámítások, összehasonlítások stb.). További funkcióik lehetővé tehetik modellszámítások (szcenárióelemzés, prognózisok) kivitelezését és az adatok összekapcsolását az optimalizálási algoritmusokkal. A döntéstámogató rendszerek módszertani hátterét az operációkutatói modellek és módszerek (pl. függvényelemzés, lineáris programozás, szimuláció stb.) szolgáltatják, amelyek több tényező, esetleg dinamikus és sztochasztikus megközelítések alapján is képesek optimális, vagy kedvező megoldásokat javasolni a döntéshozóknak. Az információk értelmezése, értékelése és megítélése (pl. melyek szükségesek), valamint a döntéshozatal a vezetők feladata marad. A DSS feladata tehát arra korlátozódik, hogy az információkat elemezze, átfogóan ábrázolja, és automatizálva rámutasson az eltérésekre és különleges helyzetekre (például a határértékek túllépésére, meghaladására). Az adatok összegyűjtése és feldolgozása mellett az információk kezelése, igazgatása (aktualizálás, törlés stb.) is a DSS feladata lehet (Székely, 2018).

*A mesterséges intelligencia (AI)* és a szakértői rendszerek alkalmazásainak fejlesztése már több évtizede, és nem elsősorban a döntéshozatallal közvetlen kapcsolatban indult el (Ginsberg, 1993). Az első alkalmazások az orvostudomány és a műszaki tudományok területén terjedtek el, és csak később váltak általánossá más területeken is (Copeland, 1993). Az orvosi diagnosztika céljaira olyan rendszereket fejlesztettek ki, amelyekkel meg lehet választani a betegségek felismerésével a leghatékosabb kezeléseket. A műszaki tudományok területén elsősorban a tervezés támogatására dolgoztak ki mesterséges intelligencián, szakértői rendszereken alapuló megoldásokat. Manapság már általánossá váltak és elterjedtek az úgynevezett okos (*smart*) megoldások, amelyek részben képesek az autonóm működésre is. Elsősorban a légitözlekedés (robotpilóta), a gyógykezelés és egészségügy, a biztonságtechnika, a környezet-monitoring, az személyek azonosítása, az autópálya (önvezető autó), a valós idejű helymeghatározás (GPS-rendszerek) területén terjedtek el autonóm okos rendszerek (*autonomous smart systems, ASS*), de az üzleti szolgáltatások (elektronikus megrendelés, kiszállítás, fizetés stb.) területén is terjednek a döntéseket segítő (esetlegesen helyettesítő) megoldások. Ezeken a területeken az egyéb (pl. biztonsági, kényelmi stb.) célok mellett a gazdasági célok és érdekek (pl. hatékonyság, költség-takarékosság, versenyképesség növelés stb.) is indokoltá teszik az ilyen jellegű innovációk elterjedését (Cox – Wilfong, 1990).

*A nagy tömegű adatok feldolgozása* azért került előtérbe az utóbbi években, mert a világháló, illetőleg az adatokat tároló szerverek hálózatának jelentős fejlődése következtében hatalmas

méretűvé nőtt a több célra is felhasználható adatbázis. A *big data* nem egy konkrét technológia, hanem hagyományos és új technológiák összekapcsolása. Ezek a technológiák együttesen biztosítják a hatalmas mennyiségű, változatos adat gyors feldolgozását és kezelését (Jelonek, 2017). Lehetőség van a valós idejű kiértékelésre, és szükség esetén a gyors reagálásra is. A big data három meghatározó jellemzője a nagyon nagy adatmennyiség (*volume*) a nagyon gyors adatfeldolgozás (*velocity*) és a nagyon változatos adatok (*variety*). (Laney, Douglas 2012). A „szunnyadó” adatbázis feltárása több szempontból is hasznos lehet, ezért társadalmi, politikai (pl. biztonsági), és gazdasági érdekek is vezettek az ide kapcsolódó szoftverek, alkalmazások kifejlesztéséhez. A döntéshozatal szempontjából az „adatbányászat” nagy fontosságú lehet, mivel lehetőség nyílik az eddig rejtve maradt döntést befolyásoló tényezők alaposabb feltárására. Ugyanakkor ezek a vizsgálódások nagy veszélyt is jelenthetnek az emberek szempontjából, mivel az elemzéseket végzők akarva vagy akaratlanul megsérthetik a személyiségi jogokat. Erkölcsi szempontból tehát nagy kihívást jelent az ilyen elemzések elvégzése, amit a törvényi szabályozással is csak nagyon nehezen lehet megfelelő keretek között tartani.

### **Következtetések**

A többlet információ megszerzésének fontossága több oldalról is megvilágításra került. Hiányzó információk esetén a helyes becslés is megoldást jelenthet. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok részben igazolják a tapasztalat szerepét a becslési képességek fejlesztésében, de arra is rámutatnak, hogy az aktuális többlet információhoz jutás (és ezzel a folyamatos tanulás) lehetősége felülírhatja a korábbi tapasztalatok jelentőségét. Érdemes tehát további kutatásokat végezni arra vonatkozóan, hogy a megszerzett tapasztalatok mellett milyen hatékony módszerekkel, másutt esetleg már alkalmazott tanulási és gyakorlási eljárásokkal (például a tudásmenedzsment eszközeivel) lehet fejleszteni a döntéshozók becslési képességeit, a becslések pontosságát.

A döntéshozatal támogató lehetőségek áttekintéséből elsősorban az a következtetés vonható le, hogy az utóbbi évtizedek fejlesztései lényeges változásokhoz vezettek a döntéshozatal kifinomultságát illetően. A *digitalizáció* a döntéshozatal minden pontját, az információ megszerzését, feldolgozását, továbbítását, és a döntésekben való alkalmazásának módját is pozitívan érinti.

Ma már óriási adattömeg tárolását és feldolgozását végezhetik el a processzorok. Kiterjedt, szupergyors kommunikációs hálózatok segítik elő az információk célirányos elérését. Globális műholdas rendszerek végzik a helymeghatározást, teszik lehetővé a térbeli eligazodást. Szenzorok és radarok érzékelik a távolságokat, jelzik a veszélyhelyzeteket. Problémák megoldására specializált algoritmusok, modellek és az ezekre épülő szoftverek értékelik, elemzik az információkat, és nyújtanak megoldási javaslatokat. Olyan autonóm (pl. önvezető, vagy robot) rendszereket is kidolgoztak, ahol a döntéshozó személyek szerepe már háttérbe szorul. Mindez jelentős előre lépéseket eredményezhetett a *gyakorlati döntéshozatal* területén.

Ebből a megjegyzésből arra is következtetni lehet, hogy valójában nem a döntési helyzetek és az ezekhez kapcsolódó elméletek változtak meg, hanem a jó döntéshozatal elősegítésére szolgáló módszerek és rendszerek fejlődtek tovább jelentős mértékben. Önműködő döntéstámogató modellek és módszerek, autonóm rendszerek kidolgozása, tehát a döntéshozók személyének „kikapcsolása” ráadásul csak olyan alkalmazási területeken történhet meg, ahol lehetőség van a standardizálásra, amelyek gyakoriak vagy általánosak. Ezekben a területeken szinte minden, a döntéshozatal céljából szükséges információ rendelkezésre áll, vagy megszerzhető. Itt lehetségessé válik az „egyszerű” választás, vagy a problémamegoldás. A döntéselmélet ezeket az eseteket nem is tekinti valós döntési helyzeteknek.

Nehezebben megoldható döntési problémák újszerű egyedi esetekben vagy bonyolultabb helyzetekben állhatnak elő. Hiába dolgoztak ki például válság-, vagy csődelőrejelzési módszereket, időnként mégis bekövetkeznek válságok és csődök. A részvényvásárlásról, vagy eladásról sem célszerű automatikus döntéseket hozni. A hosszabb távú, számtalan tényezőtől (például a versenytársak kiszámíthatatlan lépéseitől) függő stratégiai döntések egyértelműen ehhez a kategóriához tartoznak. De még olyan egyszerűnek tűnő döntések sem nélkülözhetik az ember jelenlétét és beavatkozását, mint például egy vagyontárgy (gépkocsi, lakás) megvásárlása. Mindezek a helyzetek kockázattal (veszteség lehetőségével), illetőleg egyéni preferenciák érvényesülésével járnak együtt. Valamennyi információ megszerzésére, a személyiségtől elvonatkoztatott döntéshozatalra ezekben az esetekben nincs lehetőség, ezért a becslés továbbra is a döntéshozatal egyik kiegészítő eljárása kell, hogy maradjon. Azonban ezen a területen is szükség van előrelépésre, mégpedig a becslési módszerek és képességek fejlesztésével, ezen belül is elsősorban a többlet információ szerzés lehetőségeinek mind teljesebb kihasználásával.

Ami az elmélet további fejlesztését illeti, inkább a már felismert összefüggések pontosítására, megerősítésére lenne szükség. Semmilyen jel sem mutat arra, hogy szükség lenne a régi ismeretek felülvizsgálatára, vagy új elméletek létrehozására. Napjainkban inkább olyan elméleti kérdések kerülnek a középpontba, mint például az információ értéke (a jobb informáltsággal elérhető többlethaszon), vagy a további információk megszerzésének költsége. Nem véletlen, hogy eddig azok a fejlesztések terjedtek el nagyobb mértékben, amelyeknél a megszerzett információ költsége a nagyszámú alkalmazó miatt szinte elhanyagolható mértékűvé vált. Például a műholdas helymeghatározás, vagy az internetes keresés lehetőségéhez ma már gyakorlatilag ingyen, illetőleg az eszközök igénybevételéhez kötődően lehet hozzájutni.

Ráadásul az is bizonyítható, hogy a döntésemélet kidolgozói a fejlődési tendenciákat szinte előre látták, vagy sejtették, sőt beleértették a döntéseméletre vonatkozó megállapításaikba. Simon (1960) például a következőként fogalmazott: *„Azok a képességek, amelyek meghatározzák a döntés és a probléma megoldás minőségét, sok millió ember fejében, eszközök és gépek szerkezetében, és különösen ma a számítógépek képességeiben vannak elrejtve.”*

### Felhasznált irodalmak

1. Bayes, T. (1763): An essay towards solving a problem in the doctrine of chances.
2. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 53, 370–418.
3. Bernoulli, D. (1738): Specimen theoriae novae de mensura sortis. Proceedings of the St. Petersburg Imperial Academy of Sciences, 5, 175–192.
4. C. Neményi, E. (2003): A becslések finomítása. In: C. Neményi, E., Wéber, A. (szerk.): Kézikönyv a matematika 3. osztályos anyagának tanításához. Nemzeti Tankönyvkiadó – Budapesti Tanítóképző Főiskola, Budapest, pp. 103-113.
5. Copeland, J. (1993): Artificial Intelligence: A Philosophical Introduction. Blackwell, Oxford, UK.
6. Cox, I. – Wilfong, G. T. (Eds.) (1990): Autonomous Robot Vehicles. Springer-Verlag, Berlin.
7. Dillon, J.L. (1989): The Analysis of Response in Crop and Livestock Production. Pergamon Press, Oxford.
8. Dinya, L.- Klausmann, D. A. (2019): Menedzsment 4.0. In: Mohácsi M. (szerk.): Menedzsmenttendenciák. Debreceni Egyetem Kiadó, 147-177 pp., ISBN 987-963-318-203-1
9. Ginsberg, M. L. (1993). Essentials of Artificial Intelligence. Morgan Kaufmann, San Mateo, California.

10. Hansson, S. O. (2005): Decision Theory. A Brief Introduction. Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, 94 p.
11. Horváth Z. (2018): Applications of Lean Management methods in Non-Profit Organizations. pp. 262-267. In: Bylok F., Albrychiewicz-Słocińska A., Cichoblażinski L. (eds.) 8<sup>th</sup> International Conference on Management: Leadership, Innovativeness and Entrepreneurship in a Sustainable Economy - Book of Proceedings. Wydawnictwo Wydziału Zarządzania Politechniki Częstochowskiej, Częstochowa, Poland, 723 p.
12. Jelonek, D. (2017): Big Data Analytics in the Management of Business. MATEC Web of Conferences, 125, Article ID: 04021, DOI: 10.1051/mateconf/20171250
13. Kovács Z. (1994): A döntéshozatal pszichológiai háttérfolyamatai. In: Bolgár Judit (szerk): Pszichológiai szöveggyűjtemény. Zrínyi Miklós Katonai Akadémia, Budapest. 35-73 p.
14. Laney, Douglas (2012): 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity and Variety. Gartner. <https://blogs.gartner.com/doug-laney/files/2012/01/ad949-3D-Data-Management-Controlling-Data-Volume-Velocity-and-Variety.pdf>, letöltve: 2018. október 10.
15. László, L. (1940): Mezőgazdasági becsléstan, Harmathy Nyomdavállalat, Debrecen-Pallag, 86 p.
16. Laux, H. (2007): Entscheidungstheorie. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
17. Lőrincz, V. (2018): Fenntarthatóság, életkor és cselekvőképesség – néhány döntésméleti és pszichológiai szempont. Magyar Tudomány, Akadémiai Kiadó, 2018/03., 9 p. DOI: 10.1556/2065.179.2018.3.8
18. Moore, G. (1965): Cramming More Components onto Integrated Circuits. Electronic Magazine, 19. 04. 1965.
19. Morgenstern, O., Neumann, J. (1953): Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press.
20. NOAA (2020) /National Weather Service, U.S.Tsunami Warning System, <https://www.tsunami.gov/>. Letöltve: 2020. július 20.
21. ONDA: Sentinel-2 <https://www.onda-dias.eu/cms/data/catalogue/sentinel-2/> Letöltve: 2020. április 6.
22. S., Joey (2020): How to Read Odds. <https://www.bettingbuck.com/guides/how-to-read-odds> Letöltve: 2020. május 5.
23. Schedel, A. (1934): Ingatlanok értékelése. Becsléstan. Stúdium Sajtóvállalat Részvénytársaság, Budapest, 160 p.
24. Simon, H.A. (1960): The New Science of Management Decision. Research Briefing Panel on Decision making and Problem Solving. 1986 by the National Academy of Sciences. Published by National Academy Press, Washington DC.
25. Sopp, L., Kolozs L. (szerk.) (2000): Fatömegszámítási táblázatok. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest.
26. Sporzon, P.: Gazdasági becsléstan. Egyetemi jegyzet. Mosonmagyaróvár 1885.
27. Szabó, X. (2012): A Biblia: döntések sorozata, avagy mi van nyitva előttünk, a késői olvasók előtt? Elhangzott 2012. november 24-én, a Pszichológusok és teológusok a döntésről c. konferencián (Sophianum – Pázmány Péter Katolikus Egyetem Bölcsész- és Társadalomtudományi Kar – Budapest).
28. Székely, Cs. – Keresztes, G. (2019): Becslés a döntéshozatalban. Gazdaság és Társadalom, 11. évf. 3. szám, ISSN 0865 7823, <http://dx.doi.org/10.21637/GT.2019.3.04>
29. Székely, Cs. (2000): Gazdasági döntések. In: Buzás, Gy., Nemessályi Zs., Székely Cs. (szerk.): Mezőgazdasági üzemtan, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 207-236.

- 
30. Székely, Cs. (2018): Döntéshozatal a digitalizáció korában. In: Illés B. Cs. (szerk) Proceedings of the International Conference „Business and Management Sciences: New Challenges in Theory and Practice” / „Gazdálkodás-és szervezéstudomány: Új kihívások az elméletben és gyakorlatban” nemzetközi konferencia tanulmánykötete. Volume II/II. kötet. Gödöllő, Szent István Egyetemi Kiadó, ISBN: 9789632698328, pp. 563-571.
  31. Turek, T. – Dunay, A. (2014): Information and communication technology (ICT) as a catalyst for cooperation between enterprises. A review of selected practical solutions. In: Kolcun M., Borowik L., Lis T. (eds.) Current problems of maintenance of electrical equipment and management. Technicka Univerzita v Kosiciach, Košice, Slovakia, pp. 443-452.
  32. Williams, C.A. Jr., Smith, M.L., Young, P.C.: Risk Management and Insurance. McGraw-Hill, Inc., 1995
  33. Zoltayné Paprika, Z. (2008): Elemzés vagy megérzés: a stratégiai döntéshozatal gyakorlata Californiában és Magyarországon. OTKA kutatási jelentés, K68799, Budapesti Corvinus Egyetem, Gazdálkodástudományi Kar, Döntéseméleti Tanszék, 58 p.
  34. Zsolnay, E. (1941): Mezőgazdasági becsléstan, „PÁTRIA” irodalmi vállalat és nyomdai részvénytársaság, Budapest.