

A VEZETŐI DÖNTÉSHOZATAL FOLYAMATÁNAK TÁMOGATÁSA SZEMÉLYI SZÁMÍTÓGÉPEN, WINDOWS KÖRNYEZETBEN¹

CSÁKI PÉTER, CSISZÁR LEVENTE, FÖLSZ FERENC,
KELLER KRISZTINA, LÓRÁNT GÁBOR, MÉSZÁROS CSABA,
RAPCSÁK TAMÁS, TURCHÁNYI PIROSKA
MTA SZTAKI Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztály

Az MTA SZTAKI Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztálya több éve fejleszt személyi számítógépen (azok lokális hálózatán) Windows környezetben futó döntéstámogató rendszert, amely olyan döntési helyzetekben alkalmazható, mikor döntéshozók egy csoportjának több alternatívát kell több szempont szerint értékelnie, rangsorolnia. A WINGDSS nevű rendszer rugalmas keretrendszer, mely dBase kompatibilis adatbázisokkal tart dinamikus kapcsolatot, az adatok megjelenítésére és frissítésére adatlap generálóval, eljárások (hasznossági függvények) definiálására saját belső fordítóval és érzékenységvizsgálati modullal rendelkezik. Felkészített más programokkal való kapcsolódásra: pl. táblázatkezelő rendszer – EXCEL, lineáris programozási feladat megoldó szoftver és térinformatikai rendszerek. A rendszert több gyakorlati probléma megoldásánál alkalmaztuk, mint pl. szociális pályázatok kiértékelése, szállodák vagyonértékének meghatározása, az Alföld környezeti problémáinak vizsgálata.

1. Bevezetés

Napjainkban a döntéshozói csoportok, testületek körében egyre nő az igény az olyan számítógépes rendszerek iránt, amelyek az információ-szolgáltatás, s azon túlmenően, az információkon alapuló *döntési folyamat* emberi oldalát helyezik előtérbe. Könnyen kezelhető, felhasználóbarát, adatbázisok rugalmas építését, lekérdezését, módosítását, az adatok szemléletes megjelenítését, meglévő információkból a felhasználó által választott, meghatározott eljárások segítségével új adatokat, információkat generáló intelligens rendszerekre van szükség. Az ilyen fajta információ-feldolgozás körébe tartoznak a döntési folyamatokat támogató és előkészítő rendszerek is. Az irodalomban döntési modelleknek több megközelítése terjedt el, mint pl. a páros összehasonlításon

¹Beérkezett 1994. október 10.

alapuló és algebrai technikát (AHP) [33,34], ill. gráfelméleti technikákat alkalmazó modellek [5,32], az optimális elemhez hasonlító modell [12], vagy az egyszerű többkritériumos rangsorolás (SMART). A modellek számítógépes megvalósítása is megtörtént: EXPERT CHOICE [38], ELECTRE II [32,38], PROMETHE [38], KIPA [13,24], JOKER [13]. Több módszer részletes ismertetése megtalálható [38]-ban. Magyarországon is sikeresen alkalmazták ezeket a szoftvereket gyakorlati problémáknál [18,19,31,37]. A csoportos döntéshozatal axiomatikussá megközelítésével több dolgozat is foglalkozik [11,14,15,16,21,22,23,27,38].

A WINGDSS elnevezésű rendszer rendkívül rugalmas, moduláris keretrendszer, mely dBase kompatibilis adatbázisokkal és adatbázis-kezelőkkel dinamikus kapcsolatot tart fenn, az adatok megjelenítésére adatlap generálással, eljárások (makrók) definiálására saját belső fordítóval rendelkezik. Támogatja mind az egyéni, mind a csoportos döntéshozatali folyamatot.

Az alternatívák értékelése a döntéshozók által közösen elfogadott, hierarchikus szempontrendszer alapján történik. Az értékelésben objektív és szubjektív megítélések is szerepet kapnak, és döntéshozatali prioritások közötti különbségek is érvényesíthetők.

A WINGDSS rendszerben az értékeléskor figyelembe vehetők a döntéshozók ítéleteinek bizonytalanságai és nyomon követhető a hatásuk. Megvizsgálható, hogy egy alternatíva rangsorbeli helyzete mennyire stabil, illetve kívánság szerint változtatható-e. Kimutatható egy-egy értékelési szempont esetleges dominanciája az alternatívák rangsorának alakulásában. Rendszerünk fejlesztésénél nagy hangsúlyt fektettünk a grafikus szemléltetésre. Több sikeres alkalmazás áll mögöttünk, amelyek egyúttal a rendszer továbbfejlesztésének irányait is kijelölték.

2. A WINGDSS rendszer fejlesztésének és működésének alapelvei

A WINGDSS az egyéni és a csoportos döntéshozatal folyamatát támogatja. A rendszer előző verzióinak angol nyelvű leírása megtalálható [8,9]-ben. Olyan feladatok elvégzésére alkalmazható, amikor egy vagy több szakértőnek kell értékelnie, rangsorolnia az alternatív lehetőségeket több szempont szerint, vagy több alternatíva közül a szempontoknak leginkább megfelelőt szükséges kiválasztani. Tehát a WINGDSS az ún. többszempontú döntéshozatal (angolul: multicriteria decision making) témakörébe tartozó feladatok megoldásában nyújt segítséget.

Természetesen a WINGDSS rendszer nem helyettesíti a döntéshozók munkáját, de feltételezve, hogy az értékelők célja a megegyezés, a folyamatot

sokoldalúan támogatja. Mint később részletesen ismertetjük, a rendszer fejlesztési alapelve az, hogy ne egy megoldási módszert kényszerítsünk a felhasználókra, hanem a rendszer interaktív módon segítse a szakértőket a döntési probléma megértésében, a szempontrendszer megválasztásában és az értékelési folyamat rugalmas alakításában. A döntéshozatal számítógépes támogatásánál csak akkor remélhetünk sikereket, ha az emberi, pszichológiai tényezőkre is hangsúlyt helyezünk [1,2,3].

Azok a szakértők, menedzserek, akik a WINGDSS több éves fejlesztése során a rendszer alkalmazásával próbálkoztak, és eközben értékes javaslatokat adtak a rendszer továbbfejlesztéséhez, eltérő számítógépes kultúrával rendelkeztek és a WINGDSS „filozófiájának” megértése is eltérő mélységű problémát jelentett számukra. Tapasztalunk kellett, hogy a menedzserek nem kedvelik a számukra fekete dobozként működő rendszereket, ahol a probléma megoldására csak be kell adni az adatokat, s kijön egy eredmény, amelyről a rendszer készítői azt állítják, hogy az adott feltételek mellett optimális. Ezeket még akkor sem részesítik előnyben, ha több megoldási algoritmus áll a rendelkezésükre.

Véleményünk szerint nagyon fontos, hogy ne az alternatívák algoritmikus értékelésén legyen a hangsúly, hanem a döntéshozatal összetett folyamatából minél több lépést támogassunk a probléma megfogalmazásától, strukturálásától az értékelés utáni eredmény analíziséig, sőt az analízisből származó módosítási igények figyelembevételét, a döntési folyamat egyes lépéseinek a megismétlését is biztosítsuk. Olyan rendszerekkel remélhetünk sikereket, mellyel a döntéshozók új ismereteket szereznek a problémáról, megértik és megtanulják a rendszer lehetőségeit, irányíthatják a működését, saját maguk fogalmazhatják meg a döntési szempontokat, kísérletezhetnek a szempontok értékelését befolyásoló döntési paraméterekkel és az értékelési eljárásokkal. Az alkalmazásoknál kerül előtérbe azon vizsgálatok szükségessége, hogy a paraméterek változásai milyen hatással vannak az alternatívák sorrendjére, vagy épp fordítva, van-e mód megvizsgálni, hogy a kívánt rangsor elérhető-e.

Míndezek, valamint annak igénye, hogy rendszerünket különféle területeken, különböző (ugyanakkor a többszempontú döntéshozatal témakörébe illő) feladatok megoldására kívántuk hasznosítani, rendkívüli rugalmasságot, könnyen kezelhető felhasználói felületet, sok grafikus szemléltetést követeltek a WINGDSS készítőitől. Rendszerünk több éves kutatás-fejlesztés eredménye.

A következő fejezetekben részletesen ismertetjük a döntési alapproblémát, a WINGDSS által támogatott döntéshozatali fázisokat, a rendszer szoftver specifikumait, valamint a WINGDSS rendszer alkalmazásait.

3. A döntési probléma ismertetése

Az általunk vizsgált döntési szituációban egy vagy több döntéshozó véges sok szempont alapján értékeli ugyancsak véges számú alternatívát. A klasszikus döntési modell Bridgman (1963) [6] nevéhez fűződik, melyet mi általánosabb formában tárgyalunk.

Tekintsünk n alternatívát és m szempontot. Jelölje A_1, A_2, \dots, A_n az alternatívákat és C_1, C_2, \dots, C_m a szempontokat. Tételezzük fel továbbá, hogy az alternatívákhoz tartozó adatok ismertek és a szempontokat fontosságuk szerint súlyoztuk. Jelölje $a_{ij} > 0$, $i = 1, \dots, m$, $j = 1, \dots, n$ a j -edik alternatíva i -edik szempont szerinti értékét, $\omega_i > 0$, $i = 1, \dots, m$ az i -edik szempont súlyát, x_j , $j = 1, \dots, n$ pedig a keresett végső rangsort adó értékeket. Ezen adatokat táblázat formában a következőképpen írhatjuk fel:

$$\begin{array}{cc} & \begin{array}{ccc} x_1 & \dots & x_n \\ A_1 & \dots & A_n \end{array} \\ \begin{array}{c} \omega_1 \\ \vdots \\ \omega_m \end{array} & \begin{array}{c} C_1 \\ \vdots \\ C_m \end{array} \end{array} \left(\begin{array}{ccc} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{array} \right) \quad (1)$$

A döntési probléma az alternatívák kiértékelése, azaz egy olyan \mathbf{x} vektor meghatározása a szempontok és a hozzá tartozó súlyok figyelembevételével, mely „jól megfelel” az (1) mátrix sorainak. A döntési elv az egyes szempontok értékelő-vektora és az $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$ vektor általánosított Kullback I-divergenciából képzett súlyozott összeg minimalizálása.

Ez az elv a következő entrópia programozási feladatként fogalmazható meg [25,26]:

$$\min \frac{\sum_{i=1}^m \omega_i D(\mathbf{x} | \mathbf{a}_i)}{\sum_{i=1}^m \omega_i} \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_j = c,$$

$$x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n,$$

ahol az általánosított Kullback I-divergencia az \mathbb{R}_+^n pozitív ortánsban van értelmezve és a definíció szerint [28,29]

$$D(\mathbf{x} | \mathbf{a}_i) = \sum_{j=1}^n x_j \log \left(\frac{x_j}{a_{ij}} \right) - \sum_{j=1}^n x_j + \sum_{j=1}^n a_{ij},$$

$\mathbf{a}_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})^T$, $i = 1, \dots, m$ és c tetszőleges valós szám.

Vezessük be a $\sum_{i=1}^m \omega_i = \omega$ jelölést. Ekkor a (2) feladat optimális megoldása explicit alakban megadható:

$$x_j = c \frac{\prod_{i=1}^m a_{ij}^{\frac{\omega_i}{\omega}}}{\sum_{k=1}^n \prod_{i=1}^m a_{ik}^{\frac{\omega_i}{\omega}}}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (3)$$

Megjegyezzük, hogy ez a modell általánosabb, mint az eredeti Bridgman modell, mert az általánosított I-divergencia értelmezési tartománya \mathbb{R}_+^n az $\mathbb{R}_+^n \cap \{ \mathbf{x} \mid \sum_{i=1}^n x_i = 1 \}$ halmaz helyett, amely utóbbi a diszkrét valószínűségi eloszlásokat definiálja.

Ismert, hogy az általánosított I-divergencia nem szimmetrikus az \mathbf{x} és \mathbf{y} változóknban, így új döntési elvet az \mathbf{a}_i ($i = 1, \dots, m$) és az \mathbf{x} vektoroknak a célfüggvényben való felcserélésével kaphatunk, ami egy másik Bridgman-típusú modellhez vezet:

$$\min \frac{\sum_{i=1}^m \omega_i D(\mathbf{a}_i \parallel \mathbf{x})}{\sum_{i=1}^m \omega_i} \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = c, \quad x_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.$$

A Bridgman-típusú modell optimális megoldásának explicit alakja:

$$x_j = c \frac{\sum_{i=1}^m \frac{\omega_i}{\omega} a_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{\omega_i}{\omega} a_{ik}}, \quad j = 1, \dots, n. \quad (5)$$

Ebből következik, hogy a legismertebb döntési elvek (a mértani és a számtani közép) ugyanolyan típusú, entrópia programozási feladatok explicit, optimális megoldásaiból nyerhetők. Ezeknek a döntési elveknek nagy előnye, hogy a döntési probléma matematikai programozási feladatra vezet. Ezenkívül a Kullback I-divergencia skalárinvariáns, statisztikus (a valószínűség legjobb közelítése a relatív gyakoriság) és a Bregmann tulajdonság teljesül (ha egy tetszőleges pontot egy altér egy alacsonyabb dimenziós alterére vetítünk, ezt úgy is megkaphatjuk, ha előbb a pontot az alterre vetítjük, majd a vetületet az alacsonyabb dimenziós alterre). A Kullback I-divergencia axiomatikusan megalapozásával foglalkozik Csiszár a [10] dolgozatában. A fenti tulajdonságoknak köszönhetően az entrópia modelleket széleskörűen használják a különböző tudományterületeken és a mérnöki alkalmazásokban [20]. Mivel a statisztikában és a mérnöki tudományokban gyakran szerepelnek más eltérésfüggvények is (pl. Pearson és Hellinger), ezeket is választhatnánk a (4) feladat célfüggvényének. Így a döntési elvek egy általános osztályát kapjuk.

A döntési feladatok érzékenységvizsgálatára szolgál a (4) feladat intervallum-aritmetikai módszerekkel való megoldása. Ha az explicit megoldás

valamely általánosított közép formájában felírható, azaz

$$x_j = \Phi^{-1} \left(\sum_{i=1}^m \frac{\omega_i}{\omega} \Phi(a_{ij}) \right), \quad j = 1, \dots, n, \quad (6)$$

ahol Φ egy szigorúan monoton, valós függvény, akkor az általunk kifejlesztett, későbbiekben ismertendő érzékenység-vizsgálat alkalmazható. Így az előbb megadott döntési elv osztályt tovább szélesítettük a (6) feltétel segítségével, implicit módon megadott döntési elvekkel.

A döntési elveknek ez az osztálya végtelen sok elemet tartalmaz, ugyanis a

$$\left(\sum_{i=1}^m \frac{\omega_i}{\omega} a_{ij}^\alpha \right)^{\frac{1}{\alpha}}$$

általánosított számtani és mértani közepek lesznek az optimális megoldásai annak az entrópia programozási feladatnak, amelynél a

$$H_\alpha(x||a_i) = \frac{1}{\alpha(1-\alpha)} \sum_{j=1}^m (\alpha x_j + (1-\alpha)a_{ij} - x_j^\alpha a_{ij}^{\alpha-1}), \quad \alpha \in \mathbb{R}, \quad (7)$$

Hölder-Young eltéréseket választjuk célfüggvénynek (ahol $H_\alpha(x||a_i)$ határértékként van értelmezve az $\alpha = 0$ és az $\alpha = 1$ esetekre) [26]. Megjegyezzük továbbá, hogy a Bridgman-típusú modell (6)-ból a $\Phi(x) = x$ választással, a Bridgman modell pedig a $\Phi(x) = \log(x)$ választással adódik.

A gyakorlati alkalmazásoknál nagyon lényeges, hogy több döntési elv közül választhassunk, mivel a széleskörűen elterjedt számtani közeget különböző dimenziójú mennyiségekre alkalmazva nem mindig kapunk értelmes eredményt [17].

A cikkben olyan döntési problémákkal foglalkozunk, amelyek a Bridgman és a Bridgman-típusú modellek általánosításaként tekinthetők. Az egyes alternatívák egy-egy adatrendszerrel jellemezhetők, amelyek adatbázisban vannak tárolva, így nagyszámú alternatíva is kezelhetővé válik. A szempontok összefüggőek is lehetnek, közöttük alá- és fölérendeltség is értelmezhető a fastuktúra bevezetésével. Az egyes alternatíváknak a különböző szempontok szerint vett értékei helyett tetszőleges, interaktívan működő hasznossági függvény szolgáltatja a kívánt értéket. A feladatban több döntéshozó is lehet, ami már önmagában komoly nehézséget jelent.

3. A WINGDSS rendszerrel támogatható döntési folyamat lépései, a rendszer speciális moduljai

3.1 A döntési probléma megfogalmazása a rendszer eszközeivel

Elsőként a döntéshozók meghatározzák az értékelési szempontokat. Nagymértékben segíti az áttekinthetőséget, hogy a szempontok csoportosíthatók, s az összetett szempontokat egyszerűbbekre bontva felépíthető a *döntési szempontok fája*. A tovább nem egyszerűsíthető szempontok a fa „levelei”. A fa felépítését, módosítását egy könnyen kezelhető *szempontrendszer-szerkesztő modul* biztosítja. A döntéshozók közösen építik fel a szempontrendszert, de később nem kötelesek minden szempontot értékelni.

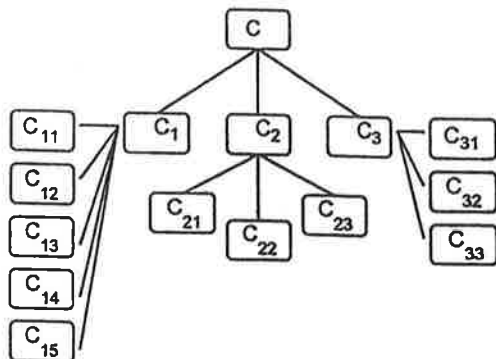
Rendszerünkben feltételezzük, hogy az *alternatívák* már valamilyen módon adottak, tehát (egyelőre) nem a WINGDSS rendszer állítja elő azokat. Pályázatra beérkezett ajánlatok, programrendszer által generált megoldások, beruházásra kijelölt térségek halmaza jelentheti például az értékelendő alternatívákat, amelyek első lépésben valamilyen külső adathordozón találhatóak. Ugyanígy adottnak tekintjük a *döntéshozók* csoportját.

Az alternatívák és a döntéshozók adatai bármely, Windows alatt működő adatbázisban tárolhatók. Egy alternatíva vagy döntéshozó a megfelelő adatbázis egy-egy rekordjának felel meg. Tervezzük azt is, hogy a relációs adatbáziskezelőknél megszokott módon, több adatbázisból származó rekord összekapcsolása révén jöhessen létre egy-egy alternatíva a WINGDSS rendszerben. A külső adatbázis rekordjaiból kiválogatva kerülnek át az alternatívák és a döntéshozók adatai a rendszer belső adatbázisába. Ott még további szűrésre is van lehetőség, vagyis az adott feladathoz szükséges adatok igény szerint kapcsolhatók a rendszerhez. Természetesen, a rendszerben használt adatok és a külső adatbázisok között *dinamikus* a kapcsolat, a rendszerben *új adatbázisokat* hozhatunk létre, jogosultság esetén meglévő adatbázisokat *módosíthatunk*. Az adatok megtekintésére, módosítására *adatlap szerkesztő modul*t fejlesztettünk ki, amelynek segítségével igény szerinti csoportosításban és elrendezésben tekinthetők meg (és módosíthatók) az alternatívák, illetve a döntéshozók adatai.

3.2 Az értékelési folyamat

A WINGDSS rendszerben alkalmazott értékelő módszer megértése szempontjából nagyon lényeges, hogy az alapfogalmakat tisztázzuk.

A döntési feladat megoldása során alternatívákat minősítünk egy fa struktúrába szervezett szempontrendszer alapján. Minden döntéshozó egyénileg dolgozik, az egyéni értékelés végeredménye alternatívánként egy-egy pontszám. Képzeljük el a következő egyszerű szempontfát:



Levél-szempontnak nevezzük a tovább nem bontott $C_{11,\dots,15}$, $C_{21,\dots,23}$, $C_{31,\dots,33}$ szempontokat, magasabb rendűnek a $C_{1,2,3}$ szempontokat. Egy részfába tartozónak tekintjük például $C_{31,\dots,33}$ vagy a $C_{1,2,3}$ szempontokat.

3.2.1 Szempontok súlyozása

A döntéshozók különbséget tehetnek a szempontok között fontosság alapján, amit a szempontokhoz rendelt számokkal fejeznek ki; ezeket nevezzük preferenciasúlyoknak.

Bizonyos döntéstámogató rendszerek azt feltételezik, hogy az alternatívák értékelése az egyes szempontok szerint adott, így a döntéshozó feladata már csak a szempontok súlyozására korlátozódik. A WINGDSS rendszer lehetőséget nyújt az alternatívák szubjektív szempontok szerinti értékelésére is, ezért a preferencia súlyok megadása csak az értékelés induló lépésének tekinthető.

A súlyok megadására a szakirodalomban számos módszer található. A két legelterjedtebb technika a páros összehasonlítás és a súlyok direkt megadása. A WINGDSS rendszerben a súlyok az eredeti elképzelés szerint közvetlenül adhatók meg, majd páros összehasonlítással tovább finomíthatók. A döntéshozó számára egy részfa jelenik meg, amely egy főbb szempont alá tartozó, egy szinten levő alszempontokból áll. (Például a $C_{1,2,3}$ szempontok, vagy a $C_{31,\dots,33}$ szempontok.) A szempontoknak a megoldandó döntési probléma esetében „beszédese” nevük van, az alkalmazásokat ismertető fejezetben említett vagyonértékelési modellben például „Állag”, „Hozam”, vagy „Goodwill”. A szempontokhoz a döntéshozó beírja az általa jónak gondolt súlyt, vagy a számítógép egere segítségével a szempontok súlyait jelképező téglalapok szélességét változtatva fejezi ki preferenciáját. A súlyozást a döntéshozók egyénileg végzik, mindenki más súlyrendszert ad(hat) meg. Célszerű a szempontfán a gyökértől lefelé (a levélszint irányában) haladva végezni ezt a műveletet. A súlyok bármikor módosíthatók, nemcsak az ide tartozó menü-

rendszeren belül, hanem más menüpontokból is visszatérhetünk a súlyozáshoz. Később, az egyéni döntések aggregálása során a rendszer a különböző egyéni súlyokból egy közös csoportosúlyt képez (a fa minden egyes csúcán).

Súlyozáskor a döntéshozó tulajdonképpen mindig páronként mérlegel, s háromnál több szempont súlyozása esetén már nehezen tud következetes maradni. Az expliciten megadott súlyok páros összehasonlítással történő finomabb beállítására szolgál a *súlyfinomítás* modul. A rendszer kiszámolja a szempontok páronkénti arányát (egy-egy részfán) a súlyokra vonatkozóan, és megjeleníti egy mátrixban. A döntéshozó ezektől eltérő arányokat állíthat be, melyek alapján a rendszer új súlyrendszert javasol egy közelítő eljárás segítségével [35]. Hasonló eljárást alkalmazott Temesi és Forgó az alternatívák pontszámainak meghatározásához [18].

3.2.2 Alternatívák minősítése az egyes szempontok szerint

A döntéshozók minden egyes alternatívát megvizsgálják, azaz minősítik a szempontok szerint. Ez a levél-szempontokon egy minősítő eljárás segítségével történik. Egyszerű pontozás esetén például egy alternatíva egy levél-szemponton 1 és 5 közötti pontszámot kap, de természetesen bonyolultabb függvényeljárásra is szükség lehet az értékeléshez (szállodák vagyoneértékelése esetén például a közgazdaságtanból ismert állag, hozam, goodwill függvényeket is alkalmaztuk).

Ez utóbbi minősítés objektív vagy szubjektív aszerint, hogy eredménye csak az adott alternatíva tulajdonságaitól, vagy a döntéshozó személyétől is függ. Egy "hozam" függvény esetében például a döntéshozók határozhatják meg a diszkontáló tényezőt.

Mivel szempontonként és feladatonként eltérő minősítő eljárásokra van szükség, kidolgoztunk egy saját *szerkesztő-fordító modult* a WINGDSS rendszerben, mely lehetővé teszi az egyes döntési feladatoknál az éppen szükséges minősítő eljárások alkalmazását. Ugyanakkor minősítő eljárásokat feladattól függetlenül is tárolhatunk, új feladat esetén módosítva felhasználhatunk.

3.2.3 Döntéshozók szakértelmének, kompetenciájának értékelése szempontonként

Szállodák vagyoneértékeléséhez, beruházások környezeti hatásvizsgálatához felkért döntéshozók igen különböző képzettséggel, szakismerettel rendelkezhetnek. A döntéshozatali folyamatnak egyik kritikus része ezen különbözőségek figyelembevétele és kifejezésre juttatása a végső döntésben. A WINGDSS rendszer ezt szavazóerők formájában oldja meg. A szavazóerőkkel a döntéshozókat bíráljuk felül, technikailag pedig ismét súlyozunk. Feltehetjük, hogy a döntéshozatali folyamatban a döntésért felelős személy (supervisor) is kép-

viselteti magát, aki nem értékeli az alternatívákat, de megállapítja a döntéshozók szavazóerőit. Minden egyes szemponton más-más szavazóerőt kaphat egy-egy döntéshozó, és különbséget lehet tenni a döntéshozó „súlyozási” és „minősítési” szakértelme között.

3.2.4 Alternatívák rangsorának képzése egy-egy döntéshozó esetén

Ha a döntéshozók megállapították a preferenciasúlyokat, már megtörtént a levél-szempontokon az alternatívák minősítése, akkor a WINGDSS rendszer minden egyes alternatívára – jelenleg számtani vagy mértani közepet számolva, de a rendszer modularitása miatt más módszer alkalmazását is megengedve – kiszámolja először a részfák gyökeréhez, majd tovább haladva, a teljes szempontfa gyökeréhez tartozó értéket, más néven pontszámot. A pontszámok alapján pedig természetesen adódik az alternatívák rangsora a következő képlet alapján:

$$\sum_j \omega_j^k a_{ij}^k = A_i^k, \quad (8)$$

azaz döntési elvnek a számtani közepet választva az egy részfába tartozó C_j levél-szempontokon a k -adik döntéshozó által adott súlyokkal (ω_j^k) és a minősítő függvényből az i -edik alternatívára kapott a_{ij}^k értékekkel, a részfa gyökér szempontjánál így számolja a rendszer az i -edik alternatívára a k -adik döntéshozóhoz tartozó pontszámot. Az alternatívák végső rangsorát úgy kapjuk, hogy a (8)-beli eljárás ismétlődik a fán a gyökér felé haladva.

3.2.5 Az alternatívák csoportos rangsora

Mivel döntéshozónként különböző pontszámok, ezáltal különböző rangsorok adódnak az alternatívákra, joggal merül fel a kérdés, hogyan alakítható ki egy, minden döntéshozó által elfogadott csoportos rangsor. Előfordulhat, hogy a csoportnak már van is előzetesen egy rangsora az alternatívákról, s a rendszertől azt várják, hogy ezt a rangsort a lehető legjobban megközelítse. E szemlélet természetesen vitatható, hiszen egy előzetes döntés utólagos igazolásának is tekinthető, de a szakirodalomban elfogadott.

Mint említettük, csoportos döntési feladatokra általában jellemző, hogy a döntéshozók különböző szakterületek képviselői, döntéshozatalbeli kompetenciájuk nem egyforma, s ezért vezettük be a WINGDSS rendszerben a szavazóerők használatát. Az egyéni preferenciasúlyokból, s az egyénekhez tartozó szempontenkénti szavazóerőkből képezi a rendszer a döntéshozóktól

független csoport súlyokat a (8) képlettel analóg módon, azaz

$$\sum_k V(\omega)_j^k \omega_j^k = \bar{\omega}_j, \quad (9)$$

ahol döntési elvnek a számtani közepet választva egy C_j levél-szempontra a k -adik döntéshozó által adott súlyokkal (ω_j^k) és a C_j szempontra kapott szavazóerővel ($V(\omega)_j^k$) így számolja a rendszer a döntéshozóktól független csoport súlyt, a csoportos minősítési értékeket pedig (alternatívánként) a minősítésre adott $V(q)_j^k$ szavazóerőkkel a következő képletet adja:

$$\sum_k V(q)_j^k a_{ij}^k = Q_{ij}, \quad (10)$$

ahol i az i -edik alternatívára vonatkozó index. Így a szempontfán csoport súlyok és csoportos minősítési értékek képződnek, amelyek az egyéni döntéshozatalnál említett módon adják meg az i -edik alternatíva csoportos pontszámát. A (10) képlettel kapott alternatívák csoportos rangsora kielégíti a Keeney-féle axiómákat [22]. Temesi és Stahl hasonló képlettel számolta ki az alternatívák csoportos pontszámait [37] dolgozatában.

3.2.6 Bizonytalanságok figyelembevétele

Mivel az értékelés során esetenként több paramétert (például az egyéni preferenciákat kifejező súlyokat) nehéz pontosan megadni, a WINGDSS rendszer arra is lehetőséget nyújt, hogy bizonyos értékek a döntéshozó által javasolt határok között mozogjanak, s megmutatja, hogy az engedélyezett bizonytalanság milyen változásokat okoz az alternatívák pontszámában, s ezáltal a rangsorában. Megvizsgálható az is, hogy egy bizonyos szempont mennyire domináns az értékelésben, egy-egy alternatíva rangsorbeli helyzete mennyire stabil, s végül, egy választott alternatíva értékelése javítható-e a döntési paraméterek értékeinek megengedett mértékű változtatásával. Ezek a kérdések különösen fontosak akkor, ha a felhasználó csupán a legjobb vagy néhány legjobb alternatívát kívánja meghatározni (kiválasztási probléma, részleges rendezési probléma [36]).

Ezeket a vizsgálatokat tartalmazza az *érzékenység-vizsgálat modul*, mely két problémakörre terjed ki:

- bizonytalanságok hatása az alternatívák végső pontszámára az egyéni/csoportos rangsorban,
- a rangsor változtathatóságának vizsgálata.

A döntéshozók a döntési paraméterek rögzített értékei helyett az értékhez adott relatív vagy abszolút, pozitív és negatív eltérésekkel dolgozhatnak,

melyeket a továbbiakban intervallumoknak hívunk. Természetesen egy vagy több ilyen „mozgó” súlynak vagy minősítési értéknek a hatását követni kell az értékelés teljes menetében.

Minden egyes nem-gyökér szemponton megadott intervallum kétféle lehet: input vagy output, aszerint, hogy a döntéshozó adja meg, vagy már egy alacsonyabb szinten megadott bizonytalanság eredményeként adódik. A szempontfa gyökerén az alternatíva végső pontszáma található, tehát ezen csak output jellegű intervallum lehet.

Az első problémakörbe tartozik tehát a klasszikus érzékenység-vizsgálat, mely inputként adott bizonytalanságok hatását vizsgálja a felsőbb szintű szempontokon, és az egyes részfák, majd a teljes szempontfa gyökerén kiszámolja az eredő bizonytalanságokat.

A második problémakörbe három vizsgálat tartozik:

- a teljes rangsor stabilitása,
- egy kiválasztott szemponthoz tartozó paraméterek (súly, szavazóerő, minősítési érték) változásának hatása a rangsorra,
- egy kiválasztott alternatívához tartozó paraméterek változásának hatása a rangsorra, illetve annak vizsgálata, hogy az alternatíva előre vagy hátra léphet-e a rangsorban a megadott intervallumok alkalmazása esetén.

Az említett vizsgálatok matematikai háttérének részletes leírása a [30] dolgozatban található.

3.3 Adatbázisok és kezelésük a WINGDSS rendszerben

Nagymértékben növeli a csoportos döntéstámogató rendszerek, és természetesen az eredmények használhatóságának körét, ha a döntési feladathoz szükséges bemenő és számított adatok a rendszertől függetlenül tárolhatók, ugyanakkor a rendszer és az adatbázisok közötti dinamikus kapcsolat révén az adatbázisok a rendszerből is módosíthatók.

A WINGDSS rendszer működéséhez szükséges és a használata során keletkező adatok a következők:

- a szakértők személyi adatai (név, szakterület, ...),
- az alternatívákra vonatkozó tényadatok,
- a döntési szempontok (fába rendezve),
- a döntéshozók által adott szempont súlyok (preferenciák) és szubjektív minősítések az alternatívák egyes attribútumaira,
- a döntéshozók szakértelmét, prioritását jelző szavazóerők,

- a döntési paraméterekben adható bizonytalansági intervallumok,
- az értékelés részeredményei a szempontfa egyes szintjein (a minősítő eljárással kapott pontszámok a szempontfa levelein, majd a magasabb szinthez tartozó számított értékek),
- az értékelés végeredménye, azaz az alternatívák végső pontszáma,
- az értékelés rész- és végeredményében adódó bizonytalanságok döntéshozónként, illetőleg aggregálva,
- az érzékenység-vizsgálatnál felsorolt kérdésekre adott válaszok.

A bemenő adatbázisok a rendszerből is létrehozhatók, lekérdezhetők, jogosultság esetén módosíthatók. A minősítő eljárások is tárolhatók a rendszertől függetlenül, text fájlokban. Ez a tárolási mód sok előnnyel jár:

- tetszőleges, dBase kompatibilis adatbázis-kezelőnek átadhatók (DOS, illetőleg WINDOWS alatt),
- a WINGDSS rendszerben az ilyen típusú adatok bármikor, több döntési feladatban (természetesen, a szükséges módosításokkal) felhasználhatók,
- az eredmények más rendszerekkel is feldolgozhatók.

A szempontfa és az adatok megjelenítéséhez szükséges elemek (adatboxok, adatlapok) is feladattól függetlenül tárolhatók, ezáltal egy szempontfa, adatmegjelenítési forma többször használható.

3.4 Nyomtatás

A WINGDSS döntéstámogató rendszer a fontos adatokat, főbb eredményeket a monitoron folyamatosan kijelzi. Emellett természetes igényként merül fel mindezen információknak nyomtatott formában való rögzítése is. Ez az elért eredmények archiválását és dokumentálását is lehetővé teszi.

A nyomtatással kapcsolatban az alapvető nehézséget az jelentette, hogy míg a képernyőn tetszőlegesen nagyméretű ábrákat lehet az ablak görgetése segítségével megjeleníteni, addig egy kinyomtatható lap mérete korlátozott. Másrészt, míg a képernyőn történő megjelenítésnél elsődleges szempont az interaktivitást szolgáló eszközök kényelmes használhatósága, addig a nyomtatásnál alapvetően az adatok tömör és áttekinthető dokumentálására kell törekedni.

A WINGDSS rendszerben a kinyomtatandó adatok meghatározásához egy kényelmes felhasználói felület áll rendelkezésre. A szempontfa kivételével az összes adat egy, kettő, illetve három kulcs szerint rendezhető. A kulcsok alatt a döntéshozót, az alternatívát, a szempontot és a második alternatívát (a differenciához) értjük. Például az alternatívára adott egyéni minősítés függ az

alternatívától és a szemponttól. Az adatok szerkezete, mérete nagyon változó lehet, például egyszer sok döntéshozó fordul elő, másszor sok alternatíva. Ezért a megjelenítést rugalmasan kell kezelni és a felhasználóra kell bízni a csoportosítást, a külalak megtervezését.

Alapvetően kétféle nyomtatási lehetőség létezik. Az egyik esetben az adatok egyszerű táblázatos formában jelennek meg. Az első táblázatban azok az adatok, amelyek csak az elsődleges kulcstól, a másodikban azok, amelyek csak az első két kulcstól függenek és így tovább. A táblázatok első oszlopaiban jelennek meg az aktuális kulcsértékek:

[ALT]	neve			
Komm. hull	hulladék			
[ALT]	[DM]	utónév	QA	gQA
Komm. hull	Barna	István	22.58	38.80
Komm. hull	Fekete	Elek	12.56	56.12
[ALT]	[DM]	[CRIT]	QAC	gQAC
Komm. hull	Barna	első. hat.	12.91	13.09
Komm. hull	Barna	másod. hat.	56.89	26.91
Komm. hull	Fekete	első. hat.	21.45	13.09
Komm. hull	Fekete	másod. hat	34.56	26.91

A másik lehetőség az, hogy ugyanezek az adatok strukturáltan, az alsóbb szintű kulcsoktól is függő tételek beljebb kezdődően kerülnek kinyomtatásra. Így elkerülhető a magasabb szintű kulcsok felesleges ismétlése:

[ALT]	neve		
Komm. hull	hulladék		
[ALT]			
Komm. hull			
[DM]	utónév	QA	gQA
Barna	István	22.58	38.80
Fekete	Elek	12.56	56.12
[ALT]			
Komm. hull			
[DM]			
Barna			
[CRIT]	QA	gQA	
első. hat.	12.91	13.09	
másod. hat.	56.89	26.91	
[ALT]			
Komm. hull			

[DM]		
Fekete		
[CRIT]	QA	gQA
első. hat.	21.45	13.09
másod. hat.	34.56	26.91

A táblázatok egy-egy sora tetszőlegesen hosszú lehet és általános esetben nem is fér el egy – pl. A4-es – lapon. Ezért a nyomtatást végző eljárás először elkészíti a táblázat egy sorát, majd ha ez egy lapra kifér, úgy hagyja, ha nem, akkor egy szövegszerkesztőhöz hasonló módon betördeli. Természetesen ekkor minden egyes adathoz külön ki kell írni a nevét. Az áttekinthetőség érdekében a paragrafusok – maradva a szövegszerkesztős hasonlatnál – között nagyobb a távolság, mint a normál sorok között. Ezzel az eljárással tetszőlegesen nagy adatstruktúra kinyomtathatóvá vált.

A szempontfát a fastruktúra megjelenítéséhez igazodó bekezdésekkel lehet kinyomtatni, ami meglehetősen tömör, de a monitoron megjelenő grafikus ábrázoláshoz képest kevésbé szemléletes. A grafikus nyomtatás elkészült, lényege, hogy egy kinyomtatott oldalon csak a fa egy kis részlete látható a teljes fához az oldalakat megfelelően össze kell illeszteni.

4. Döntési feladatok megoldása a WINGDSS rendszerrel

A rendszer fejlesztésével párhuzamosan több döntési modell felépítése is megtörtént. A gyakorlati alkalmazások ösztönzőleg hatottak a fejlesztésre, kijelölve annak irányait.

A rendszer 2.1 [9] változatával értékeltünk szociális pályázatokat a Népjóléti Minisztérium megbízásából. A pályázatokat több döntéshozó értékeltte, egymástól függetlenül, azonos szempontrendszer alapján. A szempontok szubjektívek voltak, azaz a levél-szempontok minősítési értékei függtek a döntéshozóktól. A rendszer ezen változata nehezen kezelte az ezernél több pályázatot, illetve azok adatait, így született meg az igény, hogy az alternatívákat és a hozzájuk tartozó adatokat adatbázisban tároljuk, sőt a modellben szereplő alternatívákat adatbázisból válogassuk ki, szűrő feltételek alapján.

Ugyanezzel a változattal készült el egy *környezetértékelési modell* is a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium megbízásából, különböző környezeti egységeknek minősítési értékeket adva, kb. 100 szempont figyelembevételével. A sok objektív szempont (a levél-szempontok minősítési értékei függetlenek a döntéshozóktól) kezelésének megkönnyítésére szétválasztottuk a szubjektív és az objektív szempontokat. Az elsónél az egyes döntéshozók

szubjektív ítélete a mérvadó, míg a többi döntéshozóktól függetlenül értékelhető. A modellépítés egyik legnehezebb lépése a súlyrendszer meghatározása, amelyet a saját fejlesztésű súlyfinomító modul segít.

A 2.1 [9] változatnál már megvalósult az alternatívák adatbázisban való tárolása, ami lehetővé tette a rendszer kipróbálását éles adatbázisokon. A feladat *szállodák vagyoneértékének* megállapítása volt. Ezt a modellt részletesen is ismertetjük. A modell érdekessége, hogy nem az alternatívák relatív sorrendjét, hanem abszolút közgazdasági értékeket kellett meghatározni közgazdasági és szubjektív értékelések alapján. Ezért szükségessé vált a közgazdasági értékek paramétereinek (diszkontáló ráta, tőkésítési kamatláb) érzékenység-vizsgálata, azaz mennyire függ az értékelés ezek megválasztásától.

Az adatok és levél-szemponatok szétválasztására is sor került. Az adatlap szerkesztő modul rugalmas, könnyen kezelhető eszköz a különböző típusú adatlapok definiálására, amelyek az adatok adatbázisokba történő felvitelét és módosítását könnyítik meg.

Az *Alföld környezetvédelmi problémái* vizsgálatában kb. 60 döntéshozó vett részt. A rendszerben megadható döntési paraméterek (ez esetben szavazóerők) beállítása fáradságos és időigényes feladat volt. A legújabb változatban a döntési feladat számos paramétere alapértelmezésben megadható, s csak az attól különbözőket kell megváltoztatni.

4.1 Vagyoneértékelés

Kísérletképpen a WINGDSS rendszer 2.1 változatával vagyoneértékelést végeztünk néhány szállodára [7].

A szállodák vagyoneértékeléshez közgazdaságtani jellemzőket és néhány, szubjektív megítélésre lehetőséget adó szempontot vettünk figyelembe.

Mint az 1. ábrán is látható, a szempontokat három fő csoportra osztottuk:

- *közgazdasági,*
- *piaci,*
- *egyéb* minősítő szempontok.

A közgazdasági szempontok háromfélék: *állag, hozam, goodwill*; piaci szempont a *piaci ingatlan érték*; az egyéb minősítő szempontok hétfélék: *besorolás, szobaeladás, vendégösszetétel, szolgáltatások, szobafoglaltság, szobaeloszlás, személyzet minősége (management).*

A WINGDSS rendszer függvény-szerkesztő moduljával készültek a szempontok értékelésére szolgáló függvények.

A hozamot a következőképpen számítottuk:

$$H(p, q, T) = \sum_{i=1}^{T-1} \frac{S_i}{\left(1 + \frac{p}{100}\right)^i} + \frac{S_T}{\frac{q}{100} \left(1 + \frac{p}{100}\right)^T},$$

ahol

T az időszak hossza (év),

p diszkontáló tényező,

q tőkésítési kamatláb,

S_i az i -edik évi nyereség.

Az S_i nyereség az i -edik évbeli bevételek (szobai árbevétel, ételmezési bevétel, egyéb bevételek) és kiadások (fenntartási, ételmezési, tőke-ráfordítási költségek) különbsége. Amennyiben S az utolsó évben negatív, a képletbeli utolsó tag helyett 0-t vettünk. A programban a p diszkontáló tényezőt és a q tőkésítési kamatlábat, valamint az időszak T hosszát a felhasználó adhatja meg, tehát változtatható, a többi érték adatbázisból nyerhető.

Az épület állagot a következőképpen számítottuk:

$$A(a, e, f) = K + a \cdot e \cdot E + f \cdot F,$$

ahol

K a készletek, berendezések értéke,

E az épület összterülete,

F a telek összterülete,

e az épület fajlagos értéke,

f a földterület fajlagos értéke,

a az épület korszerűsítési tényezője.

Az állag és a hozam kombinációjával számítottuk a *goodwill*-t:

$$G(A, H, p, T) = A + \frac{H - A \cdot \frac{p}{100}}{1 + \frac{p}{100}}.$$

Ha a szállodát nem szállodaként, hanem ingatlanként kívánják értékesíteni, lényeges az épület $P(e, f)$ piaci értékének meghatározása:

$$P(e, f) = e \cdot E + f \cdot F,$$

ahol

- E* az épület összterülete,
- F* a telek összterülete,
- e* az épület fajlagos értéke,
- f* a földterület fajlagos értéke.

Mindhárom számításban az *E*, *F*, *K* értékek adatbázisból nyerhetők, míg az *e*, *f* fajlagos értékeket, valamint a kamatlábakat és a korszerűsítési tényezőt a szakértők adhatják meg.

A WINGDSS rendszer lehetőséget ad szubjektívebb, a döntéshozó személytől részben függő minősítésre is a szállodák összehasonlítása érdekében, ezért figyelembe vettük még az alábbi jellemzőket is, melyek az egyéb kategóriába kerültek.

A szálloda a kategória besorolás feltételeinek eleget tesz-e a 18/1979(X.17) BkM rendelet (a kereskedelmi szálláshelyek osztályba sorolásáról, XIII/37 Közlöny) szerint, azaz minden egyes kötelező szolgáltatás hiánya a kategória értéket eggyel csökkenti, és a kapott kategóriaértéket az eredeti kategóriaértékhez viszonyítjuk.

Szobaeladás: kategóriánként a szakértő megállapíthatja az optimális átlagos napi szobaárbevételt, ehhez viszonyítjuk a tényleges átlagos napi szobaárbevételt, az optimális felmérési időszak pedig a teljes év.

Vendégösszetétel: a fejlett országbeli vendégek száma az összes vendég számának százalékában.

Szolgáltatások: az adatbázisból kiolvasható, a képernyőn megjelenő szolgáltatások alapján a szakértő 0-100-ig pontozza a szállodákat.

Szobafoglaltság: a tényleges szobafoglaltságot az optimálisnak tekintett 80%-os foglaltsághoz viszonyítjuk.

Szobaeloszlás: a szobák megoszlását abban az esetben tekintettük optimálisnak, ha a kétágyas szobák aránya 70%, az egyágyas szobák+lakosztályok aránya 10%, a többi pedig 20%.

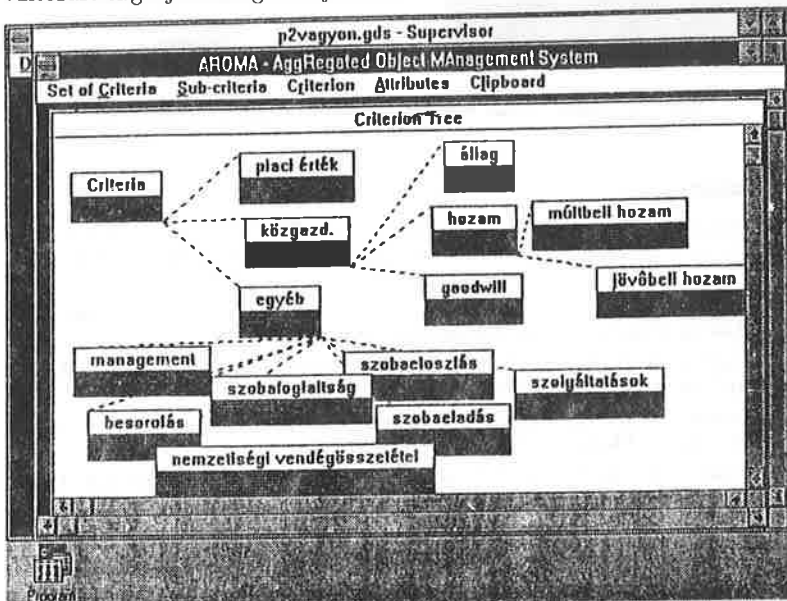
Lehetőség van még a személyzet jellemzésére (a vezetők és a beosztottak aránya, a vezetők felkészültségi szintje alapján) ehhez azonban nem kaptunk adatokat.

A WINGDSS rendszer csoportos minősítésre készült. Ez azt jelenti, hogy jelen esetben a szállodákat több szakértő együttesen értékelheti, különbözően súlyozva az egyes szempontokat, a hozam és goodwill számításnál különböző diszkontáló tényező értéket, kamatlábat véve figyelembe. Hasonlóan döntéshozóként változhat a korszerűsítési tényező az állagszámításnál, vagy a szolgáltatások, a management minősítések a pontszám.

A WINGDSS rendszerben megtehetjük, hogy az egyes szempontok szerinti eredményeket tetszőlegesen kombinálva vizsgáljuk. Ez a szempontok súlyozásával valósítható meg: ha egy szempontot vagy szempontcsoportot el

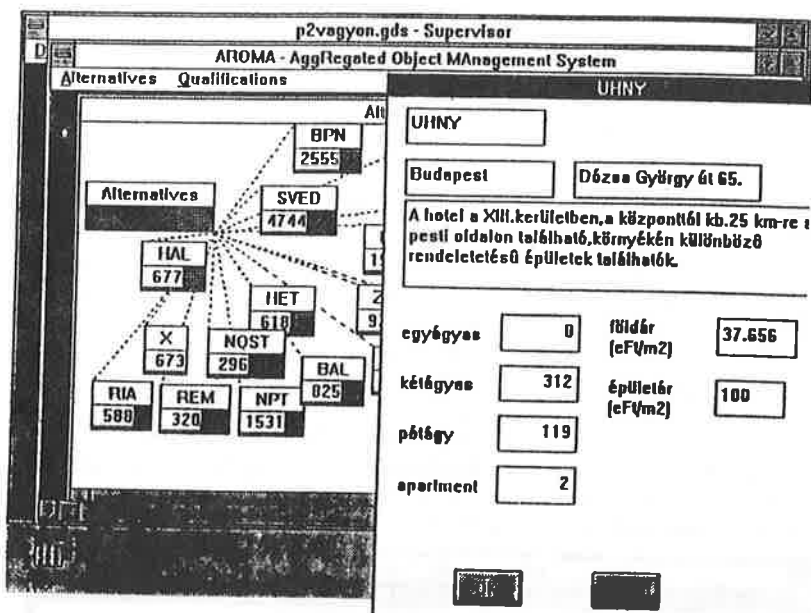
akarunk hagyni, nulla súlyt adunk neki. A nem nulla súlyok is változtathatók aszerint, hogy a döntéshozó milyen fontosságot tulajdonít egy-egy szempontnak. Természetesen az értékelés végeredménye függvénye a súlyok értékeinek.

A szempontok értékeléséhez szükséges adatok, akár számok, akár szöveges információk vagy logikai feltételek, a WINGDSS rendszerben minden egyes szempontnál, az éppen értékelendő szállodára érvényes módon jelennek meg a számítógép képernyőjén (lásd a 2. ábrát). Bizonyos adatok (pl. diszkontáló tényező a hozam vagy goodwill számításakor, szakértői minősítési tényező az épület állagára vonatkozóan) az egyes szakértők által adandók meg, míg a szállodákra vonatkozó tényadatokat adatbázisban tároljuk, s onnan jelenítjük meg a képernyőn. Ez a modell adta az ötletet az érzékenység-vizsgálat modul kifejlesztéséhez. Lényegesnek bizonyult annak vizsgálata, hogy a súlyok adott mértékű változtatása esetén (tehát például minden súlynál 50%-os eltérést megengedve) hány százalékban változik a szállodák vagyoneértéke, azaz a gyökér-szemponthoz tartozó szám, s ez a változás hogyan borítja fel a korábbi, fix súlyokhoz tartozó sorrendet. Fordítva, ha azt kívánjuk, hogy két szálloda „helyet cseréljen”, akkor mondja meg a rendszer, hogy mekkora százalékos változást engedjünk meg a súlyoknál.



Append new node Left: choose node lower area

1. ábra: Az értékelési szempontok fa struktúrába rendezve



2. ábra: A szobaelosztás minősítésekor megjelenő információk

Irodalom

1. Angehrn, A. A., Modeling by Example: A Link Between Users, Models and Methods in DSS, *European Journal of Operations Research* 55 (1991) 269–308.
2. Angehrn, A. A., Designing Humanized Systems for Multiple Criteria Decision Making, *Human System Management* 10 (1989) 221–232.
3. Angehrn, A. A., Jelassi, T., DSS Research and Practice in Perspective, *Working Papers INSEAD 93/04/TM*.
4. Arimoto, S., An Algorithm for Computing the Capacity of Arbitrary Discrete Memoryless Channels, *IEEE-IT* 18 (1972) 14–20.
5. Brans, J. P., Vincke, Ph., A Preference Ranking Organization Method, *Management Science* 31 (1985) 647–656.
6. Bridgman, P. W., *Dimensional Analysis*, Yale University Press, New Haven, 1963.
7. Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T., Turchányi, P., A Decision Model for Appraisal of Hotels, *Proceeding of the Third Conference on Artificial Intelligence*, ed.: P. Koch, John von Neumann Society for Computer Sciences, 1993, 69–78.

8. Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T., Turchányi, P., A Flexible Framework for Group Decision Support: WINGDSS 3.0, *Annals of Operations Research* (1995) (in print).
9. Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P., Vermes, M., Research and Development for Group Decision Aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows Based GDSS, *Decision Support Systems* 14 (1995).
10. Csiszár, I., Why Least Squares and Maximum Entropy? An Axiomatic Approach to Inverse Problems, *The Annals of Statistics* 19 (1991) 2032–2066.
11. De Sanctis, G., Gallupe, R. B., A Foundation for the Study of Group Decision Support Systems, *Management Science* 23 (1987) 589–609.
12. Dobó, A., Szajcz, S., A hasonlósági függvény és néhány tulajdonsága, *Sigma* 1-2 (1977) 25–48.
13. Dobó, A., Számítógépes összehasonlító minőségértékelési módszerek, *Minőség és Megbízhatóság* 5 (1987) 359–365.
14. Dyer S., Sarin, K., Measurable Multiattribute Value Functions, *Operations Research* 27 (1979) 810–822.
15. Fishburn, P. C., *Utility Theory for Decision Making*, John Wiley & Sons, New York, 1970.
16. Fishburn, P. C., *Decision and Value Theory*, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, 1964.
17. Fleming, P. J., Wallace, J. J., How Not to Lie with Statistics: the Correct Way to Summarize Benchmark Results, *Communications of the ACM* 29 (1986) 218–221.
18. Forgó, F., Temesi, J., Computer Aided Licence Selection, *Engineering Costs and Production Economics*, 11 (1987) 161–170.
19. Futó, I., Gábor, A., Temesi, J., The Risk Evaluation Expert System of World EXPO 1996, *Journal of Computing and Information Technology* 1 (1993) 57–68.
20. Kapur, J. N., *Maximum-entropy Models in Science and Engineering*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, 1989.
21. Keeney, R. L., Multiplicative Utility Functions, *Operations Research* 22(1974) 22–34.
22. Keeney, R. L., Group Preference Axiomatization with Cardinal Utility, *Management Science* 23 (1976) 140–145.
23. Keeney, R. L., Building Models of Values, *European Journal of Operations Research* 37 (1988) 149–157.
24. Kindler, J., Papp, O., *Komplex rendszerek vizsgálata*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1977.
25. Klafszky E., Ottmár, B., An Application of the Informational Divergence by Evaluating Building Structures, *Proceedings of the Bicentury Anniversary of Technical University of Budapest*, 1983, 65–68.
26. Klafszky, E., A Hölder-Young eltérés és alkalmazása a többtényezős értékelés feladataiban, *Tanulmány a PRODINFORM számára*, Budapest, 1992.

27. Korhonen, P., Moskowitz, H., Wallenius, J., Multiple Criteria Decision Support – A Review, *European Journal of Operations Research* 63 (1992) 361–375.
28. Kullback, S., Leibler, P., On Information and Sufficiency, *Annals of Mathematical Statistics* 22 (1951) 79–86.
29. Kullback, S., *Information Theory and Statistics*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, 1959.
30. Mészáros Cs., Rapcsák, T., A Sensitivity Analysis on Decision Problems, Research Report CAI HAS WP 93–7 (June 1993) accepted in *Decision Support Systems*.
31. Pór, A., Stahl, J., Temesi, J., Decision Support System for Production Control: Multiple Criteria Decision Making in Practice, *Engineering Costs and Production Economics* 20 (1990) 213–218.
32. Roy, B., Vincke, Ph., Multicriteria Analysis: Survey and New Directions, *European Journal of Operation Research* 8 (1981) 207–218.
33. Saaty, T. L., Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science* 32 (1980) 841–855.
34. Saaty, T. L., The Analytic Hierarchy Process: A 1993 Overview, *Central European Journal for Operations Research and Economics* 2 (1993) 119–137.
35. Soofi, S., Retzer, J., Adjustment of Importance Weights in Multiattribute Value Models by Minimum Discrimination Information, *European Journal of Operations Research* 60 (1992) 99–108.
36. Temesi, J., Szubjektív információk kezelése a többtényezős problémák megoldásában, *Sigma* 1-4 (1991) 53–62.
37. Temesi, J., Stahl, J., An Application of Group Decision Methods for Tender Evaluation, *P.U.M.A. Ser. C* 2 (1991) 15–22.
38. Vincke, Ph., *Multicriteria Decision-aid*, John Wiley & Sons, New York, Chichester, 1989.

GROUP DECISION SUPPORT ON PC UNDER MS WINDOWS

WINGDSS is a flexible framework for group decision support, on PC-s in Microsoft Windows environment, with a dynamic connection to dBase compatible databases, an interpreter for defining problem specific evaluation procedures and a lot of interactive features from the data form editor for user-friendly data query and input until the sensitivity analysis on individual/group ranking. It has a possibility for access to other softwares, like EXCEL and GIS.