

Debreceni Egyetem
Közgazdaságtudományi Kar

Közgazdaságtudományi Doktori Iskola

A doktori iskola vezetője: Dr. Makó Csaba
egyetemi tanár, az MTA doktora

Doktori értekezés tézisei

**Döntéstámogató rendszerek és
alkalmazási lehetőségeik
a pénzügyi elemzésben és tervezésben**

Dr. Tarnóczy Tibor

Debrecen
2006

Bevezetés

A globalizálódó, vagy inkább már a globalizálódott gazdaságban az erősödő verseny egyre inkább előtérbe helyezi a gyors és minőségi vezetői döntéshozatal jelentőségét. A felgyorsult világban lecsökkent a reakcióidő, vagyis a döntési folyamatra kevesebb idő maradt, ugyanakkor a megoldandó problémák bonyolultsága és a döntéshez felhasználható információ mennyisége megnövekedett. Ilyen környezetben még inkább növekszik az igény vezetői döntéshozatal számítógépes támogatására.

Az elmúlt néhány évtizedben a számítástechnika mind a hardver, mind a szoftver vonatkozásában hatalmas fejlődésen ment keresztül. A számítógépes rendszerek megvalósításának lényegében napjainkban már alig vannak fizikai korlátai és szoftveresen is nagyon sokféle támogatás adható a minél felhasználó orientáltabb és egyre több alkalmazói igényt kielégítő számítógépes programok létrehozásához. Ma már általában nem az a kérdés, hogy meg lehet-e oldani egy adott problémát számítógéppel, hanem inkább az, hogyan oldható meg a probléma úgy, hogy a számítógép a felhasználó által könnyen kezelhető módon a lehető legmagasabb szintű támogatást tudja nyújtani. Ma már sokkal nagyobb figyelmet kell fordítani a felhasználóbarát megoldásokra, és olyan rendszerek létrehozására, amelyek kezelése nagyobb időráfordítás nélkül, könnyen elsajátítható.

A sikeresen működő vállalatoknál, de lehet úgy is fogalmazni, hogy az üzleti életben napjainkra a vezetői munka elengedhetetlen részévé váltak a különböző döntéstámogató és szakértői rendszerek. Manapság egyre több vállalat alkalmaz is ilyen rendszereket, amelyek eredményes és hatékony alkalmazásához sok olyan szakemberre van szükség, akik képesek is e rendszerek megfelelő hatékonyságú használatára.

Fel kell készülni az információs társadalom, a tudás társadalom új kihívásaira is. Korunk gazdasági valósága azt jelenti, hogy mindenki versenyben áll mindenkivel. A megnövekedett tudást tárolni és feldolgozni kell tudni, hogy újabb tudást tudjunk létrehozni, amely tárolást és feldolgozást támogathatják a döntéstámogató rendszerek, hiszen a döntéshozatalhoz a meglévő és az új tudást kell felhasználnunk. Azt is lehet mondani, hogy a döntéstámogató rendszereknek a vállalati tudásmenedzsment fontos részét kell képezniük. Napjainkra - a mesterséges intelligenciakutatásoknak is köszönhetően - nagyon sok módszer és eszköz áll rendelkezésünkre

ahhoz, hogy olyan számítógépes rendszerek kerüljenek kifejlesztésre, amelyek a vállalati vezetők számára gyors és hatékony támogatást biztosítanak tevékenységük végzéséhez.

Kutatómunkámmal és dolgozatommal, ha kis mértékben is, a döntéshozatal támogatásának fejlődéséhez szeretnék hozzájárulni, valamint bemutatni azon eszköztárakat, amelyek ugyan már léteznek, de fejlesztési célból megfelelően használható számítógépes megvalósításuk csak az elmúlt egy-másfél évtizedben indult meg, és az elmúlt néhány évben érte el azt a szintet, amikor már komoly döntéstámogató rendszerek fejlesztőeszközeként is számolni lehet velük. Ez lényegében a mesterséges intelligenciakutatás különböző eredményeinek alkalmazását jelenti, és e módszerek felhasználásának lehetőségeit az üzleti, pénzügyi alkalmazásokban is.

Az előzőekben említett lehetőségek hozzájárulhatnak ahhoz is, hogy a valóságot egyre jobban leíró modelleket hozhassunk létre. Ezek a modellek komoly segítséget nyújthatnak a választás könnyebbé tételéhez, amely a döntéshozatali folyamat legnehezebb lépése.

1. Célkitűzés

A döntéstámogató rendszerekkel foglalkozó szakirodalom tanulmányozása egyértelművé tette számomra, hogy az ott leírt eljárások, módszerek ma már több vonatkozásban sem felelnek meg napjaink követelményeinek, és ez vezetett annak vizsgálatához, hogy milyen lehetőségei vannak a mai követelményeknek jobban megfelelő döntéstámogató rendszerek létrehozásának. Azt is vizsgáltam, hogyan lehetne a korszerű információtechnológiai módszereket ötvözni és segítségükkel hatékonyabb döntéstámogató rendszereket létrehozni, és a logikai programozás hogyan használható fel a gazdasági, illetve a pénzügyi döntések támogatásához.

A célkitűzés megvalósításához tanulmányoztam a mesterséges intelligencia kutatás e témakörhöz kapcsolódó eredményeit, a döntéstámogató rendszerek fejlődését és működési mechanizmusát, a korlátos logikai programozás gazdasági modellezésben történő alkalmazási lehetőségeit, valamint megvizsgáltam a döntéstámogató rendszerek fejlesztéséhez felhasználható támogató szoftvereket.

Dolgozatomban a következő célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. *Bemutatni a döntéshozatal fontosságát a vezetői munkában, valamint az azt támogató döntéstámogató rendszerek fejlődését.*
2. *Áttekinteni azokat a pszichológia, a közgazdaságtan és a mesterséges intelligenciakutatás által feltárt módszereket, amelyek segítséget nyújthatnak egy korszerű döntéstámogató rendszer létrehozásához.*
3. *Meghatározni, hogy napjainkban mit értünk döntéstámogató rendszeren és melyeknek kell/kellene lennie a korszerű döntéstámogató rendszer főbb jellemzőinek.*
4. *Statisztikai és operációkutatási, valamint gazdasági és pénzügyi ismereteim birtokában, bemutatni a logikai programozás előnyeit a célkitűzés megoldására leginkább alkalmas logikai programnyelve(ke)n keresztül, figyelembe véve a gazdasági/pénzügyi alkalmazási lehetőségeiket is.*
5. *Felvázolni a logikai programozás lehetőségeit felhasználó pénzügyi döntéstámogató rendszert.*

- 6. Bemutatni a korlátos logikai programozás alkalmazási lehetőségeit a vállalati pénzügyekben.*

A logikai programozás és a hozzákapcsolódó területek tanulmányozásával viszonylag hosszabb ideje történő foglalkozás, valamint a korábban - gazdasági szakemberként és oktatóként - megszerzett statisztikai, operációkutatási, rendszerelméleti, számítógépes és programozási ismereteim segítséget nyújtottak ahhoz, hogy más szemszögből mutassam be ezt a területet, illetve tegyek olyan megállapításokat, amelyek új vonásokat is tartalmaznak. Dolgozatomban fel kívántam hívni a figyelmet azokra az alkalmazási lehetőségekre is, amelyek már hosszabb-rövidebb ideje léteznek, de a szakma részéről még nem kaptak kellő figyelmet.

Célkitűzéseimből következően, a dolgozatomban a következő kérdésekre kerestem választ:

- 1. A vállalatirányítási rendszerek (ERP) fejlődésével és az integrált vállalatirányítási rendszerek egyre nagyobb mértékű elterjedésével hatalmas tömegben halmozódnak fel adatok. Az így összegyűlt adattömeg milyen mértékben képes hozzájárulni a racionálisabb döntéshozatalhoz, mennyiben növelhető a döntéshozatal racionalitása, milyen mértékben csökkenthető a racionalitás „korlátozottsága”, illetve hogyan értelmezhető ma az üzleti életben a racionalitás és a korlátozott racionalitás fogalma.*
- 2. A mai döntéstámogató rendszerek képesek-e megfelelő támogatást nyújtani a vezetők jobb információellátásához, a vállalati tudásszint növeléséhez?*
- 3. Milyen döntéstámogató rendszereket igényel a ma gazdasága, illetve a gazdaság szereplői, a vállalkozások?*
- 4. A logikai programozás felhasználható-e döntéstámogató rendszerek fejlesztésében? Milyen elvárásoknak kell megfelelniük ezeknek a fejlesztőrendszereknek?*
- 5. Van-e olyan Prolog-alapú programozási nyelv, amely magas szinten képes támogatni a gazdasági modellezést és hogyan építhető be egy ilyen rendszer a döntéstámogató rendszerbe?*
- 6. Milyen mértékben és hogyan használható egy Prolog-alapú programnyelv a pénzügyi elemzésben és tervezésben?*

2. Az értekezés áttekintése

2.1. A racionális döntéshozatal

A gazdasági szervezetek vezetőinek napjaink viszonylag gyorsan átalakuló és egyre bonyolultabb környezeti kihívásokat támasztó világában egyre kisebb reakcióidő figyelembe vételével kell döntéseket hozniuk. Mai világunkban a döntéshozók nagyon sok komplex döntési helyzettel találják magukat szemben, amelyekre a lehető legmegfelelőbb formában, tartalommal, időben és költséggel kell választ adniuk. Ennek biztosításához ma már nem elegendő a megfelelő tudás rendelkezésre állása, hanem szükség van a döntéshozók megfelelő technikai, módszertani támogatására is.

1. kérdés: Melyek a döntéshozatal fő jellemzői?

A vállalkozásoknak folyamatosan fejleszteniük kell döntéshozatali képességüket, ha a teljesítményüket fokozni szeretnék. Ehhez ismerniük kell a döntéshozatali folyamat részeit és azok főbb jellemzőit. *Drucker*¹ szerint, bármit tesz a menedzser, azt döntéshozatal által teszi, és megállapítja, hogy a menedzsment lényegében a döntéshozatali folyamat maga.

A döntés, a döntéshozatal része, amely olyan folyamatjellegű tevékenység, ami a probléma megfogalmazásától a probléma megoldására alkalmas módszer kiválasztásán, a probléma-megoldás alternatíváinak a meghatározásához szükséges információk megszerzésén és feldolgozásán, maguknak az alternatíváknak a megfogalmazásain keresztül halad, és egészen az alternatívák közötti választásig, valamint a döntésnek a címzettel való közléséig tart.

Ha a döntéshozatali folyamat fázisait kiegészítjük az implementáció (az eredeti probléma megoldása) fáziséval, akkor a problémamegoldás folyamatáról beszélhetünk. *A döntéshozatali folyamat szinte minden fázisához - ha különböző mértékben is - szükség lehet számítógépes támogatásra, döntéstámogató rendszer igénybevételére.*

A döntéshozatal során tisztában kell lennünk azzal, hogy az emberi elme korlátozott kapacitással rendelkezik, ebből következően az emberek a komplex helyzetekben is egyszerű megoldásokat alkalmaznak: leegyszerűsítik a szabályokat, a probléma bizonyos részeire koncentrálnak és megpróbálnak egy, az esetek többségében ésszerűen jó eredményt

¹ Drucker, P. (1986): The Practice of Management. Harper&Row Publishers, New York. (p. 351)

biztosító egyszerű döntési módszert alkalmazni. Ennek eredményeként általában elfogadható minőségű döntés születik, de nem megfelelő módszerek alkalmazása, illetve az információk nem megfelelő feldolgozása esetén vezethet az ilyen típusú döntés nagyon gyenge eredményhez is.

A döntéshozatal által a tudásnak olyan újabb darabját hozzuk létre, amely korábban nem létezett. Ebből az is következik, hogy a döntéshozatal tudásintenzív tevékenység, amely megváltoztatja a szervezet tudásállapotát, azaz a döntéshozatal után többet tudunk, mint azt megelőzően.

2. kérdés: Növelhető-e a döntéshozatal racionalitása?

A racionalitás, a gazdasági döntéshozatallal összefüggésben úgy fogható fel, hogy a “racionális üzletember” választ azon alternatívák között, amelyek maximálják a kitűzött célt, ami lehet a profit vagy valamilyen más hasznosság. *A racionalitás lényege megtalálni az emberi viselkedés racionális feltételezésének és a valóságos viselkedésének a legjobb kombinációját.*

A standard racionális modell jellemzője az egyik szituációból a másikba történő elmozdulás, és ez által a modell előrejelzési lehetőségének a kihasználása. Ugyanakkor a szituáció változása, az információ korlátozottsága és feldolgozhatósága szükségessé teheti az elérendő szint megváltoztatását, és ha ilyen körülmények között a racionális szabályoktól eltérünk hibát követhetünk el.

A racionalitás a behatárolt emberi számítási képesség, a nem elegendő információ és a komplex környezet által korlátozott. A korlátozott racionalitás problémájával *Herbert A. Simon* több művében is foglalkozott, és ő vezette be a korlátozott racionalitás fogalmát a közgazdaságtanba. Szerinte a korlátozott racionalitás a teljes informáltság feltételének nem teljesülése esetén áll elő. A teljes informáltság azért nem teljesül, mert többnyire nem ismert az összes alternatíva, bizonytalan az események bekövetkezése és nem lehet teljes körűen kiszámítani a döntések következményeit.

A vállalati információbázisok növekedésével, amelyet az egyre korszerűbb vállalatirányítási (ERP) rendszerek állítanak elő, és megfelelően intelligens döntéstámogató rendszerek alkalmazásával a döntéshozók egyre racionálisabb döntéseket hozhatnak, de ennek ellenére a gazdasági döntésekben még mindig sok a bizonytalanság, és ezért, még ha egyre tökéletesebb döntéstámogató rendszereket és előrejelzési modelleket is tudunk alkalmazni, a teljes racionalitás ma még nem érhető el.

Minden, ami több ismeretet nyújt számunkra, lehetőséget biztosít arra, hogy racionálisabbak legyünk. A vezetők napjaink kihívásainak csak számítógépes döntéstámogató rendszerek használatával felelhetnek meg. A döntéstámogató rendszerek a megfelelő következtetési mechanizmus és módszertani háttér biztosításával, a mesterséges intelligencia felhasználásával, segítséget nyújtanak a döntéshozatalhoz.

3. kérdés: Szükséges-e mindig az optimális megoldásra törekednünk?

A gyakorlatban általában, egy adott időpontban, nem minden alternatíva ismert, nem minden következményt lehet figyelembe venni, és nem minden preferencia egyértelmű, ezért a valós-világ döntéshozói megelégszenek egy “elég jó” (kielégítő) cselekvéssel a lehetséges legjobb helyett. Ehhez kapcsolódóan Simon két fontos – a mai döntéstámogató rendszerek szempontjából is komoly jelentőséggel bíró - fogalmat vezetett be a *kielégítő megoldást* és az *alkalmazkodó célszintet*.

A tudás és az elemzési lehetőség elkerülhetetlen korlátai arra kényszerítik az embereket, hogy az első lehetőséget válasszák, amelyik elfogadhatóan jó nekik.

A kielégítő megoldás elve azon a feltételezésen alapszik, hogy a szituáción belül rendelkezünk valamilyen minimális célszinttel és az alternatívák közötti keresés ezen szint elérésekor fog megállni. A célszint dinamikus és azt a mindenkori körülményekhez igazítjuk. A kielégítő megoldás jelentős szerepet játszik a heurisztikus módszerekben. Az alternatívák ismeretének hiánya arra készíti a döntéshozót, hogy keresésbe kezdjen; és így a keresés a döntéshozatali folyamat mechanizmusának szerves részévé válik. A heurisztikus modell abban az értelemben racionális, hogy az intuíciónak fordul és elkerüli a mérlegelési költséget, de korlátozottan racionális abban az értelemben, hogy gyakran vezet elfogult választáshoz.

A racionális viselkedés valójában helyzeti maximálást tesz lehetővé, ami azt jelenti, hogy csak adott helyzetben érvényes, mivel minden helyzet egyedi. A szabálykövető viselkedés koncepciója szerint a cselekvők nem egyedi történéseknek, eseményeknek számító különleges helyzetekre válaszolnak, hanem szituációs kategóriákat, „helyzet-típusokat” próbálnak kialakítani, amelyekhez adott szituációban viselkedésüket hasonlítani tudják.

Olyan döntéstámogató rendszerek létrehozására van szükség, amelyek a döntéshozó preferenciáira épülő szabályok megadása alapján támogatják a döntéshozatalt és egyaránt használnak heurisztikus és optimalizáló módszereket. A modellek megoldásában a módszerek

megfelelően kombinálhatók, és a döntéshozó kívánságának megfelelően lehetőség van az első kielégítő megoldás, az optimális megoldás és esetleg az összes lehetséges megoldás előállítására. A heurisztikus megoldások megtalálásában fontos szerep jut a különböző "keresési" módszereknek.

A menedzsment szintjének változásával a döntési problémák egyre strukturálatlanabbakká válnak. A rosszul strukturált problémák általános jellemzői, hogy sokszor a kiindulási állapot sem teljesen tisztázott és a célállapot pedig általában nem tisztázott, valamint a problémater gyakorlatilag korlátlan, az időkorlát pedig nagyon szoros. Az ilyen problémák általában csak heurisztikus módszerekkel kezelhetők. *A döntéstámogató rendszerek a rosszul strukturált problémák megoldásában nyújthatnak igazán segítséget, amikor általában a döntési problémák valamilyen modellezésére van szükség. A döntéshozók a döntéshozatalukat támogató eszközöket, modelleket és technológiákat igényel(het)nek a rosszul strukturált problémák megoldásához, és ezeknek az eszközöknek, modelleknek és technológiáknak olyannak kell lenniük, amelyek biztosítják, hogy a probléma meghatározott időn belül megoldható is legyen.*

A komplex problémák megoldásához szükséges a rendszerszemléletű gondolkodásmód. Ez azt jelenti, hogy sok tényezőt kell egyszerre figyelembe venni és mérlegelni, ami az előzőekben említett emberi elméleti korlátok miatt megfelelő számítógépes segítség nélkül, a mai nagyon komplex világunkban, aligha oldható meg.

A döntéstámogató rendszereknek képesnek lenniük és napjainkban talán ez az egyik legfontosabb szempont, hogy az egyre nagyobb mértékben előforduló strukturálatlan problémák megoldásához is megfelelő támogatást nyújtsanak, és el kell fogadnunk, hogy ehhez megfelelő támogatást csak speciális szoftverek, illetve fejlesztőrendszerek nyújthatnak.

Napjainkban, a pénzügyekben is jelentős változásoknak lehetünk tanúi. A racionalitásnak a pénzügyi döntéshozatalban történő vizsgálata nem választható el a viselkedésalapú pénzügyektől (*behavioral finance*). A viselkedésalapú pénzügy esetében annak felismeréséről van szó, hogy a pénzügyek bizonyos területein komoly szerepe van a pszichológiának, ami lényegében mindig is jelen volt a pénzügyek különböző területein. *A viselkedésalapú pénzügy felfogható olyan alternatív elméletként, amely megkísérli az információfeldolgozás legfontosabb aszimmetriáit azonosítani, amelyek befolyásolják az ember racionális döntéshozatali képességét. A viselkedés-*

alapú pénzügy a klasszikus közgazdaságtan és pénzügy integrálása a pszichológiával és a döntéshozatal tudományával.

A standard pénzügyek racionális cselekvőként modellezik az embereket, míg a viselkedésalapú pénzügyek normál cselekvőként. A racionális viselkedés ebben az esetben rendszerint mint maximáló viselkedés jelenik meg, ami nem idegen a normál viselkedéstől sem, de normál viselkedés esetén a lehető legolcsóbb módot választják annak ellenőrzésére.

A nagyon heterogén világban a teljes racionalitás lehetetlen, mert az a többi ágens tökéletes tudását igényelné. Nyilvánvaló, hogy a heterogenitás bonyolulttá teszi a modellezési lehetőségeket és könnyen analitikus kezelhetetlenséghez vezethet. *A számítógépes megközelítés jobban illeszkedik a heterogén ágens világ vizsgálatához.*

Hogyan nyújthatnak segítséget a számítógépek, a számítógépes ágensek egy heterogén világban?

Az elmúlt közel két évtizedben az ágens kifejezés meghonosodott mind a mesterséges intelligenciában, mind a számítógép-tudományban is. *Azt lehet mondani, hogy igazán intelligens számítógépes rendszert ágensek alkalmazása nélkül nem lehet létrehozni.*

Az ágens képes alkalmazkodni a környezetéhez, képes tanulni cselekedetei hatásából, illetve a környezet változásaiból, és e tudást felhasználva képes változtatni tervein, cselekedetein annak érdekében, hogy azok optimálisak legyenek. Az ágensekhez általában két jelzöt szoktak kapcsolni: **racionális és autonóm**. A *racionális ágens* helyesen cselekszik, ahol a helyes cselekedet mértéke az elvárt siker kifejezése a megfigyelések tükrében, azaz, hogy az ágens milyen mértékben képes a céljait elérni. A tanulás nagymértékben növeli az ágens problémamegoldó képességét, s így az autonómiáját is. Az *autonómia* tehát a beépített tudáshoz kapcsolódik, amelynek a hatása az ágens működésének autonómia fokát határozza meg.

Az ágens a környezetét üzenetek által érzékeli, illetve ezek által tart kapcsolatot más ágensekkel. *Ez az ágens típus nagyon szorosan kapcsolódik a logikai programozáshoz, mert az ágens jellemzőiként leírtak akár magát a logikai programnyelvek fejlettebb implementációit is jellemezhetnék.*

Ágensek létrehozására nagyon jó lehetőséget biztosít a Mozart-Oz programrendszer, amely egy kiváló konkurens programozási nyelv, és a benne implementált "szálakhoz" (thread) kapcsolódó

kezdeményező ütemezés segítségével könnyen kezelhető megoldások létrehozását magas szinten támogatja. A Mozart-Oz koherens keretet biztosít több programozási paradigma egyidejű használatához is (pl: konkurens korlátos logikai programozás).

Az ágens-alapú számítógépes rendszerek egy újonnan kifejlődött területe az ágens alapú számítógépes közgazdaságtanról (ACE²) is, amelynek fő célja megérteni a gazdasági folyamatokban lévő globális szabályszerűség látszólag spontán alakulását. Az ACE egyfajta keveréke az evolúciós közgazdaságtanból, a kognitív tudományból és a számítógép-tudományból származó fogalmaknak és eszközöknek. Az ACE keretrendszer ágensei jellemzően olyan heterogén entitásokat modelleznek, amelyek a környezettel és más ágensekkel való kölcsönhatásaikat belső adatok és viselkedési szabályok alapján határozzák meg (*Trade Network Game*). *A különböző típusú szoftverágensek optimális támogatást nyújthatnak a döntési problémák megoldásának különböző szakaszaiban, mint például, az információk szűrése, az adatkonverziók, a kapcsolattartás a felhasználóval, az adatok tárolása és előkeresése, a probléma elemzés, a speciális megoldás keresési eljárások, a megosztott problémamegoldás, az eredmények ellenőrzése, a feladat monitorozás, a távoli elérések kezelése, a grafikus lehetőségek biztosítása, a fejlődési algoritmusok használata, stb.*

2.2. Döntéstámogató rendszerek

A mai globális gazdaságban nagyon sok esetben a siker a gyors és hatékony információ-szerzésből származik. Egy üzleti vállalkozás piaci értéke nemcsak a fizikai eszközeiből és a pénzügyi tőkéjéből eredeztethető, hanem a tudásalapú tevékenységek által létrehozott immateriális javaiból is. Az elmúlt 20 évben a döntéstámogató rendszerek növekvő népszerűsége tetteket szert a gazdaság és a társadalom különböző területein, és *különösen azokban a helyzetekben bírnak kiemelkedő jelentőséggel, amikor*

- *az információhoz való hozzáférés korlátozott,*
- *az eredmény pontossága kiemelt fontosságú,*
- *szükség van a döntési probléma modellezésére,*
- *kevés idő áll rendelkezésre a döntési változatok kidolgozására,*
- *magas szintű támogatást igényel az alternatívák közötti választás,*

² Agent-based Computational Economics

- *a hagyományos statisztikai és operációkutatási módszerek nem biztosítják a megfelelő eredményt,*
- *a döntési alternatívák kidolgozásában a bizonytalansággal is számolni kell,*
- *a problémamegoldás során minőségi és logikai jellemzőket, összefüggéseket is figyelembe kell venni.*

1. Kérdés: Képesek-e a mai döntéstámogató rendszerek megfelelő támogatás nyújtani a vezetők jobb információellátáshoz, a vállalati tudásszint növeléséhez?

A döntéstámogató rendszerek az üzleti intelligencia rendszerek közé tartoznak, önálló döntéstámogató rendszerként vagy integrált rendszerként működtetve. Az üzleti intelligencia rendszerek alapvető feladata, hogy a vezetőket “döntésképes” információkkal, vállalati tudással lássák el.

Az elmúlt néhány évtized során, hatalmas fejlődésen mentek keresztül a döntéstámogató rendszerek, jelentős mértékben megváltoztak a döntéstámogató rendszerekkel szembeni elvárások is, ami alapvetően az elmúlt 10-15 évben végbement hatalmas információ-technológiai és módszertani változásoknak köszönhető. *Az információ technológia “forradalmi” változásai és a tudásnak a társadalmi fejlődés folyamataiba történő beágyazódása ezen a területen is komoly változásokat indukálnak, amelyből az következik, hogy a döntéstámogató rendszereknek is meg kell felelniük a környezet változásaiból következő kihívásoknak.*

A hagyományos szoftvereszközök már a vezetői információrendszerek megvalósításához sem kínálnak korszerű megoldást, és még inkább így van ez a döntéstámogató rendszereknél. A döntéshozók igényeinek csak a legújabb kutatási eredményeket is felhasználó rendszerek tudnak megfelelni.

A döntéstámogató rendszerek egyre jobban igazodnak a felhasználók igényeihez, azonban még messze nincsenek kihasználva azok a lehetőségek, amelyeket az utóbbi időben, hatalmas mértékben fejlődő információ-technológia biztosít számunkra, beleértve a módszereket, technikákat és a programnyelvek nyújtotta lehetőségeket is.

A döntéstámogató rendszerek tervezőinek fontos tudniuk, hogyan működnek az egyes részek és melyek azok a technológiák és módszerek, amelyek segítségével a legkorszerűbb rendszerek létrehozhatók. Különösen két résszel kell kiemelkedően foglalkozni, a modellbázissal és a felhasználói interfésszel. Az adatbázis kezelésére meglévő adatbázis-kezelő

programot célszerű felhasználni, amelyen keresztül kapcsolódási lehetőség nyílik a vállalat más adatbázisaihoz is. *Célszerű olyan programnyelvet választani, amely megfelelő probléma-megoldó algoritmusokkal és következtető rendszerrel rendelkezik, mert így igen jelentős fejlesztési időt takaríthatunk meg.*

Olyan döntéstámogató rendszereket kell kifejleszteni, amelyek – az előző követelményeknek megfelelően – könnyen megtanulhatók és használhatók. Figyelembe kell venni, hogy a felhasználók nem számítógépes szakemberek, hanem a saját szakterületük specialistái és úgy tekintenek a döntéstámogató rendszerre, mint amely a tevékenységüket, és különösen a döntéshozatali tevékenységüket teszi könnyebbé.

A nem megfelelő kommunikációs interfész jelentős mértékben megnövelheti a menedzsereknek a rendszer használatához szükséges időráfordítását, illetve megnehezítheti a program használatát.

Ma már elengedhetetlen követelmény a döntéstámogató rendszerekkel szemben, hogy megfelelő "intelligenciával" rendelkezzenek, és a rosszul strukturált problémák megoldásához rendelkezésre álljanak a különböző heurisztikus módszerek és technológiák.

Napjainkban már az is alapvető elvárás a döntéstámogató rendszerekkel szemben, hogy megfelelő tudásbázissal is rendelkezzenek, azaz lehetőség legyen, hogy a rendszer a javasolt döntésekhez megfelelő magyarázatot is tudjon fűzni, illetve segítséget tudjon nyújtani az adott szakember/vezető által eléggé nem ismert terület problémáinak a megoldásához. Az ilyen típusú rendszerek akkor hozhatók létre, ha azokba a megfelelő szakértői ismeretek beépítésre kerülnek. Ezen rendszerek létrehozásához jelentős mértékű segítséget adhat a szakértői rendszerek kutatása és fejlesztése területén felhalmozódott, igen jelentős ismeretanyag.

Összességében megállapítható, hogy a döntéstámogató rendszerek hatalmas fejlődésen mentek át és a fejlesztők többnyire beépítették az évek során kifejlesztett újabb és újabb technológiai megoldásokat, de két probléma figyelhető meg. Egyrészt az utóbbi időben, a szélesebb körben használt rendszerek egyre inkább elmaradtak a lehetőségektől. Ez azt jelenti, hogy ma már egyre nagyobb rész kezd tétovázni a rendszerek képessége, és az információtechnológia nyújtotta lehetőségek között. Igaz az is, hogy a legnagyobb rendszerek elég gyors ütemben igyekeznek követni a fejlődést. Másrészt a rendszereket használók szakmai tudása is jelentős mértékben elmarad a szükségéstől. Ez azt jelenti, hogy nem tudják megfelelő mértékben kihasználni a rendszerekben rejlő lehetőségeket.

A mai helyzet az, hogy vannak rendszerek, amelyek már képesek megfelelő (esetenként magas szintű) támogatást nyújtani a vállalkozások irányítói jobb információ ellátásához, de a rendszerek többsége erre nem képes a megfelelő szinten. Ugyanakkor még a jobb rendszerek sem biztosítják megfelelően magas szinten a vállalkozások tudásszintjének a növelésének a támogatását. A kisebb rendszerekben pedig ilyen típusú támogatás meg sem jelenik.

2. Kérdés: Milyen mértékben felelnek meg a rendelkezésre álló pénzügyi döntéstámogató rendszerek az elvárásoknak és a korszerű információtechnológiai és számítástechnikai követelményeknek?

A 80-as évek közepétől a pénzügyi tervezési rendszerek – mint döntéstámogató eszközök – fejlesztése a középpontba került. Ezen rendszerek fejlesztői úgy gondolták, hogy olyan “nyelveket” hoznak létre, amelyek lehetővé teszik a pénzügyi vezetőknek különböző pénzügyi modellek felépítését és megoldását más szoftvereszközök igénybevétele nélkül. Ezeknek a modellezési nyelveknek a táblázatkezelő programokkal szembeni egyik előnye az, hogy *a természetes nyelvhez nagyon hasonló módon lehetett a modellt megfogalmazni, a másik pedig az, hogy elkülönülten kezelték a modellt (a logikát) és az adatokat.*

Napjainkban már sokféle pénzügyi (gazdasági) döntéstámogató rendszerrel találkozhatunk. Ezen döntéstámogató rendszerek fejlődéséhez nagymértékben hozzájárult az is, hogy a mesterséges intelligencia-kutatásokkal foglalkozó műhelyek az elmúlt néhány év alatt jó néhány olyan új eredményt hoztak nyilvánosságra, amelyek jelentős mértékben megnövelték azt az eszközrendszert és módszertárat, amely ezen rendszerek hatékonyságát és problémamegoldó képességét nagymértékben fokozni képesek.

A pénzügyi döntéstámogató rendszerek jól felhasználhatók a különböző menedzsment tevékenységek támogatására, mint például a tervezés, az elemzés és az irányítás. Jól alkalmazhatók a pénzügyek azon területein is, ahol a modellek egyenletek (összefüggések) sorozatával fejezhető ki, mint például a költségvetések, a teljesítmény kimutatások és a pénzügyi előrejelzések készítése, valamint a projektértékelések és az üzleti tervek. A pénzügyi modellezési szoftverek, nyilvántartási (számviteli) rendszerekkel együtt használva nagyon jól felhasználhatók különböző pénzügyi és vezetői jelentések elkészítéséhez.

A pénzügyi döntéstámogató rendszerek előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- *Ugyanazon adatfile felhasználásával számtalan kimutatás készíthető és egy adott kimutatásban több adatfile adatai is felhasználhatók.*

- *A modell összefüggései egy külön file-ban tárolhatók és számításokban felhasználhatók.*
- *A mindennapi nyelvhez közeli modell megfogalmazás megkönnyíti harmadik személyek számára a modell értelmezését, a későbbi módosítást és bizonyos mértékig már dokumentálja is a modellt.*
- *Az adatbevitellel véletlenül sem lehet egyenletet, összefüggést törölni, mert azok elkülönülten kerülnek tárolásra.*
- *A modell szintaktikailag jól ellenőrizhető.*
- *A programok használata gyorsabban megtanulható, mint a táblázatkezelőké, ha ugyanolyan szintű modellt akarunk létrehozni.*
- *Előnyük a nagyobb és összetettebb modelleknél mutatkozik meg igazán.*

A dolgozatban bemutatott pénzügyi döntéstámogató rendszerekről (Encore, IFPS, Visual DSS) az is megállapítható, hogy ezek a mai követelményeknek csak részben vagy egyáltalán nem felelnek meg. Azt nem lehet elvitatni, hogy a fejlődés ezen a területen is nagy mértékű, de a lehetőségekhez képesti elmaradás is jelentős. Ma már sok olyan fejlesztő rendszer létezik, amely sokkal szélesebb körű támogatás biztosítására képes mind a modellezés, mind a megjelenítés területén.

A nagy üzleti intelligencia rendszerek egyre több új technológiát integrálnak, de azok nem elérhetők a kis- és közepes vállalkozások számára.

Az egyre korszerűbb technológiák rendszerekbe történő beépítése nem jelent semmi előnyt, ha a felhasználók nem ismerik és nem képesek kihasználni a bennük rejlő lehetőségeket. Ahhoz, hogy a jelenlegi helyzet jelentős mértékben megváltozzon, változtatni kellene a gazdasági szakemberek képzésén is. A változás nem alapvetően az informatikai területre vonatkozik, mert általában ott van a kisebb probléma, hanem a gazdasági képzésre, ahol el kellene érni, hogy az informatikai eszközök (hardver és szoftver) használata beépüljön a szakmai tárgyakba, vagy legalább kapcsolódjon a tárgyakhoz az információtechnológia használata. Az informatika és az információtechnológia használatának a szakmai intelligencia részévé kell válnia.

2.3. Döntéstámogató rendszerek fejlesztési lehetőségei

*Bill Gates*³ (1999) könyvében arról ír, hogy ma már nagyon széles körben használják a vállalkozások a "digitális technikát", de közülük nagyon sokan nincsenek tisztában a lehetőségeikkel, nem tudják kihasználni az információ-technológiában már meglévő eredményeket. Ennek egyik oka, hogy a fejlesztők sem törekszenek mindig a legkorszerűbb eszközök létrehozására, a másik, hogy a vállalatok sem eléggé felkészültek a meglévő technika felhasználására.

A vállalatirányítási rendszerek hatalmas adattömegeket gyűjtenek össze, de az összegyűjtött adathalmaz csak akkor bír értékkel, ha azt megfelelő információvá alakítjuk át, sőt még inkább, ha megfelelő tudássá. El kell fogadnunk, hogy aki képes az adatokat megfelelő tudássá alakítani az előnyhöz jut a többiekkel szemben.

Olyan számítógépes rendszerekre van szükség, amelyek lehetővé teszik számunkra az adatok gyors információvá alakítását. Ugyanakkor ezeknek a rendszereknek képeseknek kell lenniük arra is, hogy lehetővé tegyék az információ minél gyorsabb feldolgozását, tudássá alakítását. Nem szabad azonban arról sem elfeledkezni, hogy minél sokrétűbb az információ annál több tudásra van szükség a megértéséhez. A szakértelem segítségével lehet az információt tudássá transzformálni. A hatalom az információt kontroll alatt tartóktól átkerül azokhoz, akik a tudást kontrollálják.

Ma még elég nagy rés található a meglévő rendszerek, és az információtechnológia nyújtotta lehetőségek között. Ebben a fejezetben áttekintettem azokat – az alapvetően a mesterséges intelligenciakutatáshoz köthető - legújabb kutatási eredményeket, amelyek lehetőséget biztosítanak intelligens döntéstámogató rendszerek létrehozásához.

1. ***Kérdés: Milyen eszközök állnak rendelkezésünkre, hogy a mai igényeknek jobban megfelelő döntéstámogató rendszereket hozhassunk létre?***

A számítógépek ma már nemcsak a műveletek milliárdjainak nagyon gyors végrehajtására képesek, hanem sokféle "emberi" tevékenységet is képesek pótolni. Ma már elmondhatjuk,

³ Gates, W.H. (1999): Üzlet @ gondolat sebességével. Működik a digitális idegrendszer. Alexandra Kiadó.

hogy a számítógépek bizonyos tevékenységükben sok mindent átvettek az emberi intelligenciából.

A mesterséges intelligenciakutatás eredményei biztosíthatják azt, hogy az igényeknek minél jobban megfelelő döntéstámogató rendszerek jöhessenek létre, és a hangsúly azon van, hogy *a gépi problémamegoldást egyre közelebb hozni az emberi problémamegoldáshoz és az emberek számára olyan segítőeszközt biztosítani, amely még hatékonyabbá teszi a munkájukat és mindezt egyre "intelligensebb" módon megoldani.*

A gazdasági/üzleti életben jelentkező problémák nem rendelkeznek minden részletében tisztázott, fix megoldó mechanizmussal, hanem megoldásukban szerepet kap a próbálkozás és az azt irányító emberi szakértelem és intuíció, *ezért az ilyen típusú döntéstámogató rendszerek fejlesztésénél még inkább szükséges a mesterséges intelligencia kutatások figyelembe vétele, eredményeinek alkalmazása.*

Az intelligens döntési rendszer fejlesztéséhez a mesterséges intelligencia több területét ismerni kell, és a gépi megvalósításhoz célszerű egy-két programnyelvet viszonylag mélyen ismerni, valamint szükség van bizonyos szakmai specialitások megismerésére is.

A mai igényeknek jobban megfelelő döntéstámogató rendszerek létrehozásához a mesterséges intelligencia főbb területei – mint *a logikai mesterséges intelligencia, a keresési eljárások, a mintafelismerés, az ismeretreprezentáció, a következtetés, az általános érzékelési tudás és következtetés, a tapasztalatból történő tanulás, a tervezés, a ismeretelmélet, az ontológia és a heurisztika* – használhatók fel, illetve az ezen területek eredményeire épülő információtechnológiai megoldások, mint *a mesterséges neurális hálók, a genetikai programozás, a fuzzy logika, az üzleti ontológia, az üzleti modellezés (UML) és a korlátos programozás.*

- 2. Kérdés: A rendelkezésre álló eszközök közül melyek azok, amelyek kiemelt szerepet kell, hogy kapjanak a fejlesztésekben?**

Az elmúlt időszak mesterséges intelligencia és informatikai kutatásainak köszönhetően egyre több módszer és technológia áll rendelkezésünkre e probléma megoldására. Ilyen technológiák például a különböző keresési stratégiák, a logikai következtető rendszerek, az ismeretreprezentáció, a tudásbázis építés, a gépi tanulás, a korlátozás kielégítés, a bizonytalanságkezelés, a cselekvési tervek generálása, az ágensek és a hozzájuk kapcsolódó mesterséges neurális hálók és genetikai algoritmusok.

Az előző területek szoftveres megvalósításában nagy segítséget jelenthetnek a mesterséges intelligenciakutatás programnyelvei a *LISP* és a *PROLOG*.

A mesterséges intelligencia kutatások egyik célja olyan tanuló programok létrehozása, amelyek képesek a problémamegoldás elvárásainak is megfelelni. A problémamegoldás lényegében azt jelenti, hogyan jutunk el egy kiindulási állapotból az elvárt célhelyzetbe, azaz annak a folyamatnak a megtervezését és végigvitelét jelenti, amelynek segítségével elérjük a célt. Lényegében ezeket az eredményeket használják fel, illetve kellene felhasználni a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében is.

A különböző keresési eljárások napjainkban már nélkülözhetetlen részét képezik a döntéstámogató rendszereknek is. A magas szintű problémamegoldás keresési eljárások alkalmazása nélkül szinte elképzelhetetlen.

A keresési eljárások alkalmazásának az utóbbi időben egy új és egyre szélesebb körben használt területe a korlátos kielégítési problémák (*constraint satisfaction problem – CSP*) megoldása. Az ilyen típusú problémák megoldása keresési eljárások alkalmazása nélkül sokkal kisebb hatékonysággal lenne megvalósítható, különösen igaz ez az összetettebb feladatok esetében.

A neurális hálók minták alapján történő tanulással oldják meg a problémákat. A tanulási algoritmus lényege a tanulási szabály, amely megadja, hogyan cserélődjenek a kapcsolódási súlyok. A neurális hálók kapcsolódnak a vállalati pénzügyekhez is, és az egyik ilyen terület a csődelőrejelzés. Az 1990-es évek közepétől találkozhatunk a mesterséges neurális hálók csődelőrejelzési alkalmazásával. A szakirodalomból megállapítható, hogy a neurális hálókkal legalább olyan jó, de esetenként jobb eredményt tudtak elérni, mint a hagyományosan használt diszkriminancia analízissel. *A neurális hálók felhasználásával több célnak is jobban megfelelő, hatékonyabban működő döntéstámogató rendszerek hozhatók létre. Ennek a módszernek, a logikai, illetve korlátos logikai programozással történő kombinálása további lehetőséget biztosít a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében.*

A keresési eljárások másik speciális formája a genetikai algoritmus, amely *heurisztikus keresési eljárás optimalizációs problémák megoldására, ami az evolúciós elmélet azon az elvén alapszik, hogy a magasabb képességekkel rendelkező egyedek nagyobb valószínűséggel fogják elérni a következő generációt.* A genetikai algoritmus egy populáció-alapú modell, amely kiválasztó és újraegyesítő operátorokat használ a keresési helyen új mintapontok létrehozása érdekében, és egy általános problémamegoldó eljárásnak tekinthető, amelynek két

problémfüggő fő része van, a probléma kódolása (bináris, fa, érték) és a kiértékelő-függvény.

A genetikai algoritmus használatára tanuló, és ez által önmagukat fejlesztő rendszerek létrehozásakor is szükség van. Ezt a módszert használják olyan szimulációs programok, illetve vállalati döntési játékok elkészítésekor, amikor a "tevékenységeket végzők" tanulnak előző tevékenységeikből és minden fázisban magasabb ismeretekkel rendelkező új generációk jönnek létre. *A döntéstámogató rendszerek vonatkozásában a genetikai algoritmus mind speciális optimalizációs eljárásként, mind fejlődési algoritmusként számításba jön.*

A hagyományos Boole-féle logika kiterjesztése a fuzzy logika. A fuzzy logikán alapuló rendszerek megengedik, hogy az igazság fokáról beszéljünk, azaz egy tény lehet bizonyos mértékig igaz vagy bizonyos mértékig hamis. A fuzzy halmazelmélet olyan adatosztályokat vagy -csoportokat hoz létre, amelynek a határai nem élesen definiáltak. Bármely nem élesen elhatárolt definíciókat alkalmazó módszer vagy elmélet fuzziifikálható, azaz az elvek általánosításával előállítható egy "elhomályosított" határokkal rendelkező fuzzy halmaz. *A fuzzy halmazok előállításával és a fuzzy technika alkalmazásával lehetőségünk nyílik jobbat tenni a valós világ problémáinak megoldását, amelyek elkerülhetetlenül együtt járnak a pontatlanság bizonyos fokával.* A fuzzy logikának fontos szerepe lehet a döntéstámogató és a szakértői rendszerekben is.

Az ontológia a megosztott fogalomalkotás formális és explicit leírása olyan formában, hogy számítógéppel feldolgozható legyen. Az ontológia alkalmazásának egyik legfontosabb oka az, hogy a vállalatnál a fogalmakat egyértelműen használjuk, a fogalmak közötti kapcsolatok egyértelműen kerüljenek meghatározásra, és végső soron mindenki számára egyformán értelmezhető vállalati modell jöjjön létre. Ha a rendszer még arra is képes, hogy a fogalmakból és kapcsolatrendszeréből működtethető vállalati modellt is létrehozzon, akkor komoly segítséget jelenthet a vállalat vezetői számára.

Az ontológiák döntő fontosságuk az ágensek tudásszintű együttműködésének lehetővé tételében is, mert az ágensek közötti hatékony együttműködés csak akkor jöhet létre, ha a kommunikációjukban használt "szótár" közös interpretációját képesek egymás között megosztani. Napjainkban egyre több és több vállalat osztja meg és menedzseli a tudást az értékteremtő stratégiája keretében. Ezek a vállalatok az intellektuális tőke formalizációjára használhatják fel az ontológiát, ami központi kérdés lehet a vállalatok belső és külső kommunikációjában egyaránt.

A vállalati modellezés egy speciális támogató technikája az UML, amely az objektum orientált technikára épülő grafikus nyelv, amelyben a rendszerfogalmak vizuálisan, mint ikonok jelennek meg. Az UML, mint egy standardizált jelölési rendszer, felhasználható objektum orientált üzleti folyamatok és szoftverek modellezésére és dokumentálására is. Egy egyszerű standard modellezési nyelv elfogadása sok előnyt biztosít a fejlesztőknek: leegyszerűsíti a kommunikációt a fejlesztők között, a széleskörű felhasználói bázis lehetővé teszi kifinomult fejlesztői eszközök létrehozását, valamint leegyszerűsödik a rendszer megismerése is. Ma már több UML fejlesztői rendszer létezik, mint például a Poseidon, az Enterprise Architect, az Objecteering, az ArgoUML, a Rational Rose és a Visual Paradigm. Az UML jelentős mértékben csökkenti az oktatás és a módosítás költségeit; lehetőséget biztosít az eszközök, a folyamatok és a területek újfajta integrációjára; és talán a legfontosabb dolog, hogy a fejlesztők számára lehetővé teszi, a gazdasági értékre koncentráljanak, megadva egy paradigmát, amelyen keresztül elérhetik azt.

A gyakorlati jelentőséggel bíró problémák többsége tevékenységekhez kapcsolódó következtetési probléma, amelyek megadható a kiindulási és a befejezési állapottal, valamint a lehetséges tevékenységek és a korlátok halmazával. A problémamegoldó feladata megkeresni a megengedett tevékenységek legjobb sorrendjét, amely képes átranzformálni a kiinduló állapotot a végállapotba. Ez úgy is felfogható, hogy amikor a rendszer olyan valaminek a megtételét igényli, amiről még nem tudjuk, hogyan kellene megtenni, nincsen más megoldás, mint következtetni. Ez azt jelenti, hogy meglévő ismereteink alapján meghatározzuk, hogy “mit kell tudnunk”.

A következtető módszerek alkalmazása az elmúlt évtizedben hatalmas mértékben fejlődött és a tendenciákat figyelembe véve további rohamos fejlődésük várható, és jelentőségük az intelligens döntéstámogató rendszerek fejlesztése szempontjából megkérdőjelezhetetlen. A valós világ állapotainak leírásakor általában deklaratív mondatokat használunk, és a következtetés általános szabályai felhasználásával új konklúziókat állapítunk meg. Ehhez szükségünk van egy olyan nyelvre is, amelynek segítségével le tudjuk írni mind a tudást, mind a szabályokat, azaz a tudást és feldolgozását a számítógéppel követhető módon tudjuk megadni. Ha létezik egy szintaktikailag és szemantikailag megfelelően definiált nyelv, akkor hozzárendelhető egy megfelelő következtetési mechanizmus, amely képes a tudásnak a szabályok szerinti feldolgozására.

A tudásreprezentáció létrehozásának egyik legfontosabb módja egy szintaktikailag és szemantikailag jól definiált komplex logika felhasználása, amely igazságkereső következtető rendszerrel van összekapcsolva, amelynek tartalmaznia kell valamilyen keresési eljárást is.

3. **Kérdés: Hozhatunk-e létre intelligens döntéstámogató rendszereket?**

A szakirodalom tanulmányozása során szerzett ismereteket talán úgy lehetne általánosan összefoglalni, hogy *a mesterséges intelligencia, mint önálló diszciplína, olyan komplex információfeldolgozási problémák tanulmányozásával foglalkozik, amelyeknek a gyökerei a biológiai információfeldolgozásban találhatók és megpróbál olyan módszereket, technikákat kidolgozni, amelyek segítségével a gépi információfeldolgozás egyre közelebb hozható a biológiai információfeldolgozáshoz, és a kidolgozott módszerek, technikák felhasználásával az emberi tevékenységek minél szélesebb körű, hatékony, gyors és intelligens gépi támogatását segíti elő adott cél(ok) racionális elérése érdekében, általában olyan területeken, ahol a megoldási algoritmus 'a priori' nem ismert.*

Klein és Methlie⁴ felveti, hogy a mesterséges intelligencia megoldásokhoz speciális jellemzőkkel rendelkező fejlesztőeszközöket/programnyelveket kellene használni és megadják azokat a területeket is, amelyek az ilyen típusú rendszerek részét kell képezniük. Ezek közül a következtetésnek és logikának, a heurisztikus keresésnek és a tudásmodellezésnek a döntéstámogató rendszereknek is részét kell képezniük. Azt is látnunk kell, hogy a LISP és a PROLOG programnyelven történő fejlesztések - a nyelvek alaptermészetéből következően - mindhárom területhez kapcsolódóan jelentős előnnyel rendelkeznek.

Az intelligencia ebben az esetben azt jelenti, hogy a rendszer támogatást nyújt vezetőknek, a szervezetek folyamatos alkalmazkodásának biztosításához és a szükséges viselkedési mintáik egyesítéséhez. Más megközelítésben, *az intelligencia – mint ahogyan az már korábban is megállapításra került - a gyakorlati problémamegoldást jelenti. Tehát az intelligens döntéstámogató rendszereknek a vezetők gyakorlati problémamegoldását kell a lehető legmagasabb szinten támogatniuk.*

Ma a gazdasági életben olyan rendszert nevezhetünk intelligens rendszernek, amely megfelelő tudásreprezentációt biztosít, képes a természetes nyelvfeldolgozásra, az automatikus következtetésre, a tanulásra és a felhasználóbarát kommunikációra, és a céljához a kalkulatív racionalitás és a korlátozott optimalitás segítségével jut el.

⁴ Klein, M.-Methlie, L.B. (1990): Expert Systems. A Decision Support Approach With Applications in Management and Finance. Addison-Wesley Publishing Co.

Az intelligencia nem más, mint célok elérésének képessége, és amelyik rendszer gyorsabban és könnyebben képes a céljait elérni, az intelligensebb. Ez utóbbi az intelligencia növelése érdekében magában foglalja a tanulás képességét is. Minden intelligens rendszernek rendelkeznie kell valamilyen fő céllal és a más intelligens rendszerekkel való kapcsolattartás érdekében megfelelő kommunikációs rendszerrel is. Ebből következően azt is mondhatjuk, hogy *az intelligencia adekvát válaszadási képesség a rendszert érő "ingerekre".*

4. Kérdés: Milyen típusú és jellemzőkkel rendelkező döntéstámogató rendszerre van ma, illetve még inkább lesz a jövőben szükségük a vállalkozásoknak?

A mai modern szervezeteknek meg kell találniuk a magas szintű egyensúlyt a gazdaság dinamikája, komplexitása és az igényelt pontosság között. Ennek a követelménynek a vállalatok csak akkor tudnak megfelelni, ha rendelkeznek olyan döntéstámogató rendszerekkel, amelyek képesek a komplex problémák gyors és dinamikus kezelésére, és a rendszer által előállított eredmények gyorsan felhasználhatók a vállalat működtetéséhez. Csak a napjaink technológiai lehetőségeit magas szinten kihasználó szervezetek, vállalkozások számíthatnak sikerre a mindinkább erősödő világméretű versenyben.

Ma már egyre nagyobb körben kerül elfogadásra a gazdasági szakemberek között is, hogy a szervezeti struktúrába megfelelően implementált döntéstámogató rendszerek jelentős mértékben képesek növelni a szervezetük döntéshozatali képességét.

A döntéstámogató rendszerek fejlesztése során nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy ezen rendszerek fejlesztése nagyon komoly szakértelmet igényel a döntéselemzés, a számítógépes programozás és a felhasználói interfész tervezése területén, nem feledkezve meg az adott szakma igényeiről sem. Lehetséges teljesen általános célú döntéstámogató rendszerek fejlesztése is, de ezek csak abban az esetben válhatnak egy adott szervezet szempontjából magas szinten hatékonyá, ha lehetőség van a rendszer szakterület specifikussá tételére (döntéstámogató rendszergenerátorok/shell-ek). Ha ez nem oldható meg, akkor a rendszer nem tud megfelelő támogatást nyújtani, és viszonylag sok munka hárul a rendszert alkalmazó szakemberekre. Az általános rendszerek mellett szólhat, hogy ha csak egy, de viszonylag széleskörű funkcionalitással rendelkező általános rendszert kell kifejleszteni, az rövidebb ideig tarthat és olcsóbb is lehet, illetve sokkal több funkciót is tartalmazhat. Ebben az esetben az a kérdés, hogy milyen pótlólagos ráfordítással lehet belőle speciális döntéstámogató rendszert létrehozni.

Mint minden számítógépes rendszernél nagyon fontos kiemelni a felhasználói interfész megfelelő megtervezésének kérdését, mert a felhasználók ezen keresztül "találkoznak" a működtetett rendszerrel. Nagyon vigyázni kell arra, hogy a felhasználói felület és annak használata ne legyen túl bonyolult, mert esetleg túl sok időt kell fordítani a megtanulására, de minden a rendszer működése szempontjából fontos tevékenységhez magas szintű támogatást nyújtson.

Nagyon fontos kiemelni, hogy olyan döntéstámogató rendszerekre van szükség, amelyek többféle és viszonylag egyszerűen megoldható módon biztosítják a más vállalati rendszerekkel történő összekapcsolhatóságot, de legalább az adatbáziskezelő rendszereken keresztül történő kapcsolattartást mindenképpen tartalmazzák. Ehhez kapcsolódóan különösen kiemelendő az internettel való különböző formájú kapcsolat kialakítási lehetőség.

A következőkben foglalhatók össze azok, ami egy döntéstámogató rendszertől napjainkban elvárható:

- *modellezési paradigma* - speciális módszerek döntési problémák megoldására,
- *tudás, modell és adat definiálási lehetőségek* - az adott terület fogalmainak és jellemzőinek leírása, modellvázak definiálása és a szükséges adatok hozzárendelése,
- *modell és adat menedzselési lehetőségek* - megfelelő funkciók biztosítása a modellek karbantartására, tárolására, visszatöltésére és működtetésére, valamint az adatok megadására és kezelésére,
- *adatbáziskezelő rendszerekhez való kapcsolódási lehetőségek* - a döntéstámogató rendszereknek szükségük lehet, a vizsgált terület más rendszerek által összegyűjtött adataira; ezért lehetőséget kell biztosítani, hogy megfelelő paraméterezés után a leggyakrabban használt adatbáziskezelők által tárolt adatok elérhetőek legyenek,
- *elemzési és vizuális megjelenítési módszerek* - az eredmény és az eredményt befolyásoló kontrollálható (beleértve a döntési változókat és a felhasználói preferenciákat is) és/vagy nem kontrollálható változók közötti kapcsolatok feltárása,
- *felhasználói interfész* - a rendszer és a felhasználó közötti kapcsolat felhasználóbarát megoldása, amelyen keresztül intelligens módon biztosítva van a modell és adatkezelés, valamint az eredménymegjelenítés, beleértve a megfelelő prezentációs lehetőségeket is,
- *modell és adat továbbítási lehetőségek* - külső programokkal és felhasználókkal történő kommunikációs lehetőségek, beleértve a "távolsági elérési" lehetőségeket is.

A döntési modellek használata során sok esetben szükség a numerikus számítások mellett logikai összefüggések leírására is, ezért a döntéstámogató rendszergenerátorok fejlesztésében előtérbe kerülnek a logikai programozási lehetőségek. Az így létrejövő fejlesztőrendszerek jól támogathatják a létrehozott modellek feldolgozását, valamint az alaprendszerbe történő beépülését (adat és programutasítás egyforma kezelése). Az alaprendszerbe kvázi eljárásként beépülő modellek gyorsabban végrehajthatók, könnyebben hozhatók létre belőlük komplex rendszerek. Logikai programozás alkalmazása esetén, a modellezés során szükségessé váló "eljárások" elkészültük, kipróbálásuk után azonnal rendszer részévé tehetők, abba beépíthetők. Ezután ugyanúgy használhatók, mintha beépített predikátumok lennének.

A döntéstámogató rendszereknek támogatniuk kell a különböző elemzési lehetőségeket is, ezért rendelkezniük kell magas szintű statisztikai és operációkutatási módszertani támogatással is. Ilyen lehetőségeket biztosíthat a Ch programnyelvnek a rendszerbe építése vagy az R nyelv használata. A hagyományos optimalizációs eljárásokat egyre inkább fel fogják váltani a korlátos logikai programozási alkalmazások. Bizonyos statisztikai számításokat pedig a mesterséges neurális hálók alkalmazásával lehet kiváltani.

Lényeges elvárás lehet a jövő döntéstámogató rendszereivel szemben, hogy képesek legyenek a rendszerben tárolt tudást is felhasználni a döntések előkészítésében, valamint az előző döntésekből tanulni. Ez azt jelenti, hogy a döntéstámogató rendszereket fel kell készíteni a tudás feldolgozására, illetve az általuk közölt tudás megfelelő tárolására is. Ehhez szükséges lehet valamilyen tudásleíró nyelvnek a programba történő beépítése. Ezen kívül a tanulás biztosításához a rendszereknek valamilyen fejlődési algoritmussal is rendelkezniük kell.

5. Kérdés: Jelent-e valamilyen előnyt a logikai programozás felhasználása a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében?

Az elsőrendű logika lehetővé teszi, hogy viszonylag komplex ismereteket adhassunk meg a világról, és ezekből olyan módon hozhassunk létre új ismereteket, hogyha a kezdeti ismeret igaz, akkor a konklúzió is igaz legyen. Az ún. elsőrendű állítás logika (first order predicate logic) képezi az alapját a logikai programozásnak is.

A mai világ követelményeinek megfelelő döntéstámogató rendszer csak a mesterséges intelligencia legújabb kutatási eredményeinek a felhasználásával készíthető. *Ezen rendszereknek*

*Kowalski⁵ azon megállapításán kellene alapulniuk, hogy az „algorithmus = logika + kontroll”, ahol a logika azt jelenti, amit el akarunk érni, míg a kontroll azt, ahogy az a számítógép szintjén megvalósul. Ezt a megközelítést legjobban a deklaratív programozás támogatja. A deklaratív programnyelvek közül két nagy “programnyelv-család” felhasználása figyelhető meg: a funkcionális és a logikai programozás. A deklaratív feldolgozás azt jelenti, hogy nem azzal kell foglalkoznunk, hogyan érjük el a célunkat, hanem azt kell meghatározni, hogy mit akarunk elérni. A **deklaratív programnyelvek magas szintű programnyelvek, amelyekben csak azt kell leírni, hogy mit akarunk meghatározni (kiszámítani) és nem szükséges megadni, hogyan akarjuk meghatározni (kiszámítani).** A deklaratív programozás biztosítja a nagyon összetett rendszerek kézbentartását.*

A dolgozatban a deklaratív programozás egyik ágával, a logikai programozással foglalkoztam részletesen. A logikai programozás a program bemeneteit logikai állításokként kezeli, a következmények meghatározását pedig logikai következtetési folyamatként. A logikai programozás alapelve, hogy a számítógépet deklaratív kijelentésekből (logikai kifejezések véges halmazából) konklúziók levonására használja fel.

A logikai programnyelvekben a program- és adatstruktúrák azonos szerkezetűek, ami azt is jelenti, hogy a program képes akár önmagát is módosítani. Tehát a logikát egy programnyelv alapjaként használni azt is jelenti, hogy egy uniformizált nyelvet használhatunk a programok, a specifikációk, az adatbázisok és a keresések kifejezésére.

Tapasztalataim alapján a logikai programozás egymástól nagyon különböző problémák megoldásában nyújthat segítséget, amelyek egyaránt lehetnek algoritmikus és keresési problémák. Vannak olyan algoritmikus problémák, amelyek logikai specifikációja könnyebben megoldható, és ilyen esetekben jól alkalmazható a “determinisztikus” logikai programozás.

A logikai programozás jellegzetességeinek szinte mindegyike nagyon jól felhasználható a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében is. A “változóknak” történő egyszeri értékadási lehetőség, mint modelljellemzők megadása sok szempontból előnyösebb lehet, mint a procedurális programozás értékadási mechanizmusa. A modell verbális (összefüggésszerű) leírásának feldolgozását jelentős mértékben támogatja az egyesítési eljárás előnyeit is kihasználó string- és listakezelési mechanizmus. A program és adat ugyanazon módon történő kezelése támogatja a modellépités során megadott összefüggéseknek a programba

⁵ Kowalski, R.A. (1979/b): Logic for Problem Solving. North-Holland, New-York.

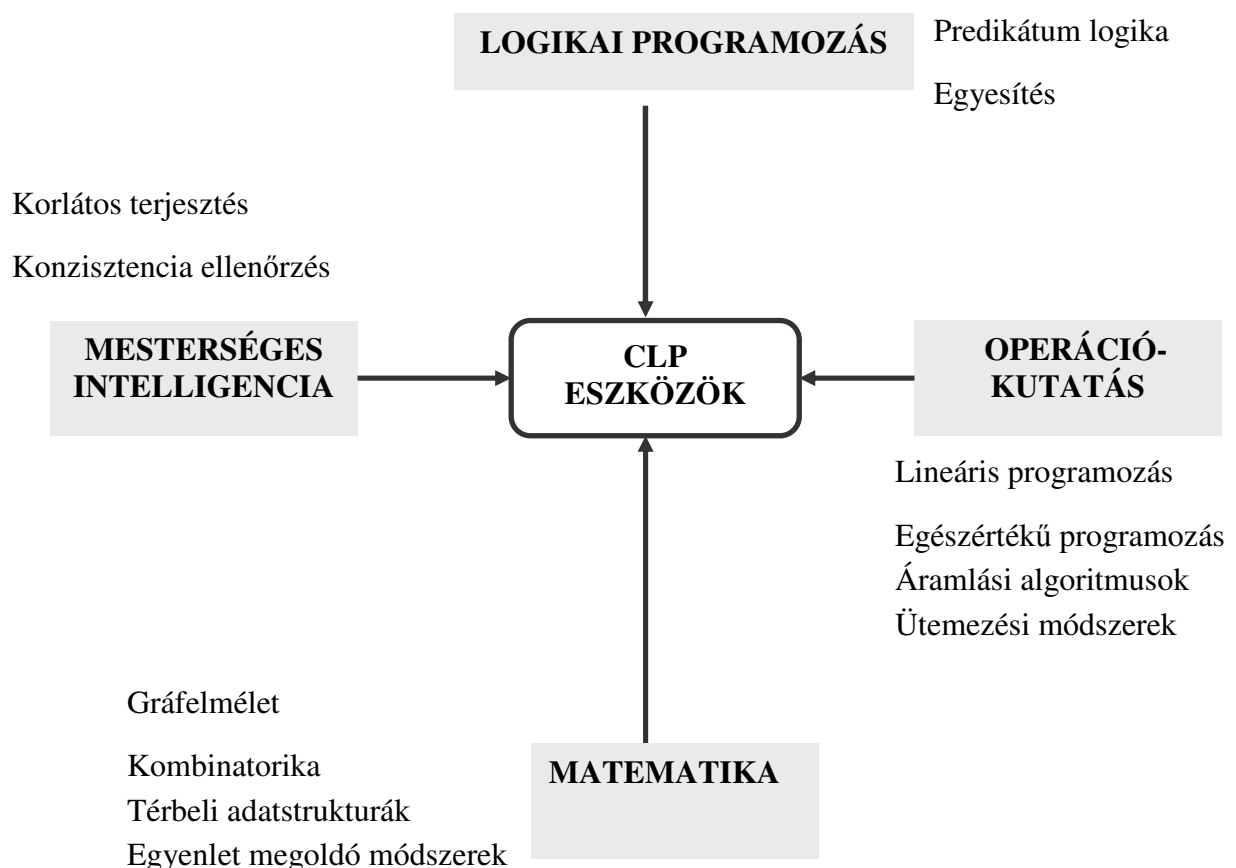
történő futásidejű beépítését. A beépített automatikus következtetési és a keresési mechanizmusok lehetővé teszik a beépülő új elemek akár azonnali végrehajtását és az eredmények megkeresését is. Végül, ki kell emelni a logikai programozás alapvető jellemzőjét, hogy a program szabályok, állítások és tények sorozatából áll, ami lényegében a döntéstámogató modellek alapvető jellemzője is.

A logikai programozáshoz tartozó, napjainkban jelentős mértékben térhódító és megfelelően kidolgozott, programnyelve a Prolog. Az elmúlt 10 évben a PROLOG programozási nyelv megszakította a LISP korábbi egyeduralmát és egyre inkább elkezdett a mesterséges intelligencia preferált programnyelvévé válni. A közelmúltban sok energiát fektettek a különböző logikai programozási programnyelvi implementációk hatékonyságának, gyorsaságának és képességeinek a növelésébe, ezért napjainkban nagyon sok Prolog, illetve Prolog-alapú fejlesztőrendszer létezik, mint például az LPA Prolog, a Visual Prolog, a Quintus Prolog, a Strawberry Prolog, az AMZI Prolog, a Prolog IV, az IF/Prolog, a GNU-Prolog, a Ciao Prolog, a SWI Prolog, a SICStus Prolog, az ECLⁱPS^e, stb.

A dolgozatban összehasonlítottam főbb Prolog programnyelvi implementációkat, amelynek az eredménye, hogy a *modellezési lehetőségek és a más programokkal történő kommunikáció szempontjából két logikai programnyelv érdemel kiemelkedő figyelmet, a Ciao és az Eclipse. Az ágens-programozás szempontjából pedig fontos programnyelvnek tekinthető a Mozart-Oz.*

A modellezési szempontból nagyon fontos területnek tartom a korlátos logikai programozást. A korlátok az emberi tevékenység legtöbb területén megtalálhatók, amelyek lényegében a fizikai világtól való függőséget és annak matematikai absztrakcióját jelenítik meg. A korlát egyszerű logikai összefüggés különböző ismeretlenek/változók között, magába foglalva egy adott tartomány (intervallum) értéket. Ebből következően a korlát megszabja azokat a lehetséges értékeket, amelyeket a változók felvehetnek. A korlátok különbözőek lehetnek és így a változók különböző típusait foghatják át. A korlátok fontos tulajdonsága a deklaratív viselkedés, ami azt jelenti, hogy anélkül határozzák meg az összefüggést, hogy meghatároznák a számítási eljárást, amely kikényszeríti az összefüggést.

A korlátos logikai programozás (*constraint logic programming - CLP*) nem más, mint a mesterséges intelligencia kutatások eredményei és újonnan kifejlesztett számítógépes programozási nyelvek (logikai programnyelvek) kombinálása útján létrejött számítógépes technika. A korlátos logikai programozás jelentős szoftver-technológia nagyméretű, alapvetően kombinatorikus problémák deklaratív leírására és hatékony megoldására, különösen a tervezés és az ütemezés területén. (1. ábra)



1. ábra

A korlátos programozás technikái

[Beldiceanu et al., 1997, p. 4.]

A korlát tehát egy kifejezés, amely korlátozza a változó halmaz értékét, azaz a korlát a változók közötti feltételek kifejezése anélkül, hogy magában foglalná a kiértékelés bármely irányát. Azt is mondhatjuk, hogy a korlátok előredefiniált értékek halmazára vonatkozó előredefiniált relációk. A korlátos logikai programozás két deklaratív programozási paradigmát kombinál: a logikai programozást és a korlátos problémamegoldást, amely segít abban, hogy kifejezőbb és rugalmasabb, esetenként hatékonyabb programot készíthessünk. A hatékony korlátos problémamegoldás, memóriamenedzsment és fordítási technika következtében a korlátos logikai programozás sokkal hatékonyabb lehet, mint a procedurális nyelveken írt programok.

A korlátos logikai programozás alapját különböző keresési technikák alkalmazásai adják, amelyek egyesítik magukban a matematika, az operációkutatás és a mesterséges intelligencia különböző módszereit és előnyeit, ezáltal biztosítva gyors programfejlesztést és hatékony programvégrehajtást. Ezen technikák magas szintű integrációja lehetővé teszi, hogy a programozó a programot könnyen hozzá tudja igazítani a változó követelményekhez és a probléma legjobb megoldására koncentrálhasson. A gyors programfejlesztés és módosítás által lehetővé válik, hogy a problémamegoldás legjobb útját választhassuk ki. A módszer segítségével nagyon összetett problémákat is kezelni tudunk, anélkül, hogy azok menedzselhetlenné válnának.

A korlátos programozásnak két ágát különböztethetjük meg, a korlátos kielégítést (*constraint satisfaction*) és a korlátos megoldást (*constraint solving*). Mindkettő ugyanazon a terminológián osztozik, de az eredetük és a megoldási technológiájuk különböző. A korlátos kielégítési probléma (CSP) változók olyan halmazaként definiálható, amelyek mindegyikének van egy ismert tartománya és létezik a változók mindegyikére vagy egy részére vonatkozó korláthalmaz. A CSP diszkrét keresési és optimalizációs problémákkal foglalkozik, vagyis a problémamodell döntési változói egész számokat reprezentálnak.

A korlátos megoldás (*constraint solving*) többnyire végtelen és nagyon komplex tartományokon definiált problémákkal foglalkozik, és a kombinatorikus módszerek mellett megjelennek más matematikai eljárások is. A korlátos megoldásoknak viszonylag magas szinten kifejlesztett megoldásával találkozhatunk az Eclipse programozási rendszerben, ahol vegyesen használhatók az egész típusú véges tartományok a lebegő pontos végtelen tartományokkal (*ic : Hybrid Finite Domain - Real Number Interval Constraint Solver*). Az *ic* lehetővé teszi, hogy a kéttípusú változók együtt szerepeljenek a korlátokban.

A dolgozatban bemutatott példák is bizonyítják, hogy a korlátos programozási rendszereknek komoly szerepük lehet a gazdasági modellezésben. A jövőben kialakítandó döntéstámogató rendszerek fejlesztőinek feladata lehet, hogy létrehozzák azokat a keretrendszereket, amelyek biztosítják a modellépítés magas szintű támogatását. A korlátos programozásnak, jellegéből következően fontos szerepe lehet az interaktív problémamegoldásban.

A korlátos programozás sokkal rugalmasabb modellezési keretet biztosít, mint a matematikai programozás. A korlátos programozás nemcsak tömörebb modellek létrehozását biztosítja, hanem lehetővé teszi a problémastruktúra feltárását és a keresés vezérlését is. A módszer a keresés meggyorsítása érdekében olyan logikai alapú módszerekre támaszkodik, mint a tér (intervallum) redukció és a korlátos propagálás (terjesztés). Ezzel szemben a matematikai

programozás a nagymértékben strukturált problémák, úgymint a lineáris programozási vagy az illeszkedési problémák, számára biztosít több sajátos módszert. A vegyes-egészértékű programozás és véges intervallumú programozás (CLP) integrálása nagymértékben megnöveli az így létrehozott rendszer teljesítményét. Napjainkra a rendszerek egy részénél a vegyes-egészértékű programozás már fontos részévé vált a korlátos programozásnak.

Az összes általam ismert Prolog implementációt figyelembe véve, SICStus Prologgal is összevetve, az egyik legmagasabb színvonalú modellezési lehetőséggel rendelkező fejlesztői eszköznek tartom az **Eclipse**^e (5.8 verzió) korlátos logikai programnyelvet. Az Eclipse programozási környezeti megvalósítását tekintve az Edinburgh-féle standard Prolog hatékony implementációjának tekinthető. *Az Eclipse több mint a korlátos logikai programozás egyik implementációja, mert támogatja a matematikai és a sztochasztikus programozási technikákat is. Az Eclipse alapvető előnye, hogy lehetővé teszi a programozónak, hogy a konkrét alkalmazásnak leginkább megfelelő algoritmusok kombinációját használja, ami azt jelenti, hogy a rendszer támogatja a módszerek keverését is.*

Az Eclipse nyelvet arra hozták létre, hogy bonyolult “kombinatorikus” gazdasági problémákat is képes legyen megoldani a tervezés, az ütemezés és az erőforrás elosztást területén. A rendszer lényegében egy semleges koncepcionális modellezési nyelvet ajánl problémák világos és egyszerű leírására. A koncepcionális modellre alapozva már egyszerű alternatív modelleket létrehozni és Eclipse-ben kifejezni. A modell megtervezése lényegében egy futtatható program létrehozását jelenti, amely a végrehajtása során algoritmusok speciális kombinációját fogja működtetni. Az algoritmusok különböző típusai technikailag két aspektussal rendelkeznek: korlátkezelés és keresés.

Az Eclipse lehetővé teszi, hogy a problémákat egyszerűen és természetesen modellezzük, és a létrehozott modellt hatékonyan megoldjuk. *A modellezés és a megoldás elkülönülése az Eclipse-ben, a tiszta logikai Eclipse programnak, mint koncepcionális programnak a tervezési modelltől, mint a koncepcionális modellből a megfelelő kontroll hozzáadásával létrehozott Eclipse programtól való megkülönböztetése által kerül támogatásra. Ez olyan követelmény kombináció, amit elég nehéz teljesíteni, ha egy teljesen általános modellezési nyelvre van szükségünk, ami bármilyen alkalmazáshoz megfelelően felhasználható, ezért az Eclipse alkalmas döntéstámogató alkalmazások létrehozására is.*

A széleskörű elvárásoknak megfelelő rendszer csak több programozási nyelv (fejlesztői környezet) felhasználásával, összekapcsolásával hozható létre. A rendszerelképzelés megfogal-

mazása során egyértelmű volt, hogy a korlátos programozás nem maradhat ki a létrehozandó rendszerből, ezért egyik komponensnek az Eclipse-t választottam. A korábbi példákból is következően az Eclipse képes biztosítani szinte minden olyan lehetőséget, amely a gazdasági/pénzügyi modellezéshez elengedhetetlenül szükséges lehet.

Az elmúlt években megismerkedve a Mozart-Oz rendszerrel, úgy gondolom, hogy ez a rendszer a modellezésben olyan lehetőségeket nyújthat, amelyek szintén nem hagyhatók figyelmen kívül és jól kiegészíthetik az Eclipse által nyújtott lehetőségeket. Jelenleg a Mozart-Oz rendszert, mintegy előfeldolgozó rendszert használom fel, kihasználva a rendszer mindenirányú lehetőségét.

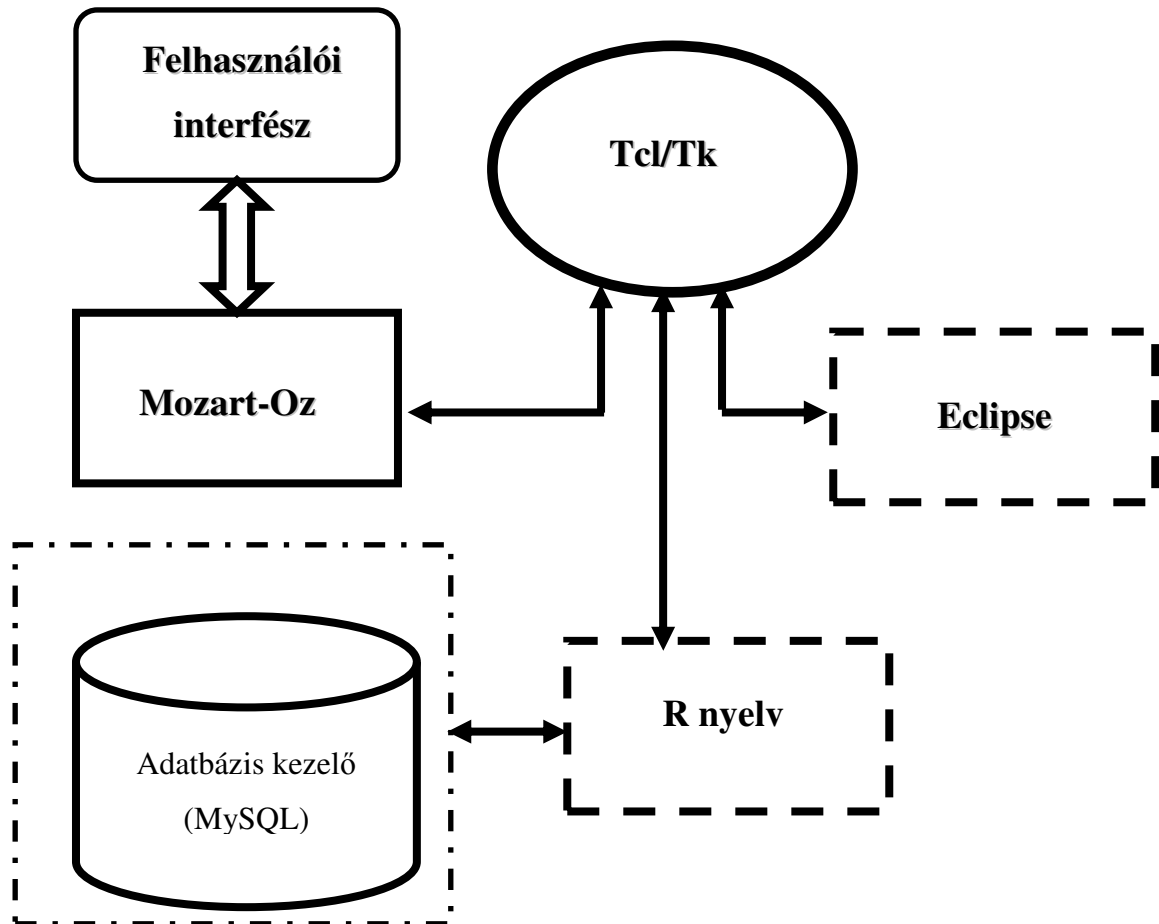
Mivel mindkét rendszer grafikus felületét, felhasználói interfészét a Tcl/Tk programnyelv biztosítja, ezért a két nyelv összekapcsolása rajta keresztül jól megoldható. Ezen kívül a Tcl/Tk-hoz rendelkezésre állnak olyan eljárások (pl.: BLT-könyvtár), amelyek további grafikus lehetőséget biztosítanak a felhasználói interfész számára. A Tcl/Tk a Mozart-Oz programnyelvből közvetlenül elérhető, ebből következően az Eclipse Tcl/Tk programból történő kicsit körülményesebben elérése is leegyszerűsíthető. Ez azt jelenti, hogy az Eclipse is a Mozart-Oz nyelvből vezérelhető. (2. ábra)

A 2. ábrán bemutatott rendszerben az Eclipse számára összeállított modelleket lehet kezelni. Az elkészített modellek formailag megfelelnek a korábban leírtaknak, azaz létezik egy természetes nyelv felhasználásával összeállított logikai modell, amit át kell alakítani az Eclipse által feldolgozható formába.

Úgy gondolom, hogy a logikai programnyelv felhasználása további felhasználási lehetőségeket is megteremt. Ilyen lehet például új műveleti operátorok (utólagos) gyors létrehozása és a rendszerbe történő beépítése/beépülése. Hasonló a helyzet új függvények létrehozásával kapcsolatosan, amelyek operátor definíciós utasítás segítségével utólag szintén a rendszer részévé tehetők és ugyanúgy használhatók, mint a beépített függvények.

A dolgozatban korábban bemutatott logikai programnyelv jellemzők alapján az is megállapítható, hogy segítségükkel sokkal gyorsabban lehet rendszereket létrehozni, a nagyobb munkát a felhasználói interfészek (grafikus felületek) létrehozása jelenti, amely körülbelül ugyanolyan munkát igényel, mint az bármely más programnyelvnél lenne. A felhasználói

interfész létrehozásánál talán jelent némi könnyebbséget a Tcl/Tk nyelv egyszerű szintaktikája, amely a Mozart-Oz programnyelv objektum orientált interfésze felhasználása következtében további jó fejlesztési lehetőségeket is biztosít.



2. ábra
Döntéstámogató rendszer szerkezete

A modell és eredményeinek nyomtatása a programokból megoldható, mert mindkét fejlesztőrendszer többféle nyomtatást támogató eljárással is rendelkezik, valamint mindkettő támogatja az eredmények Web oldalakon történő elhelyezésének a lehetőségét is. Ugyancsak viszonylag egyszerűen megoldható a más rendszerekkel történő összekapcsolás.

2.4. A korlátos logikai programozás felhasználási lehetőségei a pénzügyi elemzésben és tervezésben

A korlátos logikai programozás gazdasági modellezésben történő alkalmazásának előnye abból következik, hogy a logikai programnyelvek deklaratív nyelvek, ami azt jelenti, hogy az összefüggéseket és a korlátokat anélkül fogalmazhatjuk meg, hogy a számítási eljárást meghatározzunk. A módszer alkalmazásával, sokkal hatékonyabban fogalmazhatunk meg modelleket, és sokkal kevesebb időt igényel a meglévő modellek módosítása - a változó körülményekhez történő igazítása - is. A hatékonyság növekedés lehetővé teszi, hogy viszonylag könnyen kezelhessünk bonyolultabb/összetettebb modelleket is. A korlátos logikai programozás használata azt is lehetővé teszi, hogy a felhasználó a megoldási módszer keresése helyett magára a modellre koncentrálhasson.

1. *Kérdés: Ténylegesen léteznek-e a korlátos logikai programozás korábban megfogalmazott előnyei?*

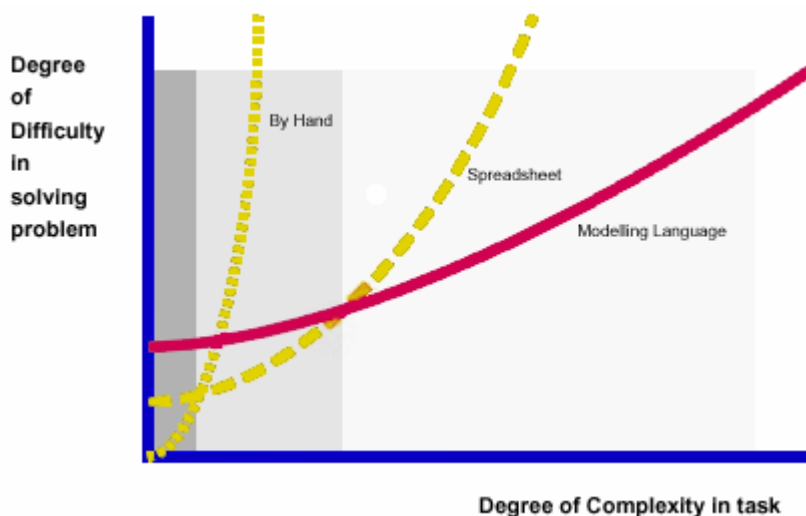
A dolgozatban bemutatott példák és azok program leírásai is bizonyítják, hogy a korlátos logikai programozás hatékonyan alkalmazható a gazdasági/pénzügyi problémák modellezéséhez és megoldásához. A bemutatott megoldásokból egyértelműen kiderül, hogy minden esetben alapvetően a problémára kell a figyelmet fordítani, és nem kell foglalkozni a megoldási móddal. Az is látható, hogy a feladatok feltételeit viszonylag szabadon lehet megadni, nem kell különösebb figyelmet fordítani az összefüggések sorrendjére. A modellt megfogalmazónak nem kell törődnie a hagyományos programnyelvekben megszokott szintaktikákkal, azaz

- az egyenlőségek/relációk bármely oldalán lehetnek kifejezések,
- az egyes kifejezésekben olyan változók is szerepelhetnek, amelyek addig még nem kaptak értéket,
- és esetleg a későbbiekben sem fognak értéket kapni, hanem a programnak kell az értéküket meghatároznia.

Az Eclipse - mint korlátos logikai programnyelv - lényegében intervallumos programozást alkalmaz a korlátos programozási feladatok megoldása során. Ez azonban nem okoz semmiféle problémát, mert ha megfelelően állítjuk be az intervallum szélességét, akkor lényegében pontos eredményt kapunk. Amennyiben a megoldás megjelenítése egy felhasználói interfészen keresztül történne, lehetőség lenne csak egyetlen érték kiírására is.

Fontos azt is megjegyezni, hogy az intervallumként kapott eredmény bizonyos esetekben előnyt is jelenthet, ha arra vagyunk kíváncsiak, hogy egy adott érték milyen határok között vehet fel értéket.

A dolgozatban bemutatott feladatokat meg lehet oldani a Microsoft Excel táblázatkezelő Solver eljárásának a felhasználásával is. Az így kapott modell azonban sokkal nehezebben áttekinthető és nehezebben is módosítható. Ez még inkább igaz összetettebb problémák megoldása esetén. Ezt támasztja alá 3. számú ábra is, amely a Visual DSS honlapján található, és amely ábrából egyértelműen megállapítható, hogy a feladatok komplexitási fokának növekedésével, a probléma megoldási nehézsége is növekszik, és összetett feladatok esetében a megoldás nehézségét a modellezési nyelvek többnyire csökkentik. A másik oldalról nézve pedig az állapítható meg, hogy ahogyan a feladatok egyre összetettebbekké válnak egyre nehezebb táblázatkezelő programokkal hatékonyan és gyorsan megoldani azokat. Összefoglalva, a feladat bonyolultsága határozza meg, hogy milyen eszköz célszerű a megoldásához felhasználni.



3. ábra

A feladat komplexitása és a megoldás nehézsége közötti összefüggés különböző eszközök esetében

(Forrás: <http://www.trueblue.com.au/VDSS/brochure/index.html>)

2. **Kérdés: Hatékonyabban használható-e a korlátos logikai programozás a pénzügyi modellezésben más modellezési rendszerekhez képest?**

A dolgozatban bemutatott problémák és azok megoldásai csak azt akarják érzékeltetni, hogy a pénzügyi elemzésben és tervezésben elég sűrűn van/lehet szükség korlátok/feltételek megfogalmazására. Olyan modelleket a matematikai programozásban is össze lehet állítani, amelyek korlátokat tartalmaznak, mert ennek a módszernek ez az alapja. A dolgozatban több helyen is bemutattam, hogy a korlátos logikai programozásban ezt egyszerűbb megtenni, és az összeállított modell könnyebben áttekinthető és értelmezhető. Sokkal könnyebb a modell módosítása és újbóli megoldása.

A dolgozatban közölt példák esetében is látható, hogy az elkészített modell nagyon egyszerűen átírható Eclipse (korlátos logikai) programmá. Látható, hogy a modell ilyen programmá történő átírása nem jelent különösképpen nagy feladatot, de meg kell felelnie az Eclipse szintaktikai előírásainak. Még könnyebb lenne a feladatok megfogalmazása (a modell felépítése), ha azt valamilyen grafikus felület támogatná, amellyel összekötve az Eclipse-t lehetőség nyílna arra, hogy a felhasználónak elegendő lenne csak a modellt megfogalmaznia, a szintaktikai igényeknek megfelelő átalakítást a grafikus felületet biztosító program végezné el. Megfelelő grafikus felület biztosítása mellett a modell megadása is jóval egyszerűbb lehetne.

Szinte sohasem azon kell gondolkodni, hogyan fogjuk megoldani a feladatot, hanem csak fel kell írni az adott probléma összefüggéseit és meg kell adni az ismert adatokat. A logikai programozás természetéből következően a program annak a változónak keres értéket, amely a számítási folyamatban még nem kapott értéket. Ha az addig kiszámolt értékek felhasználásával egy adott összefüggés nem számítható ki, akkor az elhalasztásra kerül, és ha majd a szükséges adat rendelkezésre áll, akkor fog kiszámításra kerülni.

Szinte minden probléma megoldása azt bizonyítja, hogy a modell számítógépes megvalósítása nagyon egyszerűen megoldható és a korlátos logikai programozás alkalmazása esetén, csak a probléma leírására, a modell létrehozására kell koncentrálnunk és nem kell törődnünk a megoldás menetével.

A bemutatott példák egyértelműen bizonyítják, hogy a korlátos programozás megfelelő eszköze lehet a pénzügyi gazdasági modellezésnek, és még inkább így lesz, ha a fejlesztők terve megvalósul, hogy a már most is eléggé komplex *ic* modul kibővíti szimbólikus korlátozási lehetőségekkel, ami jelenleg a rendszerben csak az *fd* modulban található meg.

3. Melyek a korlátos logikai programozás használatának gyakorlati előnyei?

A dolgozatban bemutatott korlátos logikai - Eclipse - programok szemléletesen mutatják be azt, hogy a létrehozott modellek programozási ismeretek nélkül is jól követhetők és lényegében, akár más pénzügyi modellezési programoknál, a modellre leírtaknak is a megfelelő, minden további programozás nélkül. A mellékletekben megadott programok/modellek is bizonyítják, hogy az Eclipse több, mint egy programozási nyelv, és mint modellezési eszköz is számításba vehető.

A korlátos logikai programozás gyakorlati előnyei a következőkben foglalhatók össze:

- *Egyszerűbbé teszi a modellek megadását.*
- *A modell szerkesztésére/összeállítására kell koncentrálni, és kevésbé kell törődni a megoldási módszer megadásával.*
- *Egy adott modellnek általában tetszőleges paraméter szerinti megoldása előállítható, a modell módosítása nélkül.*
- *A modellekkel könnyebben végezhető érzékenységi vizsgálatok.*
- *Az egyszerűbb modellek összeállítása viszonylag rövid idő alatt megtanulható és nem igényel komoly programozási ismereteket.*
- *Bonyolultabb modellek megfogalmazása is viszonylag egyszerűvé válik.*

Ahhoz, hogy széles körben elterjedjen a korlátos programozás használata, szükséges, hogy a felhasználók számára könnyebben használható modellezési környezet jöjjön létre. A dolgozat megelőző fejezeteiben bemutattam, hogy ennek napjainkban már komoly akadályai nincsenek. Az Eclipse korlátos logikai programnyelv képes kommunikálni felhasználóbarát felületet biztosító, széles körben használt más programnyelvekkel (pl. Java, Tcl/Tk).

3. A kutatómunka eredményei

3.1. A kutatás eredményei

A döntéstámogató rendszerek vizsgálatával kapcsolatban a következő új, illetve újszerű eredmények születtek:

1. A döntéshozattal kapcsolatos főbb irodalmak felhasználásával bemutattam a hagyományos döntéshozatal korlátait és a téma interdiszciplináris jellegéből következően, célorientáltan, a rendelkezésre álló irodalmat rendszerezve több szakterület eredményeit is áttekintettem.
2. Felhívtam a figyelmet azon tényezőkre/jellemzőkre, amelyek alátámasztják, hogy miért van szükség egyre korszerűbb és egyre nagyobb eszköztárral rendelkező számítógépes döntéstámogató rendszerekre, illetve melyek azok a legfontosabb tényezők, amelyeket a döntéstámogató rendszerek kialakításánál figyelembe kell venni.
3. Bemutattam, hogy a döntéstámogató rendszerek alapvetően a rosszul strukturált problémák megoldásában nyújthatnak igazán segítséget, amikor általában a döntési problémák valamilyen modellezésére van szükség. Ebből következően, a döntéshozók a döntéshozatalukat támogató eszközöket, modelleket és technológiákat igényel(het)nek a rosszul strukturált problémák megoldásához, és ezeknek az eszközöknek, modelleknek és technológiáknak olyannak kell lenniük, amelyek biztosítják, hogy a probléma meghatározott időn belül megoldható is legyen.
4. A döntéstámogató rendszerek fejlődéséhez kapcsolódóan bemutattam a mesterséges intelligencia azon eredményeit és gazdasági alkalmazási területeit, amelyek felhasználhatók az intelligens döntéstámogató rendszerek fejlesztéséhez. Különösen kiemelve a szoftverágensek gazdasági alkalmazási lehetőségeit és a tudás és következtetés jelentőségét a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében.
5. Bemutattam - a matematikai programozással is összehasonlítva - a logikai programozásból kifejlődött korlátos logikai programozás jelentőségét, és pénzügyi alkalmazási lehetőségeit.
6. Összehasonlítottam a főbb Prolog implementációkat, bemutatva azok előnyeit és esetleges hátrányait.

7. Összefoglaltam a korszerű döntéstámogató rendszer jellemzőit, kiemelve, hogy a logikai és a korlátos logikai programozás új lehetőségeket nyithat a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében. A kutatómunka eredményeként rendelkezésre állnak azok az eszközök, amelyek segítségével lehetőség van a korábbi elképzeléseimnek (célkitűzéseimnek) megfelelő döntéstámogató rendszer létrehozására úgy szoftvertechnológiai, mint módszertani oldalról figyelembe véve.
8. Bemutattam a Mozart-Oz és az Eclipse programnyelv alapvető lehetőségeit a gazdasági modellezésben, amelyből megállapítható, hogy a logikai programnyelvek több vonatkozásban is előnyösebben használhatók mind a modellek összeállításában, mind azok megoldásában.
9. Javaslatot tettem arra, hogy a beruházás-gazdaságossági vizsgálatokban a valósághoz jobban közelítő eredmény elérése érdekében célszerű lenne az IRR helyett a MIRR-t használni.
10. Bemutattam, hogy a reálopció jól felhasználható bajban lévő vállalatok értékének a meghatározásához is.

3.2. Következtetések, javaslatok

Doktori értekezésem elkészítése során a következő megállapításokat tettem:

1. A komplex problémák megoldásához szükséges a rendszerszemléletű gondolkodásmód, amely a problémát teljességében figyelembe véve biztosít koncepcionális keretet annak megoldásához. Ez azt jelenti, hogy sok tényezőt kell egyszerre figyelembe venni és mérlegelni, ami az emberi elméleti korlátok miatt megfelelő számítógépes segítség nélkül a mai nagyon komplex világunkban nem oldható meg.
2. Napjaink vállalkozásainak – versenyképességük fenntartása érdekében - rugalmas módon kell alkalmazkodniuk a gyorsan változó környezethez, és a dinamikus versenyben történő maradásukhoz jelentős számú mérőeszközt (mutatót) kell folyamatosan figyelniük és különböző tevékenységeket végrehajtaniuk, mint például a vállalkozás újjászervezése vagy a folyamatos fejlesztés. Ezen feltételeknek a vállalkozások csak akkor tudnak megfelelni, ha olyan módon modellezik a vállalkozást és a vállalkozási folyamatokat, hogy az képes legyen bemutatni a valós világ komplexitását.
3. Az elmúlt néhány évtized során, hatalmas fejlődésen mentek keresztül a döntéstámogató rendszerek, jelentős mértékben megváltoztak a döntéstámogató rendszerekkel szembeni

elvárások is, ami alapvetően az elmúlt 10-15 évben végbement hatalmas technológiai és módszertani változásoknak köszönhető. Az információtechnológia "forradalmi" változásai és a tudásnak a társadalmi fejlődés folyamataiba történő beágyazódása ezen a területen is komoly változásokat indukálnak, amelyből az következik, hogy a döntéstámogató rendszereknek is meg kell felelniük a környezet változásaiból következő kihívásoknak.

4. Ma olyan rendszert nevezhetünk intelligens rendszernek, amely megfelelő tudásreprezentációt biztosít, képes a természetes nyelvfeldolgozásra, az automatikus következtetésre, a tanulásra és a felhasználóbarát kommunikációra, és a céljához a kalkulatív racionalitás és a korlátozott optimalitás segítségével jut el. A mai követelményeknek megfelelő döntéstámogató rendszert csak a mesterséges intelligencia kutatás eredményeinek a felhasználásával lehet létrehozni.
5. A logikai programozás legfőbb előnye a matematikai programozáshoz képest a logikai problémák könnyű megfogalmazási lehetősége, míg egy matematikai programozási modell hamar bonyolulttá válik. A logikai programozásban nagyon könnyű szabályokat megfogalmazni, míg a matematikai programozásban ez akár egy nehezen követhető modellhez is vezethet. Ez azt jelenti, hogy a logikai programozási megoldó program könnyebben tud megoldani logikai programokat, mint a matematikai megoldó program annak megfelelő matematikai programot.
6. Napjainkra a korlátos logikai programozás fontos módszerré nőtte ki magát, és alternatív megközelítéseként fogható fel egy olyan programozásnak, amelyben a programozási folyamat bizonyos igények (korlátok) sorozatával korlátozott és ezen igények általános vagy tárgykör specifikus módszerek által kerülnek kielégítésre. A korlátos logikai programozási rendszereknek komoly szerepük lehet a gazdasági modellezésben. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a korlátos logikai programozás sokkal rugalmasabb modellezési keretet biztosít, mint a matematikai programozás. A korlátos programozás nemcsak tömörebb modellek létrehozását biztosítja, hanem lehetővé teszi a problémastruktúra feltárását és a keresés vezérlését is.
7. Az Eclipse lehetővé teszi, hogy a problémákat egyszerűen és természetesen modellezzük, és a létrehozott modellt hatékonyan megoldjuk, ezért alkalmas döntéstámogató alkalmazások létrehozására.
8. A jelenleg rendelkezésre álló információtechnológiai eszköztár ma még messze nincsen kihasználva. Ennek az egyik oka, hogy az információ-technológiával foglalkozó

szakemberek nem mindig ismerik azt a szakmai spektrumot, amiben az általuk kifejlesztett módszereket használni lehetne, illetve jobban ki lehetne használni. Ennek átlátása nemcsak a módszerek alkalmazását gyorsítaná fel, hanem újabb módszerek kialakulását, illetve a meglévő módszerek fejlődését is nagymértékben elősegítené. A másik ok, hogy a gazdasági szakemberek informatikai ismeretei eléggé hiányosak, nem ismerik - sokszor még csak az áttekintés szintjén sem - a rendelkezésre álló eszköztárat. Sokat változtatna a jelenlegi helyzeten, ha egyre több olyan szakember létezne, akik megfelelő összekötőkapcsot jelentenének az "általános" informatikusok és a gazdasági és műszaki szakemberek között.

3.3. Továbbfejlesztési lehetőségek

A továbbiakban a kutatómunkám során megszerzett módszertani ismeretek és a rendelkezésre álló eszközök felhasználásával szeretném folytatni a már megkezdett szoftverfejlesztési munkát, amelynek során a dolgozatban felvázolt rendszert szeretném legalább az oktatásban felhasználható módon elkészíteni. Ehhez nagy segítséget nyújtanak a kutatómunka során megszerzett ismereteim.

Másik feladatomban tekintem a megismert rendszereknek, közülük is alapvetően az Eclipse korlátos logikai programozási programnyelvnek, a pénzügyi modellezésben történő szélesebb körű felhasználását és a segítségükkel különböző vizsgálatok elvégzését, illetve komplex - esetleg célorientált - pénzügyi modellek kialakítását, kihasználva az R statisztikai nyelvben rejlő hatalmas lehetőségeket is.

A jövőben legalább kutatási szinten – de nem elfeledkezve a gyakorlati alkalmazási lehetőségekről sem – mélyebben foglalkozni kívánok az UML nyelvnek (Visual Paradigm) a vállalati modellezésben történő felhasználásának lehetőségeivel. A szakirodalom alapján egyértelműen megállapítható, hogy az objektum orientált technológia nagyon jól alkalmazható a vállalati modellezésben, ami segítséget jelent vállalati szervezetek kialakításában és újraszervezésében. Ha nem ismerjük a vállalat rendszerelméleti értelemben vett struktúráját, akkor a nem eléggé körültekintő változtatásokkal a tervezetthez képest ellentétes hatást érhetünk el.

Irodalomjegyzék

- [1] Ertsey I.-Szabó M.-Tarnóczy T.: Az élelmiszeripari termelés szerkezetének optimalizálása. Élelmezési Ipar, 1979. XXXIII. évf. 6. sz.
- [2] Tóth J.-Tarnóczy T.-Gyurkó Gy.-né-Hodásziné G. A.-Kovács GY.-Pappné H. M.: Számítástechnikai alapismeretek. Egyetemi jegyzet. DATE, Debrecen, 1979.
- [3] Kérdő K.-Kiss G.-Tarnóczy T.: Takarmánykeverékek optimalizálásának interaktív programrendszere. "Tessedik Sámuel" Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Nap Kiadványa, Debrecen, 1982.
- [4] Ertsey I.-Nemessályi Zs.-Tarnóczy T.: Gyakorlati munkafüzet a statisztikai módszerek mezőgazdasági alkalmazásához. Egyetemi jegyzet, DATE, Debrecen, 1984.
- [5] Tóth, J.-Tarnóczy, T.: Gazdasági rendszer- és információelmélet. Egyetemi jegyzet. Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen, 1984.
- [6] Tarnóczy T.: A faktoranalitikus eljárások alkalmazása a főbb növénytermesztési ágazatok táblaszintű elemzésében. "Tessedik Sámuel" Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok kiadványa, Debrecen, 1986.
- [7] Tarnóczy, T.: Ökonometriai módszerek és alkalmazásuk a mezőgazdasági elemzésben. Doktori értekezés. Agrártudományi Egyetem, Debrecen, 1987.
- [8] Ertsey I.-Tarnóczy T.: Gyakorlati munkafüzet a statisztikai módszerek mezőgazdasági alkalmazásának oktatásához. Egyetemi jegyzet, DATE, 1988.
- [9] Barabás J.-Kovács Gy.-Nagy S.-Stieglmayer I.-Tarnóczy T.: Baromfitelep technológiai irányítása személyi számítógéppel. "Tessedik Sámuel" Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok kiadványa, Debrecen, 1990.
- [10] Tarnóczy T.: Faktoranalitikus eljárások alkalmazása a növénytermesztés elemzésében, különös tekintettel a multikollinearitás kiküszöbölésére. "Tessedik Sámuel" Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok kiadványa, Debrecen, 1990.
- [11] Bárfai B.-File S.-Szentés M.-Tarnóczy T.: Vállalkozásszervezési ismeretek. (felsőfokú külkereskedelmi szaktanfolyamok számára), Stúdium, 1991.
- [12] Tarnóczy, T.: The Possibilities of Decision Support System Application in Hungary, MBA Thesis, Debrecen-Maastricht, 1994.
- [13] Soenen, L.-Tarnóczy, T.: Vállalati pénzügyek. Egyetemi jegyzet, Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1995.
- [14] Tarnóczy, T.: Számítógépes modellezés alkalmazása a vállalati pénzügyek oktatásában, Informatika a felsőoktatásban 2002, Konferencia kiadvány, 2002. augusztus 28-30.
- [15] Tarnóczy, T.: A korlátos programozás alkalmazása a pénzügyi elemzésben és tervezésben, Informatika a felsőoktatásban 2002, Konferencia kiadvány, 2002. augusztus 28-30.
- [16] Tarnóczy, T.: A logikai programozás alkalmazhatósága a döntéstámogató rendszerekben. Competitio (A Debreceni Egyetem Közgazdaságtudományi Karának periodikája), I. évf., 1. szám, 2002. szeptember.
- [17] Tarnóczy, T.: Szoftverágensek és a döntéstámogatás. Competitio (A Debreceni Egyetem Közgazdaságtudományi Karának periodikája), III. évf., 2. szám, 2004. május.