

Budapesti Corvinus Egyetem
MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézetébe kihelyezett
Gazdasági Döntések Tanszék

Rapcsák Tamás

Többszemponútú döntési problémák

II. Esettanulmányok a WINGDSS szoftverrel

Egyetemi oktatáshoz segédanyag



2007.

Tartalomjegyzék

II.1. A WINGDSS 4.1 szoftverrendszer ismertetése	4
II.1.1. A WINGDSS 4.1 rendszerrel megoldható döntési feladat jellege	5
II.1.2. A döntési folyamat fázisai	5
II.1.2.1. A döntési feladat felépítése	5
II.1.2.2. Az egyéni döntéshozatal lépései	6
II.1.2.3. Csoportos döntéshozatal	7
II.1.2.4. Érzékenységvizsgálat	7
II.1.2.5. Stabilitásvizsgálat	8
II.1.3. A WINGDSS rendszer hardver- és szoftver-igénye	8
II.2. Pályázatok értékelése	9
II.2.1. A közbeszerzési törvény értelmezése a benne szereplő többszempon- tú csoportos döntési feladat vonatkozásában	9
II.2.2. Alkalmazási munkák	10
II.2.3. Mit enged meg a közbeszerzési törvény?	13
II.2.4. A 2003. évi CXXIX. közbeszerzési törvényről, a csoportos döntési feladat vonatkozásában	15
II.3. A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata	31
II.3.1. Bevezetés	31
II.3.2. A felhasznált módszertan	32
II.3.3. A döntési modell felépítése	33
II.3.3.1. Az alternatívák kiválasztása	33
II.3.3.2. Az értékelési szempontok meghatározása	33
II.3.3.3. A döntéshozók kijelölése	36
II.3.4. A döntési modell megoldása	37
II.3.4.1. Az összesített mutatók értékeinek a meghatározása	37
II.3.4.2. Hasznossági függvények	38
II.3.4.3. A döntéshozói súlyok megadása	38
II.3.4.4. A döntési modell alapadatai	40
II.3.5. Eredmények	40
II.3.6. A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata során fel- használt anyagok	46
Irodalomjegyzék	47

II.4. Döntési és környezeti modellezés	49
II.4.1. A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőségi modellezése többszempon- tú döntési módszerek felhasználásával	49
II.4.1.1. Környezetvédelem és döntéshozatal	49
II.4.2. Új döntési technológia	50
II.4.3. A vízminőség javítása a Dél-pesti Szennyvíztisztító szennyvizének átve- zetésével a Dunába	51
Irodalomjegyzék	60
Táblázatok	62
A vízminőség szempontjából releváns jellemzők - 1. Táblázat	62
A kontakt vízi sportok szempontjából releváns jellemzők és a rájuk vonatkozó határértékek - 2. Táblázat	63
A horgászat szempontjából releváns jellemzők és a rájuk vonatkozó határérté- kek - 3. Táblázat	64
A direktívában nem szabályozott, de a vízi élővilág követelményrendszerénél határértékkel rendelkező komponensek és a rájuk vonatkozó határértékek - 4. Táblázat	65
Ábrák 1-10-ig	66
Irodalomjegyzék	74

II.1. A WINGDSS 4.1 szoftverrendszer ismertetése

Az utóbbi évek gazdasági folyamatainak egyik jellemzője az olyan döntési feladatok, problémák megjelenése, amelyek megoldásában különböző szakértelmű, képzettségű döntéshozók vesznek részt. Az *MTA SZTAKI Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztályán* kifejlesztett **WINGDSS 4.1** rendszer személyi számítógépen, Windows környezetben működő, interaktív, csoportos döntéstámogató programrendszer.

A **WINGDSS 4.1** programmal elvégezhető feladatok: döntéselőkészítés, döntéselemzés és döntéstámogatás. Döntéselőkészítés alatt a döntési probléma felismerését, a döntési modell megalkotását értjük. Feltárjuk az alternatív cselekvési lehetőségeket, megvizsgáljuk, hogy milyen szempontok alapján választhatunk a lehetőségek között. A döntéselemzés során a döntés meghozatala és az eredmények analízise kerül előtérbe. Mindkettő egyszerre jelent közelítmódot és a módszerek tárházát. A döntéstámogatás alatt az egész döntési folyamat támogatását értjük.

A döntéshozatal folyamata a döntési helyzet észlelésével, a döntés szükségességének felismerésével kezdődik. A helyzetfelmérés, majd helyzetelemzés során a döntési problémát jellemző információk összegyűjtése, feldolgozása és analízise valósul meg.

Ennek eredményeképpen a döntési helyzet pontosan azonosítható. E szakasz időigényének megállapítása már önmagában is döntési kérdés, ugyanis a helyzetfelmérés elhúzódása veszélyezteti a döntés időbeni meghozatalát, sőt az összegyűjtött információk aktualitását is. A döntési probléma feltárása lehetővé teszi a döntési alternatívák, célok és értékelési szempontok felállítását, korlátozó feltételek megállapítását. A gyakorlatban iteratív folyamatról beszélhetünk, amelyben a döntéshozatali munka előrehaladtával új információk birtokában az alternatívák, célok, szempontok, feltételek egyaránt, kisebb-nagyobb mértékben megváltozhatnak.

A számítógépes döntéstámogatási módszereknél általánosan megfigyelhető tendencia az alternatívák értékelésének számszerűsítésére való törekvés. Esetünkben a többszempontú hasznosságértékelés technikáját alkalmazva minden alternatívához univerzális mérőszámot rendelünk, ami az alternatíva „jóságát” jellemzi.

Gyakran nem azonos a döntéselőkészítő és a döntéshozó személye. Ilyenkor különösen fontos a döntéshozó valódi akarátának és céljainak megismerése, a döntéselőkészítő ugyanis jelentős mértékben segítheti a döntéshozót abban, hogy az utóbbi helyesen ítélje meg a szempontok fontosságát.

Csoportos döntés előkészítésekor bonyolítja a helyzetet, hogy az egyes döntéshozók célja és preferenciarendszere általában különböző. A rendelkezésre álló erőforrások korlátozott volta miatt bizonyos célok elérése csak más célok rovására történhet, a célok között tehát ellentmondások lehetnek, ami konfliktus forrást jelent.

A döntéstámogatási eszközök és technológiák egyre bővülő választéka a hatékonyság növelésének a lehetőségét teremti meg. A korszerű döntéstámogató eszközök alkalmazása nem csökkenti a döntéshozók személyes felelősségét, a döntési technológiát igénylő döntéshozókon és a technológiát alkalmazó döntéselemzőkön múlik egy-egy döntés sikere.

A **WINGDSS 4.1** rendszer a döntési folyamat több fázisában alkalmazható. Segít a feladat alapelemeinek (döntéshozók, alternatívák, értékelendő szempontok) meghatározásában és a döntési feladat strukturálásában. Elősegíti a szakértők egyéni véleményének figyelembevételét. Megmutatja a döntés bizonytalan pontjait. Kísérletezésre, döntési modellek összehasonlítására is jól alkalmazható, minthogy a rendszer döntési paramétereit rugalmasan változtathatók. Ezzel nagymértékben támogatja a döntéshozók számára megfelelő döntés megszületését.

II.1.1. A WINGDSS 4.1 rendszerrel megoldható döntési feladat jellege

Természetesen, nincs univerzális döntéstámogató rendszer, a döntési helyzeteket viszont csoportosítani lehet a feladat jellege alapján. A **WINGDSS** rendszerrel megoldható feladatok modelljének alapvető jellemzői:

- a döntést egy vagy több résztvevő hozza közösen, céljuk a megegyezés;
- több alternatíva közül kell egyet kiválasztani, vagy az alternatívákat rangsorolni;
- a választás vagy rangsorolás több, eltérő jellegű szempont figyelembevételével történik; vannak objektív, az alternatívákat a döntéshozói megítéléstől függetlenül értékelő szempontok, de sok esetben az értékelés a döntéshozó személyes véleményének függvénye, ezek az ún. szubjektív szempontok;
- az alternatívák rangsorlásához minden szempont értékelése számszerűsíthető;
- a szempontrendszerben a döntéshozók közösen állapotodnak meg;
- természetesen van lehetőség arra, hogy a szempontok között a döntéshozók egyéni leg különbséget tegyenek, egyes szempontokat az értékeléskor figyelmen kívül hagyjanak (egyéni súlyozás), de megállapodhatnak abban is, hogy minden döntéshozó azonos súlyrendszert használ (közös súlyrendszer);
- a döntéshozók hozzáértése közötti különbséget is érvényre lehet juttatni, egyes döntéshozók értékelését valamely szempont esetén figyelmen kívül is lehet hagyni (szavazóerők).

II.1.2 A döntési folyamat fázisai

II.1.2.1. A döntési feladat felépítése

A **WINGDSS 4.1** rendszerben a döntéshozatal a döntési probléma felépítésével kezdődik. Egy arra jogosult személy, a döntéselőkészítő (supervisor), kényelmes eszközökkel beviszi a rendszerbe a feladat komponenseit: megadja az értékelendő *alternatívákat*, regisztrálja a *döntéshozókat*, felépíti a *döntési szempontok fáját*, megadja a *minősítési pontszámok alsó és felső határát*, beállítja az *egyéni/konszenzusos súlyozást* és végül megadja a döntéshozók *szavazóerőit*.

A döntési feladat felépítésének ezen fázisaiban természetesen a döntéshozók is részt vehetnek. A döntéshozók elképzelései alapján a döntéselőkészítő személy építi fel a feladatot. A „döntéshozó szavazóerejének (jogkörének) meghatározása” a következőt jelenti: meg kell határozni, hogy a döntéshozó az egyéni, illetve a csoportos döntéshozatal mely lépéseiben vehet részt, valamint szakértelme alapján az egyes szempontok súlyozásában és az alternatíváknak a szempontok szerinti minősítésében milyen mértékben (százalékban) veendő figyelembe a véleménye az egyéni vélemények aggregálása (összegzése) során.

Megadható a szempontok fontosságát kifejező közös súlyrendszer is, ebben az esetben minden szakértő ugyanazt a súlyrendszert használja.

A döntési szempontokat fastruktúrába kell rendezni a rendszerbe beépített **Szempontrendszer-szerkesztő** modul segítségével. A legáltalánosabb szempont, a fa gyökere mutatja a fő célt, ezt bontjuk tovább egyre speciálisabb alszempontokra. A tovább már nem bontott, úgynevezett levélszempontokon történik az alternatívák értékelése.

II.1.2.2. Az egyéni döntéshozatal lépései

Az alábbi lépéseket a döntéshozók egymástól függetlenül (és jogkörüknek megfelelően) végzik.

A döntési szempontok súlyozása

A döntéshozók egyéni súlyrendszer esetén egymástól függetlenül alakítják ki véleményüket a szempontok egymáshoz viszonyított fontosságáról, azaz meghatározzák a döntési szempontok súlyrendszerét. A súlyokat a döntéshozók explicit módon adják meg, de a súlyokra „től-ig” határ is megjelölhető; az utóbbi esetben a súly a megadott értékek között változhat. A **WINGDSS 4.1** ezt a döntéshozói bizonytalanságot is tudja kezelni, ennek módját az „Érzékenységvizsgálat” című részben ismertetjük. A súlyok korrekciójára egy páros összehasonlítást végző algoritmus (ún. súlyfinomítás) is rendelkezésre áll. A súlyfinomítási eljárás közös súlyrendszer esetén is használható.

A döntési alternatívák értékelése

Minden alternatívát értékelni kell a levélszempontok szerint. Az értéklés az előkészítés során meghatározott alsó és felső ponthatárok közé eső számokkal történik. A szubjektív (döntéshozóktól függő, szubjektív attribútumokkal jellemezhető) szempontok esetén a döntéshozók egyenként megadják a pontszámokat. Az objektív, azaz a döntéshozóktól függetlenül értékelhető szempontok pontszámait értelemszerűen csak egyszer kell megadni. Itt is lehetőség van a döntéshozók bizonytalanságainak kifejezésére „től-ig” pontszámérték megadásával. Minden értéklés azonnal bekerül a **WINGDSS 4.1** adatbázisába, a rendszer mindig a legutolsó értékeléssel dolgozik tovább.

Az egyes döntéshozók értékelései egymástól függetlenek. A szavazóerők révén lehetőség van arra, hogy egyes szempontcsoportokon eltérő mértékben vegyék figyelembe

egy-egy döntéshozó értékeléseit - vagy akár figyelmen kívül is hagyhatják azokat - a szakértő adott szempontra vonatkozó kompetenciájának megfelelően.

Egyéni rangsorok kialakítása

Miután egy döntéshozó bevitte a rendszerbe a szempontok súlyait, és megtörtént az alternatívák értékelése az összes szempont szerint, a rendszer elkészíti a szóban forgó döntéshozó egyéni értékelési rangsorát az alternatívákra vonatkozóan. Ebben a rangsorban minden alternatíva egy összesített pontszámot kap. A pontszámot a program a levélszempontokra adott értékelések, a szempontfa súlyai és a szempontfa struktúráját figyelembe vevő, rekurzívan kiszámított súlyozott számtani közepekből képezi. Az imént vázolt eljárást a szakirodalom a MAUD (multiattribute utility decomposition) technika néven ismeri.¹

Természetesen, ha a döntéshozók a súlyokra vagy az értékelésekre bizonytalansági határokat adnak, az értékelés rész- és végeredményében is megjelennek a megfelelő „től-ig” értékek.

II.1.2.3. Csoportos döntéshozatal

Miután az összes döntéshozó elkészítette saját egyéni rangsorát, sor kerülhet a csoportos döntés kialakítására. A **WINGDSS 4.1** rendszerben ennek a módszere nem az egyéni rangsorok aggregálása, hanem az egyéni pontszámoknak, illetve súlyoknak a szavazóerőkkel történő súlyozott átlagolása, majd az így kapott pontszámoknak a csoportos súlyok szerinti aggregálása.

Az aggregált (összesített) rangsort általában nem minden döntéshozó tudja vagy akarja elfogadni. Ilyenkor különösen nagy szerepet kapnak azok a vizsgálatok, amelyeket az „Érzékenységvizsgálat” című részben ismertetünk. Röviden összefoglalva: az érzékenységvizsgálati algoritmus azt adja meg, hogy a csoportos minősítési értékek mennyiben függenek az adatok bizonytalanságától, és azt is megmutatja, mennyire stabil a kialakult alternatíva-rangsor, azaz a megadott bizonytalanság mellett változhatnak-e a súlyok vagy az értékelések oly módon, hogy egy alternatíva a rangsorban előbbre vagy hátrébb kerüljön.

II.1.2.4. Érzékenységvizsgálat

A döntési feladat eredményeinek értékelésekor fontos szerepet játszhatnak bizonyos adatok ismert (vagy becsült) bizonytalanságai. A kiértékelés során ezeket az ingadozásokat nem vehetjük figyelembe, hiszen mindenkor konkrétan meghatározott értékekkel dolgozunk. Az érzékenységvizsgálat arra nyújt lehetőséget, hogy ezen bizonytalanságok hatásait többféle szempontból megvizsgálhassuk. Míg a döntési modellben rögzített értékekkel dolgozunk, most számértékek helyett „től-ig” határokat, azaz intervallumokat használunk. Ekkor a számítási eredmények szintén intervallumok. Az érzékenységvizsgálat első mozzanata ezeknek a bizonytalansági intervallumoknak a megadása.

¹Vincke, Ph., Multicriteria Decision-aid, John Wiley Sons, New York, Chichester, 1989.

Intervallumokat adhatunk:

- *döntéshozónként és szempontonként*: az egyéni súlyozás értékeire és a szavazóerő értékeire,
- *alternatívánként, döntéshozónként és szempontonként*: egyéni értékelésekhez,
- *szempontonként*: csoportos súlyozáshoz konszenzusos súlyozás esetén.

Kétféle érzékenységvizsgálatot végezhetünk:

1. Hogyan hatnak a bizonytalanságok a csoportos döntés során keletkező súly- és minősítési értékekre?
2. Hogyan hatnak a bizonytalanságok az alternatívák rangsorára, azaz a megadott bizonytalanságok mellett elképzelhető-e, hogy egy bizonyos alternatíva megelőz egy másik alternatívát a rangsorban?

Ez utóbbi probléma, bizonyos értelemben, fordítva is vizsgálható (ún. stabilitásvizsgálat). Ezt a következő bekezdésben tárgyaljuk.

II.1.2.5. Stabilitásvizsgálat

A stabilitásvizsgálat során azt vizsgálhatjuk meg, hogy a megadott bizonytalansági intervallumok mellett a rangsor stabil-e, és ha nem, akkor milyen arányban kell ahhoz kicsinyíteni az intervallumokat, hogy a kialakult alternatívarendsor már stabil maradjon. A sorrend stabil volta azt jelenti, hogy nem változik meg, akárhogyan is változnak a paraméterek a bizonytalansági intervallumokon belül.

II.1.3. A WINGDSS rendszer hardver- és szoftver-igénye

A WINGDSS rendszer használata a következő hardver- és szoftver-eszközök birtokában lehetséges:

Hardver:	Az operációs rendszernek és a Microsoft Office követelményeknek megfelelő személyi számítógép, 5 Mbyte szabad merevlemez-terület a rendszer telepítéséhez, floppy meghajtó, legalább 800×600 -as felbontású monitor, VGA grafikus kártya (ajánlott: SVGA kártya),
Szoftver:	Microsoft Windows NT, XP, 2000, angol nyelvű Excel 97 (vagy újabb verzió).

II.2. Pályázatok értékelése

II.2.1. A közbeszerzési törvény értelmezése a benne szereplő többszemponút, csoportos döntési feladat vonatkozásában

Az 1995. évi XL. közbeszerzésről szóló törvény, amely 1995. november 1-én lépett hatályba, többszemponút, csoportos döntési feladat megoldását teszi szükségessé, amelyet bizonyos - a törvényben részletezett - feltételek teljesülése esetén, csak két vagy három értékelési eljárás után lehet befejezettnek tekinteni. Ebből következik, hogy a törvényben foglaltak informatikai háttérének a kialakításához szükség van egy csoportos döntéstámogató szoftverrendszerre (lehetőleg nyílt keretrendszer), amely képes a teljes döntési folyamat támogatására és a különböző szakterületeken jelentkező igények figyelembevételére.

A 95.§-ban részletezett közbeszerzési értékhatárok elérése esetén olyan többszemponút, csoportos döntési feladatokat kell megoldani, amelyekben legalább háromtagú szakértői bizottság vesz részt (31.§(3)). A döntési feladat abban áll, hogy az ajánlatkérő az ajánlati felhívásra beérkező ajánlatokat az ajánlati felhívásban meghatározott értékelési szempontok alapján elbírálja (34.§(1)). A döntéstámogató rendszert fel kell készíteni arra, hogy az ajánlati felhívásban meghatározott feltételeknek megfelelő ajánlatokat

- a.) a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatás, vagy
- b.) az összességében legelőnyösebb ajánlat

szempontja alapján értékelje (34.§(1)).

Amennyiben az ajánlatkérő az ajánlatokat a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatás (34.§(1.a)) szempontja alapján bírálja el, akkor az értékelés során egyrészt ki kell szűrni az ajánlati felhívásnak meg nem felelő ajánlatokat, másrészt meg kell határozni az ellenszolgáltatások összegét és kiválasztani a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatást tartalmazó ajánlatot.

Amennyiben az ajánlattevő az összességében legelőnyösebb (34.§(1.b)) ajánlatot kívánja választani, úgy az értékelési szempontok fontossági sorrendjének a meghatározása is szükséges.

Az eljárás nyertese az, aki az ajánlatkérő részére az ajánlati felhívásban meghatározott feltételek alapján a 34.§(1) bekezdésben meghatározott elbírálási szempontok egyike szerint a legkedvezőbb ajánlatot tette 59.§(1).

Az ajánlatok elbírálása során legfeljebb tízszázalékos mértékű eltérés esetén az arra az árra vonatkozó ajánlatot is egyenértékűnek kell tekinteni, amely alapján a belföldön foglalkoztatottak által előállított érték az árubeszerzés tárgya értékének 50%-át meghaladja 59.§(2).

Építési beruházásra vonatkozó ajánlatok elbírálása során legfeljebb tízszázalékos mértékű eltérés esetén egyenértékűnek kell tekinteni az arra az árra vonatkozó ajánlatot is, amelyben az építési beruházás részét képező árubeszerzés értékének 50%-át meghaladja a

belföldön foglalkoztatottak által előállított érték, illetve, amelyben az alvállalkozói szerződések értékének 50%-át meghaladó mértékben kerül sor belföldi székhelyű (lakóhelyű) alvállalkozók igénybevétele 59.§(3).

Az 59.§(2) és (3) bekezdésben meghatározott tartalmú ajánlatok közül azt az ajánlatot kell előnyben részesíteni, amely alapján a belföldi foglalkoztatottak által előállított érték a legmagasabb 59.§(4).

Abban az esetben, ha az 59.§(2)-(4) bekezdésben foglaltak alapján a nyertes ajánlat nem állapítható meg, egyenértékű ajánlatok esetén előnyben kell részesíteni - ebben a sorrendben - azt az ajánlatot:

- a.) mely környezetbarát védjegyhasználattal rendelkező terméket tartalmaz;
- b.) amikor az ajánlattevőnek a minőségbiztosítási rendszerét - bármely nemzeti rendszerben akkreditált - tanúsító tanúsította 39.§(5).

Eredménytelen az eljárás, ha egyik ajánlattevő sem tett az ajánlati felhívásban foglaltaknak - az ajánlatkérő részére - megfelelő ajánlatot 60.§(1) d.

Az **MTA SZTAKI**-ban kifejlesztett, Windows környezetben futó, **WINGDSS** csoportos döntéstámogató keretrendszer segítségével a közbeszerzési törvényben előírt döntési feladat felépíthető, megoldható és tetszés szerint módosítható a döntési folyamat során. A **WINGDSS** a döntéshozatal teljes folyamatát támogatja, amiből dokumentum szerkeszthető.

Az interaktívan működő, rugalmas keretrendszerrel, a **WINGDSS**-ről több cikk jelent meg, döntéstámogatással foglalkozó, vezető nemzetközi folyóiratokban, (pl. Decision Support Systems, Annals of Operations Research és Journal of Decision Systems).

II.2.2. Alkalmazási munkák

Ebben a részben néhány hazai esettanulmányra hívjuk fel a figyelmet.

- a) A Forgó és Temesi (1987), valamint a Stahl és Temesi (1991) cikkek egy-egy pályázat értékelési esettanulmányt ismertetnek;
- b) szociális pályázatok értékelése
Népjóléti Minisztérium (1991-92)
1500 db pályázat → szűrő feltételek → 250 pályázat maradt;
- c) népszavazási szoftver pályázatok értékelése
BM Választási Iroda (1995);
- d) a **WINGDSS** szoftver telepítése pályázatok értékelésére
Matáv 1992, több példányban;
Posta 1996, pályázatot nyertünk szállítói tenderértékelő szoftverrendszer telepítése témában;

- e) másoló és sokszorosító gépek szállítására, valamint kapcsolódó szolgáltatások teljesítésére vonatkozó pályázatok értékelése

BM Országos Közbeszerzési Főigazgatóság (1998);

- f) 17 párhuzamosan futó, központosított informatikai tender kiértékelése

Miniszterelnökség Közbeszerzési és Gazdasági Igazgatóság (1997, 1998).

Szociális pályázatok értékelése Népjóléti Minisztérium (1991-92)

1500 pályázat érkezett, amiket dBASE adatbázisban bocsátottak rendelkezésünkre.

A nagyszámú pályázat kezeléséhez a következő lépésekre volt szükség:

- 1. lépés:** a pályázatokból ki kellett szűrni a nem megfelelőket egy lényegi szempont alapján; a szűrés után 250 pályázat maradt;
- 2. lépés:** a 250 pályázat értékelése még mindig túl nagy feladatot jelentett, ezért ezeket csoportosítani kellett témák szerint, így az 5 döntéshozónak egyenként kb. 50 pályázatot kellett értékelni a szubjektív szempontok szerint, a végső értékelést pedig a **WINGDSS** szoftverrel határoztuk meg.

A fő szempontok a következők voltak:

cél	↗	pénzügyi vonatkozás	(szubjektív és objektív)
	→	szakmai színvonal	(szubjektív)
	↘	működtetési feltételek	(szubjektív)

Népszavazási szoftver pályázatok értékelése BM Választási Iroda (1995)

A döntési probléma fő jellemzői:

előzetes rendszer	végleges rendszer
3 alternatíva	2 alternatíva
25 szempont (3 szintű fa)	25 szempont (3 szintű fa)
6 döntéshozó	6 döntéshozó

Szállítói tenderértékelő szoftverrendszer telepítése Posta (1996)

A **WINGDSS** szoftverrel pályázatot nyertünk szállítói tenderértékelő szoftverrendszer telepítésére, aminek során az ajánlat kiírója által a rendelkezésünkre bocsátott többszempontú csoportos döntési feladatot kellett megoldanunk egy nap alatt.

A döntési probléma fő jellemzői:

- 3 alternatíva
- 6 szempont
- 10 döntéshozó

csoportos és konszenzusos döntés;

ide tartozik, hogy az értékelés 0-5 skálán történt és a végleges rangsort adó két legjobb érték közötti numerikus különbség 0.16 volt, ami a pontszám kb. 3-3.5% .

Az érzékenységvizsgálat szerint a kialakult sorrend nem volt stabilnak tekinthető, azaz a megadott hibahatárokon belül jelentkező értékváltozások hatására bármely két alternatíva helyet cserélhetett. Tehát, az egyes ajánlatok közötti különbség a konszenzusos értékelésben nem volt szignifikáns.

A csoportos döntést tekintve, jelentős különbség adódott az első két ajánlat, illetve a harmadik helyezett pontszámai között. Ennek szignifikanciáját az érzékenységvizsgálat is megerősítette. Az első két helyezett közötti különbség azonban, hasonlóan a konszenzusos döntés eredményéhez, nem volt lényeginek tekinthető.

Mind a konszenzusos, mind a csoportos döntés során a pontszámokat 0.2-es, a súlyokat pedig 10%-os hibahatárral vettük figyelembe. A döntéshozók egyenlő szavazóerővel rendelkeztek.

II.2.3. Mit enged meg a közbeszerzési törvény?

A közbeszerzési törvény 1995. november 1-én lépett hatályba. A törvény alkalmazása többszempontú csoportos döntési feladat felépítésére és megoldására vezet, ami nem egyszerű feladat. A törvény az alapvető hibái miatt eredeti formájában alkalmatlan volt szorosabb versenyben levő ajánlatok közötti rangsorolásra, ezért – valószínűleg – nagyon sok visszaélés történt. Az alábbi történet², ami velünk esett meg, nagyon jól mutatja a törvény egyik szakmai gyengeségét.

1996 decemberében egy pályázaton indultunk, ahol az ajánlatok felbontása után kiderült, hogy az általunk ajánlott ár fele volt az utánunk következő árnak, a másik két pályázóé pedig, kb. háromszorosa az általunk ajánlott árnak. Ezután kísérlet történt a pályázatunk kizárására, ami csak azért nem következett be, mert akkor a többi, versenyben lévő ajánlatot is ki kellett volna zárni, ezért minden pályázónak pótlólagos információkat kellett benyújtani. Azóta is jellemzőnek tekinthető az a gyakorlat, hogy a túlságosan jó ajánlati árat adó pályázót, aki nem a „várható” győztes, megpróbálják kizárni a pályázatból.

Az ajánlatok elbírálásának a szempontjai az alábbiak voltak.

„A jelen részvételi meghívásban meghatározott feltételeknek megfelelő ajánlatokat az összességében legelőnyösebb ajánlat szempontja alapján bírálja el az ajánlatkérő:

- *az ajánlat szakmai tartalma, megvalósíthatósága, kidolgozottsága;*
- *az ajánlatban szereplő elképzelés illeszkedése a megjelölt anyagokhoz;*
- *a szolgáltatás díja;*
- *garancia, szerviz;*
- *az ajánlattevő szakmai felkészültsége (referenciák);*
- *az ajánlattevő pénzügyi megbízhatósága, a beküldött adatok alapján;*
- *a szolgáltatás időpontja.”*

Ez a szempontrendszer, mint az állatorvosi ló, mutatja, hogy mennyire nem érte el a célját az eredeti törvény. Ilyen semmitmondó, általános szempontok esetén bármelyik pályázat nyerhet, viszont a teljesítés során igencsak nehéz lenne bármit is számonkérni,

²A történet 1996 novemberében, egy számunkra nagyon nehéz év végén kezdődött. Egy, ma már nem létező állami cég képviselője keresett meg bennünket azzal, hogy nagyon kedvező véleményeket hallott a **WINGDSS** módszerről és szoftverről, és úgy gondolja, hogy náluk is szükség lenne rá. Miután részletesen bemutattuk a szoftvert, közölte, hogy nagyon tetszik neki, de néhány apróbb változtatásra lenne szükség, ezért azt javasolta, hogy vegyünk részt a cége által előkészített, hivatalosan is közzétett pályázaton. Fáradtságot és időt nem kímélve, néhány nap alatt elkészítettük a pályázatot és határidőre be is adtuk.

Már az ajánlattételi határidő, 1996. december 12. 14 óra, lejártá után furcsa eseménynek voltunk a tanúi. Az egyik pályázó cég képviselője néhány perccel 14 óra után érkezett meg a pályázattal. Az ajánlatok felbontásánál hivatalosan közreműködő jogász a pályázóval együtt lement a portára, majd visszajövele után közölte, hogy a portás szerint az adott cég képviselője már 14 óra előtt belépett az épületbe, ezért az ajánlata érvényes.

hiszen a szerződéshez a szakmai alapot a pályázat adja. Ebben a pályázati felhívásban a szempontok rangsora sem volt megadva, habár lehetett védekezni azzal, hogy a fontossági sorrend nem más, mint a szempontok sorrendje.

Hogy mi az igazi a probléma ezzel a szempontrendszerrel, arra választ kapunk dr. Inzelt Péternek, az MTA SZTAKI igazgatójának, a Magyar Hírlap 1997. április 3-i számában megjelent hozzászólásából.

„Minden vásárlás alapvető problémája az, hogy szubjektív tényezőket, minőséget kell összemérni a konkrét ajánlati árakkal. Ezt saját zsebére mindenki ösztönösen számtalanszor megteszi, például, amikor arról dönt, hogy fonnyadtabb almát vesz-e 60 Ft-ért vagy szépet 100 Ft-ért. Közpénz esetén azonban ez az összemérés csak akkor lehetséges, ha a szubjektív megítélés szempontjait és azok elfogadható költségét előzetesen - a pályázati kiírásban - meghatározzuk. Mondjuk úgy, hogy 6 cm-nél kisebb átmérőjű alma nem kell, és minden 1 cm többlet az átmérőben 20%-kal magasabb árat ér. Ez a pályázat objektíven és vita nélkül elbírálnak. Ha elbírálnak szempontrendszernek elegendő annyi, hogy az első szempont az, hogy tetszik-e az alma és az ára másodlagos szempont, akkor közbeszerzhetem Józsi haverom almáját különként akár 1000 Ft-ért - nekem ennyire tetszik, persze közpénzen. Nem arra akarok célozni, hogy esetünkben esetleg ez történt volna, csak szemléltetni szeretném, hogy aligha ez a közbeszerzési törvény szándéka. Más kérdés, hogy a közbeszerzési törvényben a jogalkotói szándék ugyanolyan kristálytisztán van megfogalmazva, mint összes többi jogszabályunkban.

Van egy másik apróság is. Civilizált országban elképzelhetetlen, hogy egy cég saját tőkéje 40%-át meghaladó megrendelést vagy hitelt kapjon miután semmiféle kártérítést, felelősséget nem lehet érvényesíteni. Nálunk előfordult, hogy egymillió Ft törzstőkéjű Kft. kapott milliárdos hitelt, de ebből rendszert csinálni nem kellene - ez vezetett a négyszázmilliárdos bankkonszolidációhoz. A cégjegyzék szerint az Bt. 6.000 (Hatezer!) Ft alaptőkével 95. áprilisában bejegyzett cég, ami kevés országban nyerne el többmilliós állami megrendelést. A tenderekben ugyanis a pályázók saját tőkéjét, minimális éves forgalmát is elő szokták írni. Mindez (furcsa) gondolatokat ébreszthet még akkor is, ha nem igaz, hogy a Bt. tulajdonosának szobája van a KTM-ben.

A SZTAKI türelmesen várja, hogy megkapja a Közbeszerzési Döntőbizottság határozatát (mi még nem kaptuk meg, csak olvastuk). Utána - minden önös érdek nélkül, merő szakmai érdeklődésből - bírósághoz fordulunk. Ugyanis csak bíróság mondhatja ki azt, hogy a közbeszerzési törvény vagy a Közbeszerzési Döntőbizottság alkalmasságát kell-e megkérdőjelezni a vázolt elemi szakmai hibákkal összefüggésben. Ha a Döntőbizottság álláspontja helytálló, ha ez a pályázati kiírás valóban kielégíti a törvényi elvárásokat, akkor a közbeszerzési törvény sajnos inkább az irányított elbírálás legalizálására, mint megakadályozására alkalmas”.

A KTM felügyelete alá tartozó pályázatot „természetesen” a kétszer akkora ajánlati árat adó, 6000 Ft alaptőkével 95. áprilisában bejegyzett Bt. nyerte, és a cégünk mind a Közbeszerzési Döntőbizottságon, mind pedig a bíróságon veszített. Jóllehet, a törvényben több kisebb-nagyobb változtatás történt, a nem megfelelő szakmai színvonal miatt mind a mai napig viták tárgya a törvény alkalmazhatósága és az alkalmazás mikéntje.

II.2.4. A 2003. évi CXXIX. közbeszerzési törvényről, a csoportos döntési feladat vonatkozásában³

Közbeszerzési eljárás olyan esetekben tölti be funkcióját, amikor kívánatos, hogy a pályázók elbírálása az érintett közösség tagjainak aggregált preferenciáit tükrözze. A törvény ide vonatkozó rendelkezéseit leginkább a döntéshozók szubjektivitása teszi próbára. Az 1995. évi XL. közbeszerzésről szóló törvény számos hiányos megfogalmazásából fakadóan, az ajánlatkérő viszonylag egyszerű fogásokkal, saját ízlése és elképzelése szerint alakíthatta a pályázók végső rangsorát.

A törvényhozás azzal a kihívással áll szemben, hogy az elbírálás folyamatát egyrészt célszerű a legapróbb részletekig szabályozni, ugyanakkor a pályázatok sokszínűségéből adódóan, meg kell hagyni a lehetőséget az adott témának megfelelő, testre szabott döntési feladatok megfogalmazására. Az Országgyűlés a közpénzek ésszerű felhasználása, a felhasználás átláthatósága, és széles körű nyilvános ellenőrizhetőségének megteremtése, valamint a közbeszerzésekkel kapcsolatos verseny tisztaságának biztosítása érdekében, megalkotta a 2003. évi CXXIX. törvényt a közbeszerzésekről, ami 2004. május 1-jén lépett hatályba. A törvényrevíziót részben az Európai Unió csatlakozáshoz szükséges jogharmonizációs folyamat, a Közösségi direktívák, részben a közpénzekkel való sorozatos visszaélések tették szükségessé.

A rendelkezések alkalmazásából adódó többszemponútú, csoportos döntési feladatok tekintetében a 2003. évi törvényben számos pozitív változás található. Korábban ugyanis komoly hiányosságot, és veszélyes kikaput jelentettek a szempontok meghatározására, és a szempontok szerinti elbírálásra vonatkozó előírások.

Az 1995. évi XL. közbeszerzésről szóló törvényben megfogalmazottak alapján az

ajánlatkérő az ajánlati felhívásban, illetve a dokumentációban meghatározott feltételeknek megfelelő ajánlatokat

- a) a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatás, vagy*
- b) az összességében legelőnyösebb ajánlat*

szempontja alapján bírálja el. (34.§(1))

A b) pontra vonatkozóan a törvény kimondja, hogy ha

az ajánlatkérő az összességében legelőnyösebb ajánlatot kívánja kiválasztani, az ennek megítélésére szolgáló - a közbeszerzés tárgyával szembeni követelményekre, az ellenszolgáltatás mértékére és a teljesítés egyéb körülményeire vonatkozó - szempontok fontossági sorrendjét is meg kell határoznia. (34.§(3))

³A II.2.4. pontot Selmeczy Iván kézirata alapján tárgyaljuk.

Az eljárás nyertese az, aki az ajánlatkérő részére az ajánlati felhívásban (és a dokumentációban) meghatározott feltételek alapján a 34. § (1) bekezdésében meghatározott elbírálási szempontok egyike szerint a legkedvezőbb ajánlatot tette.... (59.§(1))

Az összességében legelőnyösebb ajánlat alapján hozott elbírálási folyamatban tehát – az 1995. évi XL törvény idézett bekezdései értelmében – az ajánlatkérő, a szempontok fontossági sorrendjén túl, nem köteles az ajánlati felhívásban rögzíteni a szempontok, valamint az alszempontok súlyait, és a szempontok szerinti értékelés módszerét. Ha a törvény mindössze a szempontok fontossági sorrendjének rögzítésére kötelez, a bírálónak lehetősége van arra, hogy a döntési folyamat egyéb lépéseit, és ezzel a végső sorrendet a pályázatok tartalmának megismerése után, tetszés szerint alakítsa. Ennek az alapvető hibának kijavítására tettek kísérletet a jogalkotók az 1995. évi XL. közbeszerzési törvényt módosító 1999. évi LX. törvény 19. §-ának (2) bekezdésével, amellyel a Kbt. 34. §-ának (3) bekezdése helyébe a következő rendelkezés lépett:

- (3) Ha az ajánlatkérő az összességében legelőnyösebb ajánlatot kívánja kiválasztani, a részvételi felhívásban jogosult, az ajánlati felhívásban köteles meghatározni*
- a) az összességében legelőnyösebb ajánlat megítélésére szolgáló – a közbeszerzés tárgyával szembeni követelményekre, az ellenszolgáltatás mértékére és a teljesítés egyéb körülményeire vonatkozó – részszerzőpontokat;*
 - b) részszerzőpontként az azok súlyát meghatározó – a részszerzőpont tényleges jelentőségével arányban álló – szorzószámokat (a továbbiakban: súlyszám);*
 - c) az ajánlatok részszerzőpontok szerinti tartalmi elemeinek értékelése során adható pontszám alsó és felső határát, mely minden részszerzőpont esetében azonos.*

Az 1999. évi módosítás átláthatóbbá tette a bírálási folyamatot, azonban a döntési modellek egyik legalapvetőbb elemét – a szempontok szerinti pontszámok meghatározásának módszerét – a törvény még mindig nem tárgyalta. Hogy milyen probléma merülhet fel ezen a hiányosság miatt, jól szemlélteti a következő példa.

1. Példa.

Tegyük fel, hogy az ajánlati felhívás ezer darab számítógépes bútorzat (asztal és szék) beszerzésére vonatkozik. Az ajánlatok két szempont, az ár és az *ergonómia* szerint kerülnek elbírálásra. Az *ergonómia* szempont szerint a bútorzat kényelmét, biztonságát, használhatóságát vizsgálják. Az ajánlatkérő a törvénynek eleget tesz azzal, hogy meghatározza a szempontok súlyait. Az ár szempont súlyát 60%-ban, az *ergonómia* szempont súlyát 40%-ban határozza meg. A döntéshozó az *ergonómia* szempont szerinti értékelésre az II.2.4.1. Táblázatot alkalmazza.

Ergonómia	
Minősítés	Pontszám
nagyon jó	100
jó	75
átlagos	50
rossz	25
nagyon rossz	0

II.2.4.1. Táblázat; az ergonómia szerint adható pontszámok

Az ár szempont szerinti pontszám kiszámításához a beérkezett ajánlatokban megjelölt ajánlati árak közül a legalacsonyabbat viszonyítjuk az adott elbírálendő ajánlatban szereplő ajánlati árhoz. Az ár szempont szerinti pontszámot a (II.2.4.1) képlet határozza meg.

$$\text{Az ár szempontra adott pontszám} = \frac{\text{legalacsonyabb ajánlati ár}}{\text{ajánlati ár}} \cdot 100 \text{ pont} \quad (\text{II.2.4.1})$$

A felhívásra két ajánlat (*A* és *B*) érkezik. Az ajánlatok adatait, és az értékelési pontszámokat a II.2.4.2. Táblázat tartalmazza.

Szempontok	Érték / minősítés		Szempontok	Szempont-súlyok	Ajánlatok pontszámai	
	<i>A</i>	<i>B</i>			<i>A</i>	<i>B</i>
Ár	120 M Ft	160 M Ft	Ár	60%	100	75
Ergonómia	jó	nagyon jó	Ergonómia	40%	75	100

II.2.4.2. Táblázat; alternatívák tulajdonságai és értékelési pontszámai

Az összpontszám a szempontok szerinti pontszámok szempontsúlyokkal súlyozott összegből adódik. Ennek megfelelően a végeredmény a II.2.4.3. Táblázat szerint alakul.

	Ajánlat	
	<i>A</i>	<i>B</i>
Pontszámok súlyozott összege	90	85
Végső rangsor	1	2

II.2.4.3. Táblázat; a pályázat eredménye

A döntés megfelelhet várakozásainknak, mivel a *B* ajánlatban 33 százalékkal magasabb ár szerepel, ugyanakkor az *A* ajánlat az *ergonómia* szempont tekintetében csupán egy fokkal rosszabb minősítést kapott, mint a *B* ajánlat. A végeredményt alátámasztja az is, hogy az *ár* szempont másfélszer olyan fontos (60 %), mint az *ergonómia* szempont (40 %).

A példában a döntési folyamat szabályozottságával kapcsolatban két probléma is felmerülhet.

a) Szubjektivitás

Az egyik probléma abból ered, hogy sem az 1995. évi Kbt., sem annak 1999. évi módosítása nem szabályozza a szubjektív szempontok – mint például az *ergonómia* - szerinti pontozást. Mivel az ajánlatkérő a felhívásban nem köteles rögzíteni azt a módszert, amivel a bírálóbizottság kiszámítja az értékelési pontokat, a szubjektív szempontok értékelése tetszés szerint alakítható.

Ha az *A* ajánlat csak **átlagos** minősítést kapna az *ergonómia* tekintetében, akkor a *B* ajánlat nyerné el a pályázatot (*II.2.4.4. és II.2.4.5. Táblázat*).

Szempontok	Érték / minősítés		Szempontok	Szempont-súlyok	Ajánlatok pontszámai	
	<i>A</i>	<i>B</i>			<i>A</i>	<i>B</i>
Ár	120 M Ft	160 M Ft	Ár	60%	100	75
Ergonómia	átlagos	nagyon jó	Ergonómia	40%	50	100

II.2.4.4. Táblázat

	<i>Ajánlat</i>	
	<i>A</i>	<i>B</i>
Pontszámok súlyozott összege	80	85
Végző rangsor	2	1

II.2.4.5. Táblázat

Megjegyzés: Jól ismert probléma az, hogy a szubjektivitás nem szűrhető ki a döntési modellekből. A szubjektivitás ugyanakkor megfelelő megkötésekkel korlátok közé szorítható. A bemutatott példa nem csak az 1999. évi törvénymódosítást követően, hanem az új, 2003. évi közbeszerzési törvény betartása mellett is előfordulhat. Az új Kbt. előírja ugyan az értékelési módszer előzetes kihirdetését, de ezen túlmenően mindössze

annyit mond, hogy „a részszenpontoknak mennyiségi vagy más módon értékelhető tényezőknél kell alapulniuk” (részletesen lásd lentebb: 57. § (4)). Ez a megkötés redundánsnak tekinthető, mivel a tényezőket csak mennyiségileg, vagy más módon lehet értékelni. Mennyiségi módon értékelhető tényező az ár, aminek értékelésére vonatkozó módszert a (II.2.4.1) képlettel meghatároztuk. Az ergonómia szubjektív módon, azaz *más módon értékelhető* tényező, aminek értékelési módszerét szintén megadtuk a II.2.4.1. Táblázattal. Az új Kbt. azonban nem kötelez annak részletezésére, hogy mit jelent a „nagyon jó”, az „átlagos”, vagy a „nagyon rossz” ergonómiai tulajdonság. Természetesen, nem lehet minden esetben kizárólag mennyiségileg értékelhető tényezőket meghatározni, de az új törvényben „más módon értékelhető”-nek nevezett szempontokra, vagy az azokhoz kapcsolódó szempontok súlyaira vonatkozóan ajánlatos lenne további megkötéseket bevezetni.

b) Értékelési módszer

A másik probléma abból adódik, hogy a *B* ajánlat az ár értékelésének, és az *ergonómia* szempont minősítésének megváltoztatása nélkül is az első helyre kerülhet. Ezt a problémát a 2003. évi Kbt. 57 §. (3) bekezdése (lásd lentebb) kiküszöbölte.

A kiinduló adatok tehát változatlanok (lásd: II.2.4.2. Táblázat), és elegendő az *ergonómia* szempont szerinti értékelési skálát úgy átalakítani, hogy a *jó* és a *nagyon jó* minősítésekhez tartozó pontszámok közötti különbséget megnöveljük, amint azt a II.2.4.6. Táblázat mutatja.

Ergonómia	
Minősítés	Pontszám
nagyon jó	100
jó	60
átlagos	30
rossz	10
nagyon rossz	0

II.2.4.6. Táblázat; módosított értékelési módszer

A végeredmény ebben az esetben a II.2.4.7. Táblázat szerint alakul.

	Ajánlat	
	A	B
<i>Pontszámok súlyozott összege</i>	84	85
<i>Végső rangsor</i>	2	1

II.2.4.7. Táblázat; módosult végső rangsor

Ezzel rávilágítottunk arra, hogy az értékelési módszer megadása nélkül, a döntéshozó már az értékelési skála átalakításával is döntően befolyásolhatja a végső rangsort. Ugyanakkor, még ha rögzítjük is a pontszámok megadásának módszerét, az 1. a) Példa alapján a szubjektív szempontok szerinti értékelések még mindig lehetőséget adhatnak pályázók hátrányos megkülönböztetésére.

A 2003. évi CXXIX. törvény már helyenként szigorúbb megfogalmazásokat tartalmaz:

Az ajánlatkérő az ajánlati felhívásban köteles meghatározni az ajánlatok bírálati szempontját (57.§(1)).

Az ajánlatok bírálati szempontja a következő lehet:

- a) a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatás, vagy*
- b) az összességében legelőnyösebb ajánlat kiválasztása (57.§(2)).*

Ha az ajánlatkérő az összességében legelőnyösebb ajánlatot kívánja kiválasztani, köteles meghatározni

- a) az összességében legelőnyösebb ajánlat megítélésére szolgáló részszerzőpontokat;*
- b) részszerzőpontként az azok súlyát meghatározó – a részszerzőpont tényleges jelentőségével arányban álló – szorzószámokat (a továbbiakban: súlyszám);*
- c) az ajánlatok részszerzőpontok szerinti tartalmi elemeinek értékelése során adható pontszám alsó és felső határát, amely minden részszerzőpont esetében azonos;*
- d) azt a módszert (módszereket), amellyel megadja a pontszámok (c) pont) közötti pontszámot (57.§(3)).*

Az egyik legfontosabb változást az 57.§ (3) bekezdés d) pontjának beiktatása jelenti. Miután az új előírások értelmében az értékelési szempontok súlyain túlmenően az értékelések módszerét is előre meg kell határozni, a pályázatok beérkezése után a bírálóbizottság kisebb befolyást gyakorolhat a végső sorrend alakulására. Más esetben a súlyok, vagy az értékelési módszer tetszés szerinti megválasztásával a kialakult rangsor könnyen átrendezhető lenne (lásd 1. Példa, b) rész). A szubjektív szempontok szerinti értékelés szabályozására azonban nem került sor (lásd 1. Példa, a) rész). Az előírások az alszerzőpontokra is kiterjednek az 57.§ (4) bekezdés e) pontja alatt:

A (3) bekezdés a) pontja szerinti részszerzőpontokat az ajánlatkérőnek az alábbi követelményeknek megfelelően kell meghatározni:

- a) a részszerzőpontok körében nem értékelhető az ajánlattevő szerződés teljesítéséhez szükséges pénzügyi és gazdasági, valamint műszaki, illetőleg szakmai alkalmassága;*

- b) a részszerzőpontok között mindig meg kell adni az ellenszolgáltatás mértékének részszerzőpontját;
- c) a részszerzőpontoknak mennyiségi vagy más módon értékelhető tényezőkön kell alapulniuk, a közbeszerzés tárgyával, illetőleg a szerződés lényeges feltételeivel kell kapcsolatban állniuk (az ellenszolgáltatáson kívül például: a minőség, műszaki érték, esztétikai és funkcionális tulajdonságok, környezetvédelmi tulajdonságok, működési költségek, gazdaságosság-költséghatékonyság, vevőszolgálat és műszaki segítségnyújtás, pótalkatrészek biztosítása, készletbiztonság, a teljesítés időpontja, időszaka);
- d) a részszerzőpontok nem eredményezhetik ugyanazon ajánlati tartalmi elem többszöri értékelését;
- e) ha részszerzőpont körében alszerzőpontok is meghatározásra kerülnek, alszerzőpontonként azok – tényleges jelentőségével arányban álló – súlyszámát is meg kell adni (57.§(4)).

Az alszerzőpont fogalom pontos definíciója az *Értelmező rendelkezések* (a 2003. évi Kbt. II. fejezete) alatt nem szerepel. Félreérthető lehet a (4) bekezdés e) pontja alatti „részszerzőpont körében” megfogalmazás. Egyértelműbb lenne a bekezdés szándéka a következő megfogalmazásban: *Ha részszerzőpont alatt alszerzőpontok is meghatározásra kerülnek, a részszerzőpont alá tartozó összes alszerzőpont – azok tényleges jelentőségével arányban álló – súlyszámát is meg kell adni.* Ez érzékeltetné a főszempont, a részszerzőpontok és az alszerzőpontok hierarchikus kapcsolatát. Az 1. sz. mellékletben egy példán keresztül mutatjuk be, hogy milyen problémák adódhatnak a bekezdés félreérthetőségéből.

Az alszerzőpontokkal kapcsolatban felmerül egy egyértelműbb és súlyosabb hiba, ami az új Kbt. 90.§ (1) bekezdésének hiányosságából adódik.

Ha az ajánlatkérő az összességében legelőnyösebb ajánlatot kívánja kiválasztani, akkor az ajánlatoknak a bírálati részszerzőpontok szerinti tartalmi elemeit az ajánlati felhívásban meghatározott pontszámok között értékeli az 57.§ (3) bekezdésének d) pontja alapján meghatározott módszerrel, majd az egyes tartalmi elemekre adott értékelési pontszámot megszorozza a súlyszámmal, a szorzatokat pedig ajánlatonként összeadja. Az az ajánlat az összességében legelőnyösebb, amelynek az összpontszáma a legnagyobb. (90.§ (1))

Az 57.§ előírja a részszerzőpontokra adható pontszámok alsó és felső határának, valamint a pontok meghatározásához használt módszer kihirdetését, továbbá rendelkezik az alszerzőpontok súlyainak meghatározásáról. Az alszerzőpontokra vonatkozóan azonban sem az 57.§, sem a fent idézett 90.§ nem írja elő az értékelési módszer meghatározását az ajánlati dokumentációban. Nézzünk egy példát, ami szemlélteti, hogy ez a hiányosság milyen problémákhoz vezethet.

2. Példa.

Legyen a pályázat tárgya egy rendőrségi gépkocsipark felújítása. Az ajánlatkérő az összességében legelőnyösebb ajánlatot kívánja kiválasztani. Az áttekinthetőség kedvéért két ajánlatot vizsgálunk meg, két részszerpont, az *ár* és a *teljesítmény*, valamint a *teljesítmény* szerpont két alszerpontja, a *maximális sebesség* és a *fogyasztás* vonatkozásában. A 2003. évi Kbt. alapján az ajánlati felhívásban, vagy a dokumentációban csak a részszerpontok és az alszerpontok súlyszámainak, a részszerpontok szerinti értékelési pontszámok alsó és felső korlátjának (*ebben az esetben 0 és 100*), valamint a részszerpontok szerinti értékelés módszerének megadása kötelező.

Az *ár* szerpont szerinti pontszám kiszámításához a beérkezett ajánlatokban megjelölt ajánlati árak közül a legalacsonyabbat viszonyítjuk az elbírálendő ajánlatban szereplő ajánlati árhoz. Az *ár* szerpont szerinti pontszámot a (II.2.4.2) egyenlet határozza meg.

$$\text{Az ár szerpontra adott pontszám} = \frac{\text{legalacsonyabb ajánlati ár}}{\text{ajánlati ár}} \cdot 100 \text{ pont} \quad (\text{II.2.4.2})$$

A *teljesítmény* szerpont szerinti értékelésre alkalmazott módszert az ajánlatkérő az ajánlati dokumentációban a (II.2.4.3) képlettel határozza meg.

$$\begin{aligned} \text{A teljesítmény szerpontra adott pontszám} = \\ 0.4 \cdot \text{max. sebességre adott pontszám} + 0.6 \cdot \text{fogyasztásra adott pontszám} \end{aligned} \quad (\text{II.2.4.3})$$

Ezzel az ajánlatkérő eleget tett az új Kbt. 57. és 90.§-ának, melyek csak a részszerpontok - ebben az esetben az *ár* és a *teljesítmény* - szerinti pontozás módszerének közzétételét teszi kötelezővé. A *fogyasztás* szerpont szerinti értékelési módszert a II.2.4.8. Táblázat szemlélteti.

$\alpha = \text{fogyasztás}$ (l/100km)	Pontszám
$\alpha \leq 5$	100
$5 < \alpha \leq 6$	95
$6 < \alpha \leq 7$	85
$7 < \alpha \leq 8$	70
$8 < \alpha \leq 9$	50
$9 < \alpha \leq 10$	30
$10 < \alpha \leq 11$	15
$11 < \alpha \leq 12$	5
$12 < \alpha$	0

II.2.4.8. Táblázat; a fogyasztás szerpont szerinti adható pontszámok

A 120 km/h-nál alacsonyabb maximális sebességű gépkocsik 0 pontot, a 220 km/h-nál magasabb maximális sebességűek 100 pontot kapnak. A 120 és 220 km/h közötti

maximális sebességű gépkocsikra a *maximális sebesség* szempont szerinti pontszámokat az alábbi függvény határozza meg.

$$A \text{ maximális sebesség szempontra adott pontszám} = \left(\frac{\text{max. km/h} - 120}{10} \right)^2. \quad (\text{II.2.4.4})$$

A fenti függvény szerinti értékelési módszert az ajánlatkérő nem köteles az ajánlati dokumentációban meghirdetni, ezért ezt a függvényt az ajánlatkérő – amint azt a későbbiekben bemutatjuk – az ajánlatok beérkezése után megváltoztathatja.

A felhívásra két ajánlat (*A* és *B*) érkezik:

		Teljesítmény	
	Ár (M Ft)	Max. km/h	Fogyasztás l/100 km
A ajánlat	4.1	185	6.9
B ajánlat	3.9	200	7.1

II.2.4.9. Táblázat; Az *A* és *B* ajánlat tartalma

Az értékelési módszerek, és a beérkező adatok ismeretében meghatározhatjuk az összpontszámokat és a végleges rangsort:

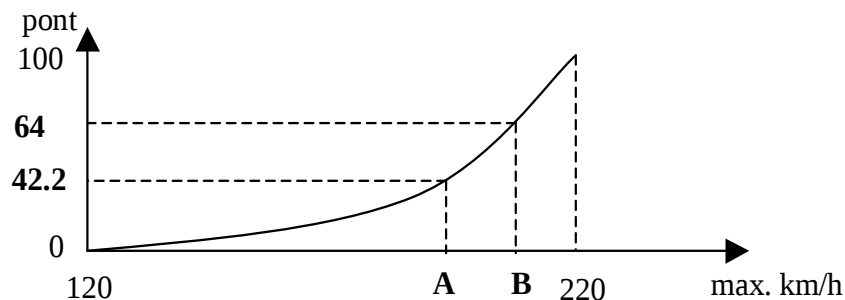
A ajánlat			pontszámok	rang sor
részszerpont (súly)	Ár (40 %)		95.12	
	Teljesítmény (60%)		67.9	
alszerpont (súly)		Max. km/h (40 %)	42.25	
		Fogyasztás (60 %)	85	
	Összpontszám:		78.79	
B ajánlat			pontszámok	1
részszerpont (súly)	Ár (40 %)		100	
	Teljesítmény (60%)		67.6	
alszerpont (súly)		Max. km/h (40 %)	64	
		Fogyasztás (60 %)	70	
	Összpontszám:		80.56	

II.2.4.10. Táblázat; Az *A* és *B* ajánlatok szempontok szerinti pontszámai és a szempontok súlyozása

Ez megegyezhet várakozásainkkal, mivel a *B* ajánlatban szereplő gépkocsi gyorsabb és olcsóbb, mint az *A* ajánlatban felkínált jármű, miközben kevesebb, mint 3 százalékkal fogyaszt többet. Tételezzük fel, hogy az ajánlatkérő – valamilyen oknál fogva – mégis az *A* ajánlat benyújtóját szeretné megbízáshoz juttatni. Bemutatjuk, hogy ehhez mindössze a *maximális sebesség* szempont értékelési módszerén kell változtatni. Mivel a

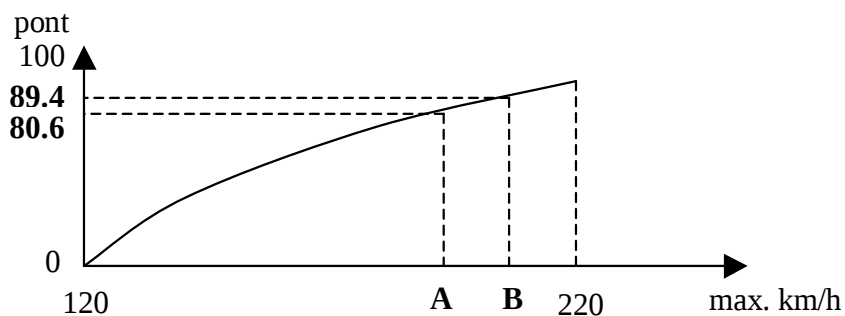
maximális sebesség nem rész-, hanem alszempontként jelenik meg, a Kbt. értelmében az ajánlatkérő, bár a súlyokat nem változtathatja meg a dokumentáció közzététele után, az erre a szempontra vonatkozó értékelési módszerét azonban nem köteles a pályázati dokumentációban rögzíteni. A módszer változtatása tehát nem ütközik az új közbeszerzési törvénybe.

Az ajánlatkérő az előbbieken a *maximális sebesség* szempontot a (II.2.4.4) egyenlet alapján a 120 és 220 (km/h) közötti értelmezési tartományon egy konvex függvény mentén értékelte (II.2.4.1. Ábra).



II.2.4.1. Ábra; A maximális sebesség szempont szerinti értékelés kezdeti módszere

Az ajánlatkérő úgy módosítja a (II.2.4.4) függvényt, hogy *A* és *B* ajánlat között a maximális sebesség tekintetében csökkenjen a pontszámok relatív különbsége. Ehhez elég a fenti függvényt konkáv alakra változtatni (II.2.4.2. Ábra).



II.2.4.2. Ábra; A maximális sebesség szempont szerinti értékelés módosított módszere

Az ennek megfelelő értékelési módszert a (II.2.4.5) függvény szemlélteti, aminek alkalmazásával a II.2.4.11. Táblázat szerinti eredmény adódik.

$$A \text{ maximális sebesség szempontra adott pontszám} = 10 \cdot \sqrt{\text{max. km/h} - 120}. \quad (\text{II.2.4.5})$$

A ajánlat		pontszámok	rang-sor
részszerpont (súly)	Ár (40 %)	95.12	1
	Teljesítmény (60%)	83.24	
alszerpont (súly)	→ Max. km/h (40 %)	80.62	
	→ Fogyasztás (60 %)	85	
Összpontszám:		88	
B ajánlat		pontszámok	
részszerpont (súly)	Ár (40 %)	100	2
	Teljesítmény (60%)	77.78	
alszerpont (súly)	→ Max. km/h (40 %)	89.44	
	→ Fogyasztás (60 %)	70	
Összpontszám:		86.67	

II.2.4.11. Táblázat; Az A és B ajánlatok szempontok szerinti pontszámai a max. sebesség szempont szerinti értékelési módszer változtatása után

Ezzel bemutattuk, hogy mivel az alszerpontok értékelési módszerének meghirdetése az ajánlati dokumentációban a 2003. évi Kbt. rendelkezései szerint nem kötelező, az ajánlatok beérkezése után az ajánlatkérő mindössze egy alszerpont értékelési módszerének meghatározásával befolyásolhatja a végső rangsort.

Megjegyzés: Ennek az észrevételnek kritikus pontja a részszerpont szerinti értékelő módszer értelmezése. Kérdéses lehet ugyanis, hogy a (II.2.4.3) képlettel az ajánlatkérő valóban eleget tesz-e a módszer meghirdetésére vonatkozó előírásnak. A kérdés megválaszolásához tudnunk kell, hogy egy értékelési módszernek milyen követelményeknek kell megfelelnie.

A 2003. törvény előírja azt a módszert, amivel a pályázatok összpontszáma kiszámítható (lásd fent: 90.§(1)). A bekezdés ugyanakkor, nem tér ki arra, hogy az ajánlatkérő hogyan köteles bevonni az 57.§ (4) bekezdése alatt említett alszerpontok súlyait az összpontszám számításába. A törvényalkotók szándéka érezhető ugyan, de a fogalmak használata és értelmezése nem következetes. Ennél azonban lényegesebb hiányosságot is rejt az említett passzus, mivel az

ajánlatkérő az ajánlatok elbírálására legalább háromtagú bírálóbizottságot köteles létrehozni, amely írásbeli szakvéleményt és döntési javaslatot készít az ajánlatkérő nevében a közbeszerzési eljárást lezáró döntést meghozó személy vagy testület részére. A bírálóbizottsági munkáról jegyzőkönyvet kell készíteni, amelynek részét képezik a tagok indokolással ellátott bírálati lapjai (8.§(3)).

A 90.§ (1) bekezdése nem rendelkezik arról, hogy a bírálóbizottsági tagok döntéseinek súlya különbözhet-e, szükséges-e a döntéshozók súlyainak meghirdetése, illetve milyen szempontok szerint határozható meg a döntéshozókhoz rendelt súlyok. A verseny tisztasága tekintetében fontosak a bírálóbizottság tagjainak megnevezésére vonatkozó előírások:

A bírálóbizottság tagjai kizárólag a pályázóktól független természetes személyek lehetnek(158.§(2)).

Ha a tervpályázati kiírásban a pályázókkal (jelentkezőkkel) szemben szakmai követelményeket, képzettséget határozott meg a kiíró, legalább a bírálóbizottság tagjai kétharmadának meg kell felelnie a pályázóktól megkövetelt vagy azokkal egyenértékű szakmai követelményeknek, képzettségnek(158.§(3)).

A 158.§ (3) bekezdése értelmében a bírálóbizottság tagjainak bizonyos esetekben rendelkezni kell a pályázat elbírálásához szükséges szakmai képesítéssel. A bírálati szempontok ugyanakkor különböző szakterületeket ölelhetnek fel. Ennek következtében logikus követelmény lehetne a bírálóbizottság értékeléseinek, a tagok szakmai képesítése szerinti súlyozása, aminek hiányában könnyen bekövetkezhet a következő eset.

3. Példa.

Tegyük fel, hogy a pályázati kiírásban kikötésre kerül a pályázók mérnöki és közgazdasági képzettsége. A 158.§ (3) bekezdése szerint a három, bírálóbizottsági tag közül legalább kettő köteles rendelkezni az előírt képzettséggel. Bár a törvénycikk megfogalmazásából ez egyértelműen nem derül ki, vélhetően nem kell mindkét tagnak egyenként két diplomával rendelkeznie. Ebből kifolyólag, ha eltekintünk a döntéshozói (ebben az esetben bírálói) súlyok szempontok szerinti meghatározásától, a műszaki szempontok vonatkozásában a mérnök képzettségű bíráló értékelése ugyanolyan súllyal kerül beszámításra, mint a közgazdász végzettségű bíráló pontozása.

A 90.§ (1) bekezdése kimondja, hogy az az ajánlat az összességében legelőnyösebb, amelynek az összpontszáma a legnagyobb. Ez azt jelenti, hogy egy pályázó akkor is automatikusan nyertes lesz, ha a második helyezett a pontszámok tekintetében jelentősen le van maradva tőle, és akkor is, ha az első két helyezett között csak minimális pontszámbeli különbség mutatkozik. Az utóbbi esetben megkérdőjelezhető, hogy valóban az összességében legjobb ajánlat került-e kiválasztásra. Ilyenkor nyilvánvalóan érdemes felülvizsgálni a döntési folyamatot. A kérdésre, hogy mikor van szükség a végeredmény újragondolására, az érzékenységvizsgálat adhat választ.⁴ A törvény nem tartalmaz előírást arra vonatkozóan, hogy a pályázatok végső rangsora mennyire lehet érzékeny a szempontok súlyozásának megváltoztatására. A súlyozás szempontok fontosságáról alkotott szubjektív véleményt is tükröz. Amennyiben egy szempont súlyának kis arányú

⁴Érzékenységvizsgálat szerepével kapcsolatban lásd: Rapcsák Tamás: Többszempontú döntési problémák – Csoportos döntési modellek, 2004., 92. oldal, I.6.2. Érzékenységvizsgálat adott döntési táblázat esetén, 94. oldal, I.6.2.1. Példa.

változtatása az első két helyezett rangsorfordulásához vezet, ez a szubjektív vélemény igen fontos szerephez jut a végső döntés kialakításában. Éppen ezért célszerű lenne, hogy a súlyérzékenység egy bizonyos küszöbértéket meghaladva, a végső döntés újratárgyalására készítse a bírálóbizottságot.

A 86.§ a kirívóan alacsonynak értékelt ellenszolgáltatás esetén lép életbe:

Ha az ajánlat kirívóan alacsonynak értékelt ellenszolgáltatást tartalmaz, az ajánlatkérő az általa lényegesnek tartott ajánlati elemekre vonatkozó adatokat, valamint indokolást köteles írásban kérni. Az ajánlatkérőnek erről a kérésről a többi ajánlattevőt egyidejűleg, írásban értesítenie kell (86.§(1)).

Az ajánlatkérő érvénytelennek nyilvánítja az ajánlatot, ha nem tartja elfogadhatónak az indokolást (86.§(3)).

Ha az ajánlatok bírálati szempontja a legalacsonyabb összegű ellenszolgáltatás, az ajánlatkérő a (3) bekezdés szerinti érvénytelen ajánlatokról köteles tájékoztatni – a Közbeszerzések Tanácsán keresztül – az Európai Bizottságot (86.§(4)).

A megfogalmazás semmiféle, számszerűen értelmezhető támpontot nem nyújt arra, hogy mikor minősíthető egy ajánlatban rögzített ellenszolgáltatás kirívóan alacsonynak. Hasonlóan szabadon értelmezhetőek a következő cikkben szereplő *túlzottan magas, alacsony*, ill. *kirívóan aránytalan* fogalmak:

Ha az ajánlatnak a bírálati részszerzőpontok szerinti valamelyik tartalmi eleme lehetetlennek, vagy túlzottan magas, vagy alacsony mértékűnek, illetőleg kirívóan aránytalanul értékelt kötelezettségvállalást tartalmaz, az ajánlatkérő az érintett ajánlati elemekre vonatkozó adatokat, valamint indokolást köteles írásban kérni. Az ajánlatkérőnek erről a kérésről a többi ajánlattevőt egyidejűleg, írásban értesítenie kell (87.§(1)).

A 90.§ (2) bekezdésében egy logikai ellentmondást fedezhetünk fel.

Ha több ajánlatnak azonos az (1) bekezdés szerint kiszámított összpontszáma, az az ajánlat minősül az összességében legelőnyösebbnek, amely alacsonyabb ellenszolgáltatást tartalmaz; azonos ellenszolgáltatás esetében pedig az az ajánlat, amely a nem egyenlő értékelési pontszámot kapott részszerzőpontok közül a legmagasabb súlyszámú részszerzőpontra nagyobb értékelési pontszámot kapott (90.§(2)).

Az ajánlatkérő azért dönt az összességében legelőnyösebb ajánlat kiválasztása mellett, mert több szempont szerint kívánja minősíteni a pályázatokat. Az ár csupán egy a sok szempont közül. Az összességében legelőnyösebb döntési elvnel az ár szempont súlya ajánlatonként alacsonytól a nagyon magasig, bármilyen értékű lehet. Ha két ajánlat azonos összpontszámot ért el, nem biztos, hogy az ár a legfontosabb, egyetlen szempont, amely végül a mérleget az egyik alternatíva irányába hivatott billenteni. Ésszerűbb lenne ilyen esetben a lexikografikus eljárás alkalmazása, ahol a legfontosabb szemponttal

kezdve, a legalacsonyabb súllyal rendelkezőig, szempontonként sorra összevetjük a két alternatívát, és az első különbözőségénél a nagyobb értékkel rendelkezőt választjuk.

A 92.§ alatt felsorolt esetek a közbeszerzési eljárás eredménytelenségét vonják maguk után. A megfogalmazások egyértelműsége több pontban is megkérdőjelezhető.

Eredménytelen az eljárás, ha

- a) nem nyújtottak be ajánlatot;*
- b) kizárólag érvénytelen ajánlatokat nyújtottak be;*
- c) egyik ajánlattevő sem vagy az összességében legelőnyösebb ajánlatot tevő sem tett – az ajánlatkérő rendelkezésére álló anyagi fedezet mértékére tekintettel – megfelelő ajánlatot;*
- d) az ajánlatkérő az eljárást a szerződés megkötésére, illetőleg teljesítésére képtelenné válása miatt (82. §) eredménytelenné nyilvánítja;*
- e) valamelyik ajánlattevőnek az eljárás tisztaságát, vagy a többi ajánlattevő érdekeit súlyosan sértő cselekménye miatt az ajánlatkérő az eljárás érvénytelenítéséről dönt;*
- f) a békéltetési eljárás alapján az ajánlatkérő az eljárás érvénytelenítéséről dönt; (92.§).*

A 92. § c) pontja alatt nem pontos az a meghatározás, amely szerint az ajánlatnak az „ajánlatkérő rendelkezésére álló anyagi fedezet mértékére tekintettel” megfelelőnek kell lennie. Az anyagi fedezetnek számos értelmezést lehet adni. Anyagi fedezetként érthető az ajánlatkérő számlapénze, rövid, vagy hosszú távú követelése. Minél hosszabb távra szól egy szerződés, annál nehezebb pontosan meghatározni a szerződés tárgyának fedezetét. A félreértés kiküszöbölhető, ha a törvény kötelezi az ajánlatkérőt anyagi fedezetének kinyilvánítására.

1. sz. melléklet

Az 57.§ (4.e) bekezdésének megfogalmazása nem teljesen egyértelmű. Az alszempon-
tok meghatározása feltehetően minden alszempontra, egészen a legutolsó szinten talál-
ható levélszempontra is vonatkozik. Rendkívül fontos az *alszempon*t fogalom pontos
definíciója – ami az *Értelmező rendelkezések* (II. fejezet) alatt nem szerepel – hiszen
egy levélszempon

Példa.

Alakítsuk át az 1. Példát úgy, hogy a két részszerpnt az ár, és a minőség,
a minőség alszerpntjai az ergonómia és a tartósság, a tartósság szintén két
alszerpntot, a szín és az anyag szerpntokat foglalja össze. Tartósság alatt
a kezelhetőséget, tisztíthatóságot is értjük. Értelmezzük az 57.§ (4) bekezdés
e) pontját úgy, hogy az ajánlati felhívásban csupán a részszerpntok (ár,
minőség), és az ezek körében (!) meghatározott alszerpntok (ergonómia,
tartósság) súlyainak meghatározása kötelező. Az 1. Táblázat tartalmazza
a szerpntok szerinti súlyokat és értékelési pontszámokat az A, illetve B
ajánlat esetén.

A ajánlat		pontszámok	rangsor
részszerpnt (súly)	Ár (40 %)	100	2
	Minőség (60 %)	40.75	
alszerpnt 1. szint (súly)	→ Ergonómia (30 %)	60	
	→ Tartósság (70 %)	32.5	
alszerpnt 2. szint (súly)	→ Szín (75 %*)	20	
	→ Anyag (25%*)	70	
Összpontszám:		64.45	
B ajánlat		pontszámok	rangsor
részszerpnt (súly)	Ár (40 %)	75	1
	Minőség (60 %)	58.75	
alszerpnt 1. szint (súly)	→ Ergonómia (30 %)	50	
	→ Tartósság (70 %)	62.5	
alszerpnt 2. szint (súly)	→ Szín (70 %*)	80	
	→ Anyag (30 %*)	10	
Összpontszám:		65.25	
* az ajánlatok beérkezése, az adatok megismerése után meghatározott levélszerpnt-súlyok			

1. sz. melléklet: 1. Táblázat; Az A és B ajánlatok szerpntok szerinti pontszámai
és a szerpntok súlyozása

Látható, hogy a B ajánlat összpontszáma (65.25) magasabb, mint az A aján-
lat összpontszáma (64.45), annak ellenére, hogy a levélszerpntokat tekintve,
a B ajánlatban rosszabb az ár, az ergonómia és jelentősen (hétszer) rosszabb

az *anyag* szempont tekintetében. Mindössze a bútorzat színe tekintetében minősült jobbnak (négyyszer) a *B* ajánlat. Mivel a kiírásban nem szerepelt, hogy a bíráló milyen módszerrel értékeli a *szín* szempontot, a *szín* súlya utólag, az adatok ismeretében is megállapítható. Felismerve, hogy a *B* ajánlat egyedül a *szín* szempont alapján győzhet az *A* ajánlattal szemben, ha a *szín* levélszempont súlyát 75 %-ban, az *anyag* levélszempont súlyát pedig ennek megfelelően 25 %-ban határozzuk meg, akkor a *B* ajánlat nyeri el a pályázatot, mégpedig úgy, hogy csupán egyetlen szempont szerint bizonyult jobbnak a másik pályázónál. Ha az *anyag* szempont súlyát 25-ről mindössze 30 %-ra emeljük, és a *szín* szempont súlyát 75-ről 70 %-ra csökkentjük, máris előáll a várakozásunkhoz közelebb álló eredmény, vagyis az *A* ajánlat (65.5 pont) megelőzi a *B* ajánlatot (63.78 pont).

II.3. A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata

Ebben a részben bemutatjuk a Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának 1996., 1997 és 1998. évekre vonatkozó értékelését, amit *Németh S.Z., Rapcsák T. (projekt-vezető), és Temesi J.* végzett el a *Gazdasági Minisztérium* megbízásából 1999-ben. Az értékelési feladatot csoportos, többszemponútú döntési feladatként megfogalmazva, a WINGDSS 4.1. szoftverrendszerrel oldottuk meg, amit a *Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztályán* fejlesztettünk ki. Az esettanulmányról készült cikk a *Sigma 2001. XXXII. évfolyam 1-2. számában* a 13-28. oldalakon jelent meg [15], az angol változat pedig a *CEJOR*-ban.

II.3.1. Bevezetés

Az Európai Unióval szoros kapcsolatot tartó Magyarország gazdasága számára létfontosságú, hogy minden szektorban hatékony szerkezetű, korszerű műszaki-technológiai színvonalon álló kapacitásokat építsen ki, s ezáltal versenyképes árukat és szolgáltatásokat állítson elő. A fő stratégiai célok a kormányprogramokból, illetve az éves költségvetés gazdaságpolitikai indoklásából olvashatók ki. Ezen célok megvalósítását speciális támogatási formák is segítik, belföldi és külső forrásokat egyaránt igénybe véve.

A Gazdasági Minisztérium költségvetési fejezetében szereplő Gazdaságfejlesztési Célelőirányzatok felhasználásáról és kezelésének részletes szabályairól a 33/1998. (V.22.) IKIM rendelet szól. A célelőirányzat - fogalmazza meg a rendelet - a gazdaságfejlesztési és kereskedelempolitikai célok megvalósításának eszköze. A költségvetési törvényben meghatározott előirányzatból - a Magyar Köztársaság nemzetközi szerződéseiben vállalt kötelezettségeivel összhangban - pályázati úton, több jogcímen nyerhető el támogatás.

A Gazdasági Minisztérium Kereskedelemfejlesztési és Befektetésösztönzési Főosztálya megbízásából 1999. végén a Gazdaságfejlesztési Pályázat, az „Ipari Park” cím elnyerésére, valamint az ipari parkok infrastrukturális beruházásainak segítésére kiírt pályázat és a Minőségbiztosítási Pályázat értékelését végeztük el, amik közül a legnagyobb volumenű és legjelentősebb hatású a Gazdaságfejlesztési Pályázat (a továbbiakban GFP) volt. Ennek az értékelését fogjuk ismertetni. Mind elvi, mind módszertani szempontból nagyon fontosnak tarjuk hangsúlyozni azt, hogy a támogatás pályázati rendszerben folyt. Egy pályázati rendszer eredményességének megítélése nem történhet meg kizárólag valamely végponton, hanem meg kell vizsgálni az egész folyamat hatékonyságát, fel kell tární az egyes pályázati elemek közötti kölcsönös kapcsolatokat. Az egymásra ható tényezők visszacsatolási mechanizmusainak elemzése segít abban, hogy a pályázat egészének hatékonysága javuljon.

Az értékelést az 1996., 1997., 1998. évek pályázati és tényadatain végeztük el. Az értékelés elvégzéséhez a Gazdasági Minisztérium megfelelő adatbázisa állt a rendelkezésünkre, mely a szerződésekre vonatkozó pályázati és tényadatokat tartalmazta. Az értékelési feladatot csoportos, többszemponútú döntési feladatként megfogalmazva a WINGDSS 4.1. szoftverrendszerrel oldottuk meg, amit a *Magyar Tudományos Akadémia*

Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet, Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztályán fejlesztettünk ki [1-8], [14], [16]. Ez a szoftver, ellentétben a többi, hasonló célra kidolgozott szoftverrel, nem csak az alternatívák sorrendjének a megállapítására alkalmas, hanem az alternatívákhoz jellemző értékeket is képes rendelni értékelő (hasznossági) függvények segítségével. Ez, esetünkben, a különböző évek hatékonyságának mérőszáma volt. A pályázat értékelését rajtunk kívül két másik cég is elvégezte és hasonló eredményekhez jutott. A cégek által használt módszertanok különbözősége alátámasztja a kapott eredmények helyességét.

Hangsúlyozzuk, hogy a mi feladatunk a modellek felépítése és megoldása volt; az értékelés az adatbázisban szereplő objektív adatok, valamint a (számunkra ismeretlen) döntéshozóknak a szempontok fontosságára vonatkozó szubjektív ítéletei alapján történt.

A második részben ismertetjük a feladat megoldására használt WINGDSS 4.1. szoftverrendszert. A harmadik részben felépítjük a döntési modellt, azaz megadjuk az alternatívákat, az értékelési szempontokat, amiket fa struktúrába rendeztünk és a döntéshozókat. A negyedik rész egy-egy külön alfejezetében tárgyaljuk az összesített mutatók értékeinek a meghatározását, a hasznossági függvényeket, a döntéshozói súlyok megadását, a döntési modell alapadatait, majd az **Eredmények** alfejezetben ismertetjük a feladat megoldását, azaz az alternatívák az összes szempont szerinti értékelését.

II.3.2. A felhasznált módszertan

Az értékelési feladatot csoportos, többszempontú döntési feladatként megfogalmazva a WINGDSS 4.1. rendszerrel oldottuk meg. A rendszerrel megoldható döntési modellek alapvető jellemzői:

- a döntési modell a döntési cél elérésében kell, hogy segítse a döntésért felelős személyt vagy szervezetet;
- a döntésben egy, vagy több racionális döntéshozó vesz részt, céljuk a megegyezés;
- több alternatíva közül kell a legjobba(ka)t kiválasztani, vagy az alternatívákat kell rangsorolni;
- a kiválasztás vagy rangsorolás több, eltérő jellegű szempont figyelembevételével történik; vannak objektív - az alternatívákat a döntéshozói megítéléstől függetlenül minősítő - szempontok, és az ún. szubjektív - a döntéshozó személyes véleményének függvényében minősítő - szempontok;
- az alternatívák rangsorolásához minden szempont értékelése számszerűsíthető;
- lehetőség van arra, hogy a szempontok között a döntéshozók egyénileg különbséget tegyenek, egyes szempontokat az értékeléskor figyelmen kívül hagyjanak (egyéni súlyozás), de megállapodhatnak abban is, hogy minden döntéshozó azonos súlyrendszert használ (közös súlyrendszer);
- a döntéshozók hozzáértése közötti különbségeket is érvényre lehet juttatni (szavazóerők);
- a döntéshozók a modell kiértékelésében a szubjektív ítéleteikkel játszanak szerepet.

Egy csoportos, többszemponútú döntési modell felépítésének alapvető lépései a következők:

- alternatívák meghatározása;
- az értékelési szempontok kiválasztása;
- a döntéshozók kijelölése.

A továbbiakban ezeket a lépéseket részletezzük.

II.3.3. A döntési modell felépítése

II.3.3.1. Az alternatívák kiválasztása

Megbízónk, a Gazdasági Minisztérium Kereskedelemfejlesztési és Befektetésösztönzési Főosztálya a költségvetés által a Gazdaságfejlesztési Célelőirányzatból a pályázók számára megítélt összegek hasznosulásának egyetlen mutatóba sűrített eredményét fejlődésében, dinamikájában kívánta megítélni. Ehhez éves bontásban rendelkezésünkre álltak a nyertes pályázókkal kötött szerződések pályázati és tényadatai. Ebben az esetben – a minisztériumi döntéshozókkal folytatott konzultációk eredményeképpen - "hatékonyságnak" a gazdaságpolitikai célkitűzésekkel való összhangot tekintettük, vagyis az egyes évek megítélésére a következő alfejezetben számszerűsítésre kerülő célok indikátorértékeinek aggregátumát kellett előállítanunk.

A döntési modell alternatíváinak ezzel összhangban az egymással hatékonyság szempontjából összehasonlítni kívánt pályázati éveket tekintettük, azaz 3-3 alternatívánk volt:

- pályázati adatok: 1996, 1997, 1998;
- tényadatok: 1996, 1997, 1998.

II.3.3.2. Az értékelési szempontok meghatározása

Mivel a fő feladat az volt, hogy a gazdaságpolitika céljainak érvényesülését vizsgáljuk, ezért a rendelkezésünkre álló dokumentumokból össze kellett állítanunk ezeknek a céloknak a hierarchiáját, majd számszerűsíthető mutatók szintjére kellett ezeket a célokat levinni. A Minisztérium által a Gazdaságfejlesztési Pályázat elé állított legfontosabb **stratégiai célok** (a szakértői vélemények és a pályázati kiírás szerint) az alábbiak voltak:

- nemzetközileg versenyképes iparszerkezet kialakítása;
- a fizetési mérleg javítása az exporttevékenység ösztönzése révén;
- társadalmi-szociális elvárások kielégítése.

Ezeket a célokat a döntési modellben értelmezhető formában kellett megadni, figyelemmel arra is, hogy milyen adatok állnak rendelkezésre. Az elemzések során a stratégiai célokat az alábbi **gazdaságpolitikai szempontcsoportokra** (jellemzőkre) bontottuk tovább:

- pénzügyi jellemzők;
- a hazai ipar fejlesztését szolgáló jellemzők;
- nemzetgazdasági célok elérését leíró jellemzők.

Mindegyik jellemző több **szempontot** tartalmazott, a szempontokat pedig **alszempontokra** bontottuk. Ezek az alszempontok adták a modell kvantitatív input értékeit (mutató értékek). A mutatók (indikátorok) értékeit a Gazdasági Minisztérium adatbázisából nyertük. Mivel éves bontást és globális értékelést tekintettünk, ezért az alternatívák értékelésekor csak a mutatók szerződésenkénti éves összegét használtuk.

A gazdaságpolitikai jellemzőket, a hozzájuk tartozó szempontokat és alszempontokat (mutatókat) a [F7], [F8], [F9] alapján határoztuk meg.

1) PÉNZÜGYI JELLEMZŐK

A pénzügyi jellemzők vizsgálatakor a következő szempontokat különböztettük meg:

- **hatékonyság;**
- **a működőtőke befektetések ösztönzése;**
- **értékesítési szerkezet;**
- **export növekedés.**

A pénzügyi jellemzők szempontjai további alszempontokra bonthatók.

1.1) A **hatékonyság** alszempontjai:

- megtérülési idő;
- 1 Ft támogatásra jutó hozzáadott érték;
- 1 Ft összköltségre jutó energia költség.

1.2) A **működőtőke** befektetések ösztönzésének alszempontja:

- külföldi tőke aránya.

1.3) Az **értékesítési szerkezet** alszempontja:

- belföldi értékesítés/export értékesítés.

1.4) Az **export növekedés** alszempontjai:

- 1 Ft támogatásra jutó export értékesítési árbevétel/év vagy időszak;
- 1 Ft támogatásra jutó nettó többletexport.

2) HAZAI IPAR FEJLESZTÉSE

A hazai ipar vizsgálatakor a következő szempontokat különböztettük meg:

- **kiemelt projektek támogatása;**
- **a hazai beszállítóipar fejlesztése;**
- **a kis- és középvállalkozások támogatása.**

A hazai ipar szempontjai további alszempontokra bonthatók.

2.1) A **kiemelt projektek támogatásának** alszempontja:

- kiemelt projektek részesedése az összes támogatásból.

2.2) A **hazai beszállítóipar fejlesztésének** alszempontja:

- hazai beszállítók részesedése.

2.3) A **kis- és középvállalkozások támogatásának** alszempontja:

- kis- és középvállalatok részesedése az összes támogatásból.

3) NEMZETGAZDASÁGI CÉLOK

A Gazdaságfejlesztési Pályázat a pénzügyi jellemzők és a hazai ipar fejlesztésén túl a nemzetgazdasági célok érvényesülésének egyik eszköze. A nemzetgazdasági célok vizsgálatakor a következő szempontokat különböztettük meg:

- **saját források felhasználásának ösztönzése;**
- **munkahelyteremtés;**
- **regionális fejlesztési célok.**

A nemzetgazdasági célok szempontjai további alszempontokra bonthatók.

3.1) A **saját források felhasználása ösztönzésének** alszempontjai:

- 1 Ft beruházásra jutó saját forrás;
- 1 Ft támogatásra jutó saját forrás.

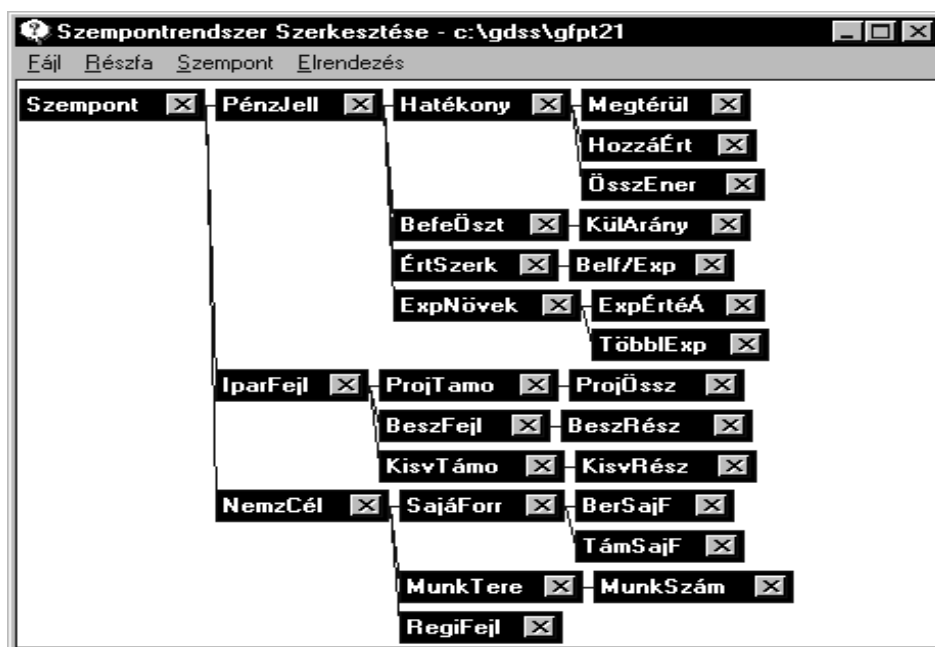
3.2) A **munkahelyteremtés** alszempontja:

- 1 Ft támogatásra jutó új munkahelyek száma.

3.3) A regionális fejlesztési célok alszempontjai:

- Budapest Pest-Megye részesedése az összes támogatásból;
- Észak-Dunántúl részesedése az összes támogatásból;
- Alföld részesedése az összes támogatásból;
- Észak-Kelet Magyarország részesedése az összes támogatásból;
- Dunántúl részesedése az összes támogatásból.

A döntési modellben a szempontokat szempontfába rendeztük a WINGDSS 4.1 szoftver segítségével:



1. ábra

A szempontfa leveleinek nevezzük azokat a csomópontokat, amelyekből nem lehet tovább menni.

II.3.3.3. A döntéshozók kijelölése

A Gazdasági Minisztérium Kereskedelemfejlesztési és Befektetésösztönzési Főosztálya 11 döntéshozót vont be az értékelésbe, akiknek a véleménye azonos fontosságú volt; ők hozták meg a szubjektív döntéseket, azaz a döntési modell szempontjait fontosság szerint súlyozták. Személyük számunkra ismeretlen volt, D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07, D08, D09, D10 és D11-gyel jelöltük őket.

II.3.4. A döntési modell megoldása

A többszemponútú döntési modellek megoldása a következő lépésekből áll:

1. az alternatívák objektív szempontok szerinti értékelése;
2. a szempontok súlyainak megadása döntéshozónként;
3. a szubjektív szempontok szerinti minősítés döntéshozónként;
4. a döntéshozók szavazóerőinek a megadása.

A mi modellünkben csak objektív levélszempontok szerepeltek és a döntéshozók szavazóereje is megegyezett (amit mindenkinél maximálisnak, azaz 100-nak vettünk), tehát elegendő volt az 1 és 2 pontban szereplő adatok megadása. Az alternatívák objektív szempontok szerinti értékeléséhez az összesített mutatókat és a hasznossági függvényeket kellett megadni. A továbbiakban ezt részletezzük.

II.3.4.1. Az összesített mutatók értékeinek a meghatározása

A modellben szereplő, származtatott indikátorok a szempontfa levelein találhatók és megfelelnek a szempontfa alszempontjainak.

A pályázati lekérdező rendszer alapján azokat a pályázatokat tekintettük, amelyeknek érvényes szerződésük volt és amelyek kaptak Gazdaságfejlesztési Célelőirányzat (GCE) kölcsönt vagy GCE támogatást. Ennek alapján az évekre lebontott szerződések száma és összege a következő volt:

- 1996. 44 szerződés, 3.46 milliárd Ft;
- 1997. 73 szerződés, 5.1 milliárd Ft;
- 1998. 49 szerződés.

A származtatott indikátorokat a lekérdező rendszer évekre összesített mutatóiból állítottuk össze. Kivételt képeztek a „kiemelt projektek támogatása”, valamint a „kis és középvállalatok támogatása”, alszempontok. A kiemelt projektek támogatása esetén végignéztük az összes pályázó céget és ezek közül kiválasztottuk a kiemelteket az [F9] alapján. A kis- és középvállalatok támogatása esetén is speciális leválogatást kellett alkalmaznunk. A tényadatok esetén figyelembe vettük, hogy egy, (1997-ben) pályázott cégnek 1996, 1997 és 1998-ban (1997 és 1998-ban) is voltak tényadatai. A támogatástól eltekintve, amit később fogunk tárgyalni, a következőképpen összesítettük egy, 1996-ban (1997-ben) pályázott cég tény mutatóit:

Legyen x_{1996} , x_{1997} , illetve x_{1998} (y_{1997} illetve y_{1998}) egy, 1996-ban (1997-ben) pályázott cég egy adott mutatójának 1996., 1997., illetve 1998. évre (1997. illetve 1998. évre) vonatkozó összesített értéke. Átlagos 15%-os inflációval számolva és az 1998. évre diszkontálva, a következő összesített értéket kapjuk az 1996-1998. (1997-1998.) időtartamra:

$$\begin{aligned}x_{1996-1998} &= 1,3225x_{1996} + 1,15x_{1997} + x_{1998}, \\(y_{1997-1998} &= 1,15y_{1997} + y_{1998}),\end{aligned}$$

ahol $1,3225 = \left(1 + \frac{15}{100}\right)^2$ és $1,15 = 1 + \frac{15}{100}$.

Az összes támogatás a GCE kölcsön és a GCE támogatás összege. Az első két évben a kölcsönt még nem kell visszatéríteni, a harmadik évben viszont már el kell kezdeni a visszatérítést. Tehát, az 1997-es pályázatok összesített támogatását ugyanúgy kell számolni, mint a többi mutatót. Ha k , t , illetve T -vel jelöljük a GCE kölcsönt, GCE támogatást, illetve teljes támogatást, akkor az 1996-ban pályázott cégek tényadatok alapján összesített támogatása az 1996-1998. időtartamra:

$$T_{1996-1998} = 1,3225(k_{1996} + t_{1996}) + 1,15(k_{1997} + t_{1997}) + k_{1998} + t_{1998} - 0,1961k_{1996},$$

$$\text{ahol } 0,1961 = \frac{\left(1 + \frac{15}{100}\right)^5 \cdot \frac{15}{100}}{\left[\left(1 + \frac{15}{100}\right)^5 - 1\right] \cdot \left(1 + \frac{15}{100}\right)^3}.$$

$$\text{A } 0,1961 \text{ értéket az } \left(1 + \frac{15}{100}\right)^5 = d\left(1 + \frac{15}{100}\right)^3 + d\left(1 + \frac{15}{100}\right)^4 + d\left(1 + \frac{15}{100}\right)^5 + d\left(1 + \frac{15}{100}\right)^6 + d\left(1 + \frac{15}{100}\right)^7$$

egyenlet megoldásából nyertük.

A származtatott mutatókat a pályázati lapokról [F1] és az [F8]-ban megadott metodika alapján számítottuk ki.

II.3.4.2. Hasznossági függvények

Az évenként összesített indikátor értékeket beskaláztuk a $[100, 900]$ intervallumba az $f(x) = 800 \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} + 100$, illetve az $f(x) = 800 \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} + 100$, hasznossági függvényekkel attól függően, hogy a magas, illetve alacsony indikátor értékeket részesítettük előnyben (ahol $x_{\min}$, illetve $x_{\max}$ a megfelelő indikátor maximális, illetve minimális értéke, x pedig a beskalázandó indikátor érték). Az AHP módszertan alapján az $[1,9]$ skála megfelelőnek bizonyul az értékelésekre. Mivel a WINGDSS 4.1 a pontszámokra csak egész számokat fogad el, a nagyobb pontosság érdekében ezt a skálát beszoroztuk 100-zal. Az alternatívák WINGDSS 4.1 által kiszámolt csoportos, illetve egyéni döntéshozói értékeléseit Excel fájl segítségével beskaláztuk a $[0,100]$ intervallumba az $f(x) = \frac{x - 100}{8}$ függvény felhasználásával. Így megkaptuk az 1996., 1997. és 1998-as évek hatékonyságainak százalékos értékeit, mind a pályázati, mind a tényadatok alapján.

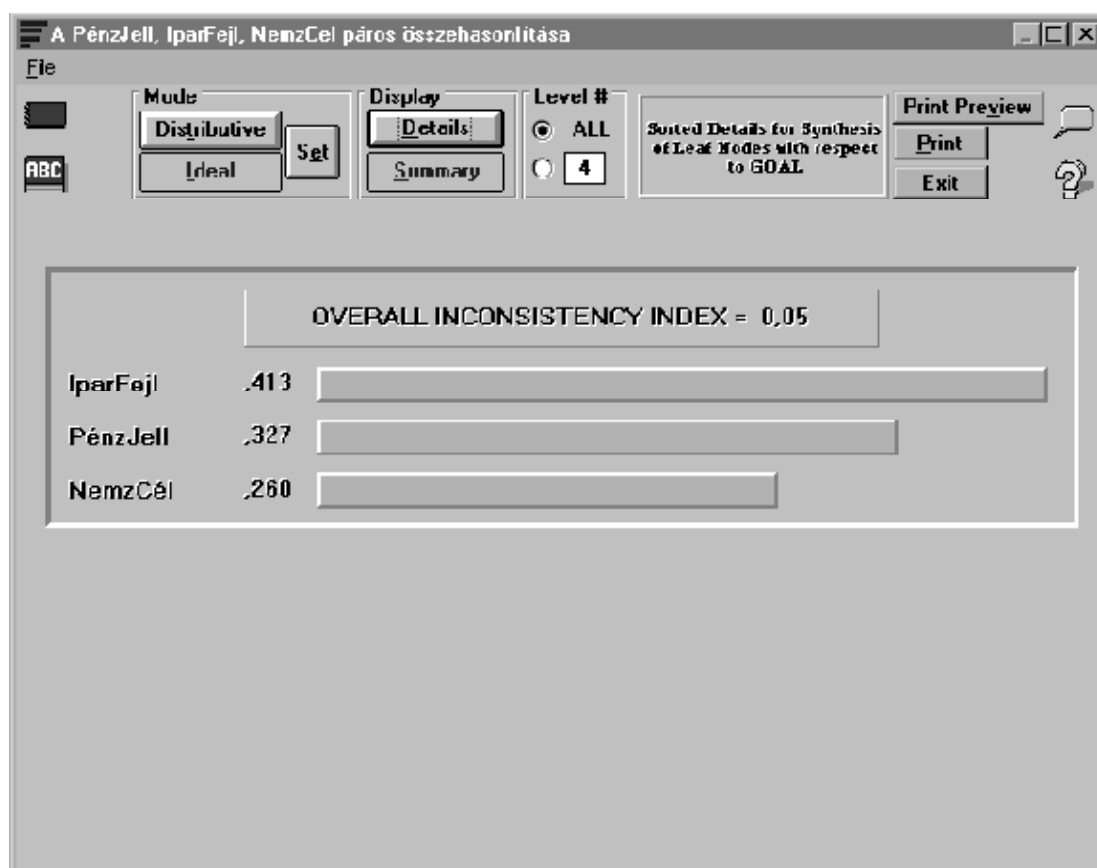
II.3.4.3. A döntéshozói súlyok megadása

A többszemponú, csoportos döntési modellek megoldása során kiemelt fontossága van a szubjektív döntések figyelembevételének. Magasabb hierarchikus szinteken jó döntés elképzelhetetlen szubjektív elemek nélkül, ugyanakkor érzékelhető annak a veszélye, ha

a szubjektív ítéletek előre nem látható módon befolyásolják a döntés végeredményét. Ezért a döntési modellek építésekor előre meg kell határozni azokat a pontokat, ahol a szubjektív ítéleteket figyelembe kell venni és előre meg kell adni azok maximális mértékét is.

A GFP hatékonyságának az értékelésére kidolgozott döntési modellben az értékelési szempontok objektívek, azaz a mutatók értékeit az adatbázisból nyertük. Ezért a szubjektív ítéletek a döntési szempontok súlyainak megadására korlátozódtak. Mivel a szempontokat 3 fő csoportba osztottuk, ezért ezek súlyainak meghatározása döntően befolyásolta a hatékonysági mutatókat. Ez az oka annak, hogy mind a pénzügyi jellemzők, mind a hazai ipar fejlesztése, valamint a nemzetgazdasági célok súlyának meghatározására az amerikai módszertan, az AHP páros összehasonlítás módszerét alkalmaztuk és az ezt megvalósító EXPERT CHOICE döntéstámogató szoftvert (a 2. ábrához hasonlóan az összes döntéshozóra). A többi szempont súlyait a döntéshozók közvetlenül adták meg százalékos alakban. Technikailag ezt úgy valósítottuk meg, hogy az általunk ismeretlen döntéshozók kitöltötték az előre elkészített adatlapokat, majd ezeket az adatokat vittük be a rendszerbe.

D05 döntéshozó súlyai a Pénzügyi jellemzők, Hazai ipar fejlesztése és Nemzetgazdasági célok szempontokra az AHP páros összehasonlítás módszere alapján



2. ábra

A beszállítók száma kezdetben testvérszempontra volt a hazai beszállítók részesedésének. Mivel az adatbázisban nem találtunk rá semmiféle információt és lényegesen fontosabbnak tartottuk a hazai beszállítók részesedését, ezért töröltük az alszempontról. A hazai beszállítók részesedését megtaláltuk ugyan az adatbázisban, viszont nem találtunk rá megfelelő adatokat. Ahhoz, hogy ez ne befolyásolja a kiértékelés eredményét, nulla értéket és minden döntéshozó esetén nulla súlyt rendeltünk hozzá. A megmaradt két alszempont (kiemelt projektek részesedése az összes támogatásból és a kis- és középvállalatok részesedése az összes támogatásból) súlyait százra normáltuk.

A PÉNZÜGYI JELLEMZŐK, HAZAI IPAR FEJLESZTÉSE és NEMZETGAZDASÁGI CÉLOK ÉRVÉNYESÍTÉSE szempontok alszempontra nem súlyozták a döntéshozók, csak megjelenítési szerepet kaptak a WINGDSS 4.1 szoftverben. Ehhez, minden szempont súlyának az alszempont súlyok összegét vettük. Ahhoz, hogy belássuk választásunk helyességét, ki kell térnünk arra, hogy a WINGDSS 4.1 hogyan végzi el az alternatívák egyéni döntéshozók szerinti kiértékelését. Mivel a mi esetünkben csak objektív levélszempontról vannak, a levélszempontról minden döntéshozó esetén ugyanazok a pontszámok tartoznak. Azonos gyökérű levélszempontról esetén a program a gyökérhez a levélszempontról értékeinek a levélszempontról adott döntéshozó súlyaival képzett számtani középátlósát rendeli. Ezt a folyamatot a program elvégzi a magasabb szinteken is, addig amíg el nem ér a SZEMPONTOK gyökérhez. Az itt kapott érték az adott alternatíva adott döntéshozó szerinti értékelése. Ennek alapján könnyen belátható, hogy a program a PÉNZÜGYI JELLEMZŐK-höz, a HAZAI IPAR FEJLESZTÉSÉ-hez és a NEMZETGAZDASÁGI CÉLOK ÉRVÉNYESÍTÉSÉ-hez az unokaszempontraik értékeinek az unokaszempontról súlyaival képzett számtani középátlósát rendeli, mintha a közbelső szempontok nem is léteznének. Unokaszempontrólknak nevezzük egy szempont alszempontrainak az alszempontraikat.

II.3.4.4. A döntési modell alapadatai

A származtatott mutatókat beskaláztuk a [100, 900] intervallumba (lásd **II.3.4.2. Hasznossági függvények**) és így vittük be a WINGDSS 4.1 szoftverbe. A programon belül a pontszámok alsó határa 0, felső határa pedig 900 volt. A 0 alsó határ azt jelenti, hogy azokhoz a mutatókhoz, amelyekhez nem találtunk megfelelő adatot az adatbázisban 0-t rendeltünk. Egy szempont csoportos súlya a szempont döntéshozói súlyainak a számtani középátlósója, mivel a döntéshozók szavazóerője megegyeztek. A csoportos súlyokból és a levélszempontról értékeiből a program kiszámította az alternatívák csoportos értékeléseit az egyéni döntések alapján (lásd **II.3.4.3. Döntéshozói súlyok megadása**).

II.3.5. Eredmények

Mint láttuk, alternatívaként az 1996., 1997., 1998-as évek pályázati, illetve tényadatainak összességét tekintettük. Az indikátorok értékeinek a szakértői súlyokkal vett aggregálása a modellben a 4. részben bemutatott módszerek által, minden egyes pályázati évről vonatkozóan százalékban megadott értékhez vezetett.

Végeredményként az alábbi sorrendeket kaptuk.

A pályázati adatok csoportos értékelése:

1996. év hatékonysága = 62,28%;

1998. év hatékonysága = 57,77%;

1997. év hatékonysága = 37,01%.

A tényadatok csoportos értékelése:

1998. év hatékonysága = 67,49%;

1996. év hatékonysága = 54,94%;

1997. év hatékonysága = 40,95%.

Mit jelentenek ezek az aggregált hatékonysági értékek? A modell minden évre kiszámította a gazdaságpolitikai célokhoz rendelt minden egyes indikátor értéket, s ezeket egy hasznossági függvény 0 és 1 közötti értékeivé transzformálta. A 11 felkért döntéshozó a célokhoz súlyszámokat határozott meg, s az ő értékeléseik átlagaként kialakított súlyokkal számítottuk ki azt az összhatékonysági értéket, amely minden évet jellemez. A „hatékonyság” ebben a szóhasználatban a gazdaságpolitikai céloknak való megfelelést jelent.

Ha minden tökéletesen alakulna a tervek és a tények szintjén egyaránt, akkor a pályázati hatékonyság 100 százalékos lenne. Természetesen, a valóságban legfeljebb megközelíteni lehet ezt az ideális értéket. Eredményeink azt mutatják, hogy mind a pályázati adatok tükrében, mind a valós teljesítéseket értékelve a vizsgált évek többségében 50% fölött van a hatékonyság. **A tényadatokkal számított 1998-as, majdnem 68%-os értéket kimondottan jónak tekinthetjük.**

A pályázati adatok a döntések alapjául szolgáltak. 1996-ban és 1998-ban a pályázók jól „találták el” tervadataikkal a gazdaságpolitikai elvárásokat, 1997-ben kevésbé. A lényeg azonban a teljesítésekben rejlik: itt már megfordul a sorrend és 1998, majd 1996 végül pedig 1997 következik.

Érdemes megjegyezni, hogy az egyedi döntéshozók véleményével számított sorrendek is hasonló képet mutatnak: a hatékony évek gyakorlatilag „vita nélkül”, egyöntetűen a legjobbak mindegyik döntéshozó értékelése szerint, a kisebb hatékonyságok mögött viszont eltérő egyéni sorrendek húzódnak meg.

Az 1996. évre vonatkozóan 7 döntéshozó egyéni értékelése közelíti meg a csoportos értékelésből származó hatékonysági mutatót, mind a pályázati, mind a tényadatok esetén. Egy további döntéshozónál, a tényadatok alapján számított hatékonyság jó közelítése a tényadatok alapján számított csoportos hatékonyságnak.

Az 1997. évre vonatkozóan 5 döntéshozó egyéni értékelése közelíti meg a csoportos értékelésből származó hatékonysági mutatót, mind a pályázati, mind a tényadatok esetén. Három további döntéshozónál, a pályázati adatok alapján számított hatékonyság jó közelítése a pályázati adatok alapján számított csoportos hatékonyságnak.

Az 1998. évre vonatkozóan 5 döntéshozó közelíti meg a csoportos értékelésből származó hatékonysági mutatót, mind a pályázati mind a tényadatok esetén is. Három

további döntéshozónál, a pályázati adatok alapján számított hatékonyság jó közelítése a pályázati adatok alapján számított csoportos hatékonyságnak.

Megállapítható, hogy a pályázati adatokat tekintve 5 döntéshozó értékelése mutatott ugyanolyan sorrendet az alternatívák hatékonyságára vonatkozóan, mint a csoportos értékelés. Az 5 döntéshozó közül 4 döntéshozónak az alternatívák hatékonyságára vonatkozó értékelései abszolút értékben is nagyon jó közelítései voltak a csoportos értékelés hatékonysági mutatószámainak, egy döntéshozóra pedig az 1998. és 1997. évekre vonatkozóan állíthatunk hasonlót. Ez a döntéshozó viszont sokkal jobbnak értékelte az 1998. évet. A fennmaradó 6 döntéshozó közül, 2 döntéshozó értékelései vannak közel a csoportos értékeléshez. Ugyan az említett döntéshozók jobban értékelték az 1998. évet, mint az 1996. évet, azonban az eltérés a két év hatékonysága között kicsi. Ezenkívül megjegyezzük, hogy az 1996. és 1997. év csoportos hatékonysági mutatói közel állnak egymáshoz.

Megállapítható, hogy a tényadatok esetén 8 döntéshozó értékelése mutatott ugyanolyan sorrendet az alternatívák hatékonyságára vonatkozóan, mint a csoportos értékelés. A 8 döntéshozó közül 5 döntéshozónak az alternatívák hatékonyságára vonatkozó értékelései abszolút értékben is jól megközelítették a csoportos értékelés hatékonysági mutatóit, 2 döntéshozónak pedig az 1996. év hatékonyságára vonatkozó értékelései mutatták, hogy közel vannak az 1996. év hatékonyságának csoportos értékeléséhez. A fennmaradó 3 döntéshozó közül, egy döntéshozó értékelése van közel az 1996. év hatékonysági mutatójához. Az említett döntéshozó 1996., 1997. és 1998. évekre vonatkozó értékelései igen közel állnak egymáshoz, tehát sorrend tekintetében nem perdöntők.

Mind a tény, mind pedig a pályázati adatok esetén az 1997. év hatékonysága erősen elmaradt az 1996. és 1998. év hatékonyságától. Az egyéni döntéshozók fentebb elemzett értékeléseit a következő két táblázat tartalmazza:

Tényadatok értékelése döntéshozónként

százalék	D01	1998	66.64
százalék	D01	1996	57.58
százalék	D01	1997	37.94

százalék	D02	1997	60.08
százalék	D02	1998	49.82
százalék	D02	1996	37.03

százalék	D03	1996	70.96
százalék	D03	1997	53.66
százalék	D03	1998	46.81

százalék	D04	1996	58.59
százalék	D04	1997	57.20
százalék	D04	1998	50.51

százalék	D05	1998	67.61
százalék	D05	1996	54.05
százalék	D05	1997	40.68

százalék	D06	1998	82.84
százalék	D06	1996	71.44
százalék	D06	1997	27.15

százalék	D07	1998	87.68
százalék	D07	1996	59.43
százalék	D07	1997	17.50

százalék	D08	1998	79.43
százalék	D08	1996	48.1
százalék	D08	1997	27.5

százalék	D09	1998	65.35
százalék	D09	1996	50.35
százalék	D09	1997	45.85

százalék	D10	1998	67.34
százalék	D10	1996	51.08
százalék	D10	1997	44.23

százalék	D11	1998	63.32
százalék	D11	1996	53.51
százalék	D11	1997	46.69

Pályázati adatok értékelése döntéshozónként

százalék	D01	1998	67.60
százalék	D01	1996	59.54
százalék	D01	1997	33.28

százalék	D02	1998	75.13
százalék	D02	1996	40.53
százalék	D02	1997	34.53

százalék	D03	1996	78.87
százalék	D03	1997	50.87
százalék	D03	1998	32.69

százalék	D04	1996	60.73
százalék	D04	1998	55.60
százalék	D04	1997	39.88

százalék	D05	1998	63.48
százalék	D05	1996	60.44
százalék	D05	1997	31.00

százalék	D06	1996	77.57
százalék	D06	1997	52.43
százalék	D06	1998	39.34

százalék	D07	1996	81.18
százalék	D07	1998	48.36
százalék	D07	1997	30.58

százalék	D08	1996	66.18
százalék	D08	1998	61.48
százalék	D08	1997	26.66

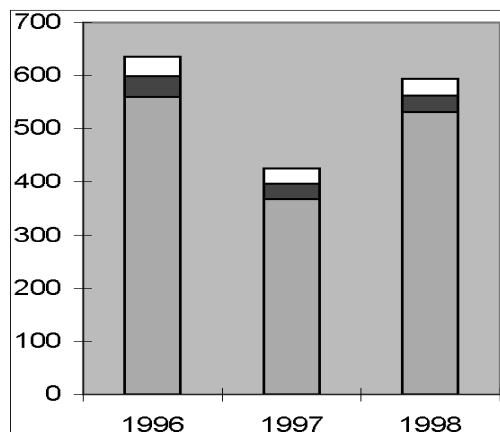
százalék	D09	1998	56.36
százalék	D09	1996	56.35
százalék	D09	1997	41.68

százalék	D10	1998	61.17
százalék	D10	1996	58.53
százalék	D10	1997	36.73

százalék	D11	1998	57.63
százalék	D11	1996	56.78
százalék	D11	1997	39.29

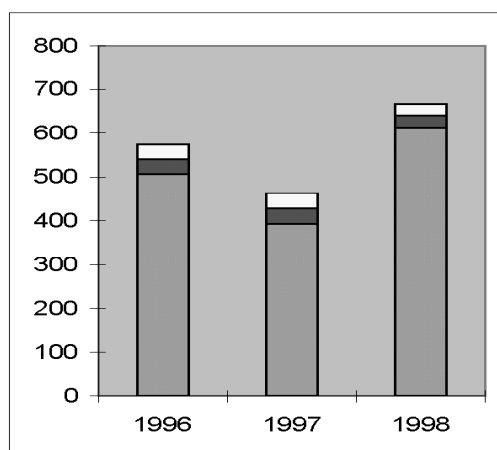
A WINGDSS 4.1 segítségével érzékenységvizsgálatot is végeztünk a levélszemponatok és a főszemponatok súlyaira vonatkozóan (lásd 3. és 4. ábra), azaz megvizsgáltuk, hogy milyen hatással van ezen szemponatok súlyainak 10 százalékos bizonytalansága a csoportos értékelésre és a döntéshozók értékeléseire. A közbenső szint súlyait rögzítettük, mivel a WINGDSS 4.1 az érzékenységvizsgálat során is úgy számol, mintha a levélszemponatok a főszemponatokhoz (azaz nagyszüleikhez) kapcsolódnának.

Pályázati adatok értékelése - Érzékenységvizsgálat



3. ábra

Tényadatok értékelése - Érzékenységvizsgálat



4. ábra

Ezek a számítások lehetőséget nyújtanak az egyes évek GFP pályázati eredményeinek egyetlen mutatószámba sűrített értékelésére, illetve - a megismételhető modellszámítások révén - az egyes évek összehasonlítására.

II.3.6. A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata során felhasznált anyagok

- F1 Adatlap a gazdaságfejlesztési pályázathoz, 1999.
- F2 A Gazdaságfejlesztési Célelőirányzatból juttatott egyes támogatások értékeléséről, Budapest, 1999. június.
- F3 A kiemelt főbb pályázati rendszerek 1988. évi működtetésének tapasztalatai, 1999.
- F4 Communication from the Commission to the Council and the European Parliament (Independent external monitoring and evaluation of Community activities in the area of research and technological development).
- F5 Értékelési elvek a technológiapolitika területére, 1999.
- F6 Irányelvek és útmutató az eredményesen működő monitoring rendszer megvalósításához, Adetef, Kei és Euro-Proerspective, 1998. december.
- F7 Irányelvek és útmutató az eredményesen működő monitoring rendszer megvalósításához (mellékletek), Adetef, Kei és Euro-Proerspective, 1998. december.
- F8 33/1988. (V. 22.) IKIM rendelet a Gazdaságfejlesztési Célelőirányzatok felhasználásának és kezelésének részletes szabályairól.
- F9 Pályázati felhívás és útmutató a Gazdaságfejlesztési Pályázat elkészítéséhez, Budapest, 1999. február.

Irodalomjegyzék

- [1] Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P. and Vermes, M., WINGDSS, a group decision support system under MS Windows, in: Proceedings of the 32nd Annual Symposium of AGIFORS, 4-9 October, 1992, Budapest, Hungary (1993) 319-327.
- [2] Csáki, P., Csiszár L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A decision model for appraisal of hotels, in: Proceedings of the Third Conference on Artificial Intelligence, ed.: P. Koch, *John von Neumann Society for Computer Science* (1993) 69-78.
- [3] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A flexible framework for group decision support: WINGDSS Version 3.0, in: Symposium on Applied Mathematical Programming and Modeling, APMOD93, Volume of Extended Abstracts, ed.: I. Maros, *Akapiint*, Budapest (1993) 102-109.
- [4] Csáki P., Csiszár L., Fölsz F., Keller K., Lóránt G., Mészáros Cs., Rapcsák T. és Turchányi P., A vezetői döntéshozatal folyamatának támogatása személyi számítógépen, Windows környezetben, *Sigma* 4 (1994) 169-190.
- [5] Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P. and Vermes, M., Research and development for group decision aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows based group decision support system, *Decision Support System* 14 (1995) 205-217.
- [6] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Lóránt, G., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A flexible framework for group decision support: WINGDSS Version 3.0, *Annals of Operations Research* 58 (1995) 441-453.
- [7] Csáki, P., Fölsz, F., Keller, K., Lóránt, G., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Tóth, Á., Visualisation in decision support system WINGDSS 4.0, KOI'95 Proceedings of the 5th Conference on Operational Research, eds.: Hunjak, T., Martić, L. and Neralić, L., *Croatian Research Society* (1995) 11-32.
- [8] Csáki, P., Fölsz, F., Rapcsák, T. and Sági, Z., On tender evaluations, *Journal of Decision Systems* 7 (1998) 179-194.
- [9] Forgó, F. and Temesi, J., Computer aided licence selection, *Engineering Cost and Production Economics* 11 (1987) 161-170.
- [10] Fölsz, F., Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., Distribution of gas cylinders, *European Journal of Operational Research* 87 (1995) 613-623.
- [11] Fölsz F., Mészáros Cs. és Rapcsák T., A töltőüzemekről a cseretelepekre történő minimális költségű szállítás megtervezése, IV. Országos Térinformatikai Konferencia Kiadványa, szerk.: Pethő, S. (1995) 126-131.

- [12] Fölsz, F., Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., Transport optimization of gas cylinders, *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik* 76 (1996) 425-426.
- [13] Harnos, Zs., Komlósi, S., Rapcsák, T. and Szántai, T., On the practice of OR in Hungary, *European Journal of Operational Research* 87 (1995) 452-455.
- [14] Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., On sensitivity analysis for a class of decision systems, *Decision Support Systems* 16 (1996) 231-240.
- [15] Németh S.Z., Rapcsák T. és Temesi J., A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata, *Sigma* XXXII.(1-2) (2001) 13-28.
- [16] Németh, S.Z., Rapcsák, T. és Temesi, J., Evaluation of tenders for developing the economy, *Central European Journal of Operations Research* 13 (2005) 299-317.
- [17] Rapcsák, T., Sági, Z., Tóth, T. and Kétszeri, L., Evaluation of tenders in information technology, *Decision Support Systems* 30 (2000) 1-10.
- [18] Stahl, J. and Temesi, J., Application of group decision methods for tender evaluation, *P.U.M.A.* 1 (1991) 15-22.

II.4. Döntési és környezeti modellezés

II.4.1. A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőségi modellezése többszem-pontú döntési módszerek felhasználásával

Ebben a részben bemutatjuk a Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőségi modellezését többszem-pontú döntési módszerek felhasználásával, amit *Balla K., Kéri G., Németh E., Rapcsák T. (projektvezető), Sági Z., Tóth T. és Verrasztó Z.* végzett el a *Pest Megyei Kereskedelmi és Iparkamara* megbízásából 1998-ban. Az esettanulmányról készült cikk a *Sigma* 1999. XXX. évfolyam, 4. számában a 135-159. oldalakon jelent meg.

II.4.1.1. Környezetvédelem és döntéselmélet

Az utóbbi években a környezeti problémák vizsgálata világszerte döntő jelentőségűvé vált, és ennek eredményeképpen a technikai fejlődés egyik hajtómotorja lett. A rész-problémák vizsgálatára már nagyon fejlett módszertan áll rendelkezésünkre, ugyanakkor a környezeti problémák megoldása – a többszintű, csoportos döntéshozatali eljárásoktól kezdődően, a döntések megfelelő szakmai szinteken való megjelenítéséig és megoldásáig, esetenként többször is visszatérve ugyanazon szinteken ugyanazon kérdésekhez – nincs megfelelően támogatva. Ennek csalhatatlan jele, hogy jóllehet, konkrét környezeti problémák esetében a legkülönbözőbb döntési szinteken eltérő információkra lenne szükség gyakran különböző formákban, ehelyett az esetek többségében minden szinten nagy terjedelmű, komplex tanulmányok jelennek meg. A tanulmányok általában egy adott időszakot dolgoznak fel a rendelkezésre álló adatok és bonyolult összefüggések alapján. A döntéshozatal gyakran több hónapot, esetleg több évet vesz igénybe, viszont a papíron tárolt információk csak igen körülményesen módosíthatók. Így azok nem alkalmasak a döntéshozatali eljárás ideje alatt bekövetkező, előre nem látható események, a dinamikusán változó adatok és az ezen adatokból az összefüggések segítségével levont következtetések figyelembevételére.

Több mint tíz éve elfogadott tény, hogy a teljes döntéshozatali folyamatot kell támogatni, a dinamikusán változó adatokat az igényeknek megfelelő adatbázisban kell tárolni, dinamikus összefüggések segítségével kell az eredményeket megjeleníteni. A döntéshozatali folyamat szoftveres támogatása, tehát, manapság már nélkülözhetetlen. Ennek hiányában ugyanarról a témáról egyre-másra születhetnek újabb és újabb tanulmányok, párhuzamosan akár több is. A jelenleg alkalmazott módszertan másik nagy hiányossága, hogy nem tesz éles különbséget a különböző döntési szintek között, aminek következtében az egyes hierarchikus szinteken nem a szükséges információk és nem az adott szintre jellemző gondolkodásmódnak és szemléletnek megfelelő formában állnak a döntéshozók rendelkezésére, ami a munka hatékonyságát nagymértékben rontja.

Ezt látva kereste meg az MTA SZTAKI Operációkutatás és Döntési Rendszerek Osztályát a Pest Megyei Kereskedelmi és Iparkamara, hogy az előbb vázolt problémákat kiküszöbölve, modellezzük a Ráckevei (Soroksári) Duna-ág (a továbbiakban RSD) víz-háztartását, amire új módszertant és szoftverrendszert dolgoztunk ki. Osztályunk hosszú

idő óta foglalkozik döntéstámogatással és környezeti modellezéssel, ld. [2]-[12], Verrasztó Z. pedig környezeti modellezéssel, ld. [15]-[19].

II.4.2. Új döntési technológia

Az RS Duna-ág vízháztartásával kapcsolatban kidolgozott döntési technológia lépései a következők:

1. A célok minél pontosabb, verbális megfogalmazása a probléma megoldásáért felelős döntési fórumon.
2. A célok szempontjából releváns jellemzők azonosítása, esetleg több különböző döntési szinten.
3. A jelenlegi helyzet vizsgálata a célok függvényében, ezen belül
 - a) a szükséges paraméterek jelenlegi értékének meghatározása;
 - b) a külső hatások azonosítása (pl. befolyó szennyvizek mennyisége és összetétele, vízkivételek, dunai tápvíz);
 - c) a vizsgálandó dinamikus folyamatok modellezése (pl. transzport folyamatok).
4. A szabályozási pontok és lehetséges cselekvési tervek, intézkedések azonosítása (pl. szennyvíztisztítók építése/fejlesztése, iszapkotrás, haltelepítés, zsilipek működési rendje).
5. Modellalkotás, ezen belül a hatásmechanizmusok vizsgálata és a jellemzők számszerű előrejelzése a megadott scenáriókra. Ezzel összefüggésben
 - a) a vizsgálatokhoz alkalmazott terjedési modellt és annak megoldását az amónium és a fenol esetére bemutatva, az A1 függelékben ismertetjük;
 - b) az oxigénháztartásra vonatkozó számításokat az A2 függelékben közöljük.
6. A modellek alkalmazása a számba jöhető intézkedéscsomagok hatásának előrejelzésére.
7. Az eredmények vizualizálása.
8. Az intézkedéscsomagok értékelése és/vagy összehasonlítása műszaki és gazdasági szempontokat figyelembe véve, a döntésért felelős fórumon.

Érdemi változások esetén természetesen ismételtén vissza lehet térni ugyanazokhoz a lépésekhez (pl. 1, 4 és 8).

A kidolgozott döntési technológia egyes lépéseinek szoftveres támogatására programcsomagot dolgoztunk ki, ennek segítségével végeztük el a fenti döntési technológia alkalmazását.

II.4.3. A vízminőség javítása a Dél-pesti Szennyvíztisztító szennyvizének átvezetésével a Dunába

Az RSD vizét erősen szennyezi a Dél-pesti Szennyvíztisztító (a továbbiakban DPSZ) szennyvizének bevezetése. Ezért az alábbi példában azt mutatjuk meg, hogyan lehet a Dunába történő átvezetésére vonatkozó döntést az előbbieken megadott döntési technológiával előkészíteni.

1. Az első lépésben a megfelelő döntési fórumon kitűzik a stratégiai célt, mégpedig a vízminőség és az üdülés feltételeinek javítását az RSD-n.
2. A releváns jellemzők meghatározása az MSZ 12749:1993 szabvány, valamint fürdővizekre és a horgászatra (azon belül a „pontyos” vizekre) vonatkozó Európai Unió 76/160/EEC számú, illetve 78/659/EEC számú direktíva alapján (ld. 2. és 3. táblázat) történhet.

A vízminőség szempontjából releváns jellemzőket a szabvány alapján, megfelelő bontásban, fastruktúrába rendezve közöljük az 1. táblázatban – azokat a csoportokat kihagyva, amelyek vonatkozásában nem volt kimutatható és valószínűleg a jövőben sem lesz várható számottevő terhelés.

Fontosnak tartjuk, hogy a direktívában nem szabályozott, de a vízi élővilág követelményrendszerénél határértékkel rendelkező komponensek (ld. [1]) is szerepeljenek, hiszen Magyarországon ezek is okozhatnak problémát (4. táblázat).

3. Ebben az esetben a jelenlegi helyzetből következők között a foszfor, az ammónium, a fenolok, a biokémiai oxigénigény és a levegő szennyeződés vizsgálatának a szükségessége. Más jellemzők is fontosak voltak, de a modellek alkalmazását ezen elemeken keresztül mutatjuk be.
4. A szabályozási pontok közül csak egyet, a DPSZ szennyvizének a Dunába történő átvezetését tekintjük.
5. A vizsgálatokhoz szükséges modellek és megoldásuk részletes leírása megtalálható [13]-ban. A terjedési és oxigénháztartási modellt és azok megoldását az A1 és A2 függelékben ismertetjük.
6. A projekt keretében elkészített programcsomag segítségével a modelleket megoldottuk.
7. Az eredmények vizualizálása digitális térképek segítségével történt, ahol az RSD egyenes szakaszokkal történő közelítésével számított eredmények illesztése és simítása jelentett speciális nehézséget. Az ammóniumra, a fenolokra és a levegőszennyeződésre vonatkozó eredmények a csatolt térképeken (1-6. ábra) láthatók.
8. A DPSZ szennyvizének a Dunába történő átvezetése a modell számításai szerint az alábbi kedvező hatásokat eredményezi:
Az 1-4. ábrák térképei alapján megállapítható, hogy ammónium szempontjából az RSD a DPSZ-ig II., alatta IV. osztályú; fenolok szempontjából a DPSZ-ig

II. osztályú, a DPSZ és Majosháza között III. osztályú, Majosháza alatt ismét II. osztályú.

A DPSZ szennyezésétől mentes helyzetben a folyó mindkét szennyező komponens szempontjából homogén, mégpedig II. osztályú, ami az EU direktíváknak is megfelel.

A rendelkezésre álló adatokból megállapítható [14], hogy a foszforterhelés döntő mértékben a dunai tápvízből kerül be az RSD-be, a Kvassay-zsilip felől.

A levegőszennyeződésre vonatkozó 5. és 6. ábra térképeiről leolvasható, hogy a nitrogén-oxidok esetén erősebb, a szilárd nem-toxikus szennyeződések esetén gyengébb regionális hatás érvényesül.

A levegőszennyezési ábrák árnyalásának értelmezése: Fehér szín 0 koncentrációt jelent; a színskála alsó harmadánál látható világosabb szürke árnyalat az immissziós határérték felét (nitrogén-oxidoknál $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, szilárd nem-toxikus komponens esetén $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ koncentrációt), a skála felső harmadánál levő sötétebb szürke árnyalat az immissziós határértéket (150 , ill. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ koncentrációt) jelent. A fekete szín a térképen előforduló legmagasabb koncentráció értékét, de legalább a határérték másfélszeresét reprezentálja. A közbeeső értékeknek a közbeeső árnyalatok felelnek meg, folytonos átmenetben. (A figyelembe vett határértékek az MSz 21854-1990 szabvány szerinti, védett I. levegőtisztaságvédelmi kategóriára vonatkozó 24 órás immissziós határértéket jelentik.)

A biokémiai oxigénigényt a huzamosabb zápor okozta diffúz szennyeződés hatásaként vizsgáltuk, mivel a vizsgált időszakot megelőzően halpusztulás történt az RSD-n. A 9. ábra mutatja az RSD vízhozamának várható alakulását, a 10. ábra pedig az ennek következtében várhatóan kialakuló oxigénigény és oldott oxigén koncentrációkat. Látható, hogy az RSD alsó szakaszán az oldott oxigén szintje kritikus mértékben lesüllyed. (Az MSZ 12749:1993 számú szabvány szerint $4 \text{ mg}/\text{l}$ -t meghaladó érték számít tűrhetőnek, $3 \text{ mg}/\text{l}$ alatt pedig erősen szennyezettnek minősül a víz.)

Összefoglalásként hangsúlyozzuk, hogy a kidolgozott döntési módszertan és az elkészült programcsomag adaptálható más környezeti problémák megoldására is.

A1. Az alkalmazott terjedési modell ismertetése

Valamely vízfolyásba bevezetett szennyezőanyag elkeveredése a transzportegyenlet alapján írható le. Néhány praktikus egyszerűsítő feltétel kikötésével (permanens elkeveredés feltételezése, keresztirányú konvekciós terjedés elhanyagolása, állandó sebesség feltételezése stb.) a transzportegyenlet a következő alakot ölti:

$$v \frac{\partial}{\partial x} = D \frac{\partial^2 c}{\partial y^2}, \quad (\text{A1.1})$$

ahol

- x a vízfolyás irányába mutató, y pedig a keresztirányú (tehát a partokra merőleges) térkoordináta,
- c az (x, y) ponthoz tartozó szennyezőanyag-koncentrációnak a függőleges irányban (azaz különböző mélységekre) átlagolt középértéke,
- v az áramlási sebességnek hasonló módon átlagolt értéke,
- D az y irányú módosított diszperziós tényező (lásd Somlyódy [20]).

Az RSD-re alkalmazott terjedésmodellezésnél is az (A1.1) egyenletből indultunk ki, melyet tetszőleges (x_0, y_0) esetén kielégít a

$$c = \frac{1}{\sqrt{x - x_0}} \exp \left[-\frac{v}{4D(x - x_0)} (y - y_0)^2 \right] \quad (\text{A1.2})$$

függvény. A tükrözési elv alkalmazásával tetszőleges véges számú (x_k, y_k) koordinátájú, M_k intenzitású szennyezőforrás esetén a szennyezőanyag-koncentrációt a

$$c = \sum_{k:x>x_k} \frac{M_k}{2h\sqrt{\pi Dv}} \frac{1}{\sqrt{x - x_k}} \sum_{-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{v(y + 2nB - y_k)^2}{4D(x - x_k)} \right] + \sum_{k:x>x_k} \frac{M_k}{2h\sqrt{\pi Dv}} \frac{1}{\sqrt{x - x_k}} \sum_{-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{v(-y + B + 2nB - y_k)^2}{4D(x - x_k)} \right] \quad (\text{A1.3})$$

közelítő formulával számolhatjuk, ahol h a víz mélysége, B pedig a szélessége (szakaszonkénti átlagértékekkel számolva).

Mivel az RSD-nek nem elhanyagolható görbületei vannak, ezért a modell alkalmazásához a folyó görbevonaltú középvonalát előbb egyenes szakaszokból álló törtvonallal helyettesítjük, ezután a közelítő törtvonallhoz egy görbevonaltú (ξ, η) koordinátarendszert illesztünk, ahol ξ a kiindulóponttól számított vonalhossz, η pedig a törtvonaltól mért előjeles távolság. Ezt a görbevonaltú koordinátarendszert egy derékszögű koordinátarendszerre illesztve, a törtvonalat mintegy kiegyenesítve, alkalmazni tudjuk az egyenes vonaltú vízfolyásra érvényes modellt és formulákat. Természetesen, ezáltal a módszer közelítő jellege még hangsúlyosabbá válik.

A modell számítógépes programja Pascal nyelven készült. A programot 3 különböző szennyezőanyagra futtattuk, mindhárom anyagra két változatban. Az egyik változatban a jelenlegi 3 fő szennyezőforrás (Kvassay-zsilip, DPSZ, Gyáli patak) figyelembe vételével, a másikban viszont a DPSZ terhelésének figyelmen kívül hagyásával, tehát csak a Kvassay-zsilip felől és a Gyáli patakból eredő szennyezőanyag-terhelés alapján, az így elképzelt esetre. Ezáltal megtudhatjuk, milyen vízminőség-javulás érhető el, ha a DPSZ tisztított szennyvizét átvezetik a nagy-Dunába.

A programot a következő adatokkal futtattuk.

a) Szennyezőkomponenstől független adatok:

- keresztirányú diszperziós tényező $(D) = 0,2 \text{ m}^2/\text{s}$;

- a Duna-ág geometriai adatainak táblázata szelvényenként, a mintegy 50 szakaszból álló közelítő törtvonalnak megfelelő bontásban. A geometriai adatok táblázatában 120-320 m vízszélesség, 1,4-4 m vízmélység és 19-22 m³/s vízhozam adatok szerepelnek. Ennek megfelelően a vízfolyás átlagos sebessége a legtöbb helyen 0,03-0,04 m/s körüli érték. (A Kvassay-zsilip közelében ennél nagyobb, a Tassi-zsilip közelében, ahol a folyóág egyre jobban kiszélesedik, ennél kisebb a vízfolyás sebessége.) A programban az input táblázatban levő adatok csúszó átlagaival számoltunk;
- a szennyezőforrások helye az alkalmazott koordináta-rendszerben (Kvassay-zsilip, DPSZ bevezetése, Gyáli patak bevezetése).

b) Szennyezőkomponensenként eltérő adatok:

- terhelési határértékek (az érvényben levő magyar szabványból véve): Ammónium vonatkozásában 0,2 g/m³ koncentrációig kiváló (I. oszt.); 0,5 g/m³-ig jó (II. oszt.); 1,0 g/m³-ig tűrhető (III. oszt.); 2,0 g/m³-ig szennyezett (IV. oszt.); 2,0 g/m³ fölött erősen szennyezett (V. oszt.). Fenolok vonatkozásában 0,002 g/m³-ig kiváló (I. oszt.); 0,005 g/m³-ig jó (II. oszt.); 0,01 g/m³-ig tűrhető (III. oszt.); 0,02 g/m³-ig szennyezett (IV. oszt.); 0,02 g/m³ fölött erősen szennyezett (V. oszt.);
- szennyezőforrások intenzitása (egy adott időpontban mért értékek): Ammónium terhelésre vonatkozóan a Kvassay-zsilipnél 5,64 g/s, a DPSZ-nél 19,07 g/s, a Gyáli pataknál 0,64 g/s. Fenol terhelésre vonatkozóan a Kvassay-zsilipnél 0,0561 g/s, a DPSZ-nél 0,038 g/s, a Gyáli pataknál 0,012 g/s.

Mivel a DPSZ-től származó ammónium terhelés lényegesen nagyobb az egyéb szennyezőforrások hasonló adatánál, a fenol terhelésre viszont ez nem áll, ezért a fenti adatok alapján számolás nélkül, előre látható, hogy a DPSZ vizének a Dunába történő átvezetése jelentős mértékben javíthat az RSD ammónium-szennyeződésén, viszont kevésbé látványos változás várható a fenol-szennyeződés esetében.

A futások eredményeit tartalmazó, az 1-4. ábrák térképeiről színskála alapján leolvasható szennyezettségi értékek teljes mértékben egybevágnak ezzel az előzetes várakozással.

A számítások menete a következő:

(i) Kiszámítjuk a folyó középvonalának törtvonalú közelítését definiáló $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \dots, (X_t, Y_t)$ töréspontokat összekötő, egyenesnek tekintett folyószakaszok hosszát és irányszögét az

$$\begin{aligned}
 R_i &= \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2} \\
 X_{i+1} - X_i &= R_i \cos \varphi_i, \\
 Y_{i+1} - Y_i &= R_i \sin \varphi_i, \quad i = 1, 2, \dots, t-1,
 \end{aligned} \tag{A1.4}$$

formulák alapján.

(ii) Kiszámítjuk minden egyes (x_k, y_k) szennyezőforrás koordinátáit a törtvonalra illeszkedő görbevonallú koordinátarendszerben. Ehhez olyan i indexet kell keresnünk, amelyre fennáll

$$\begin{aligned} 0 &\leq (X_i - x_k) \cos \varphi_i + (Y_i - y_k) \sin \varphi_i \leq R_i, \\ -\frac{B}{2} &\leq (Y_i - y_k) \cos \varphi_i - (X_i - x_k) \sin \varphi_i \leq \frac{B}{2}. \end{aligned} \quad (\text{A1.5})$$

A második egyenlőtlenségpár annak ellenőrzésére szolgál, hogy a szennyezőforrás valamelyik part mentén vagy a partokon belül van-e. Ebben az esetben az (x_k, y_k) szennyezőforrás görbevonallú koordinátái:

$$\begin{aligned} \xi_k &= \sum_{j=1}^{i-1} R_j + (X_i - x_k) \cos \varphi_i + (Y_i - y_k) \sin \varphi_i, \\ \eta_k &(Y_i - y_k) \cos \varphi_i - (X_i - x_k) \sin \varphi_i. \end{aligned} \quad (\text{A1.6})$$

(iii) A sík (x, y) pontjaihoz tartozó szennyezőanyag-koncentráció kiszámítása. Az előzőhöz hasonló módon ellenőrizzük, hogy az (x, y) pont értelmezhető-e mint a vízfolyás partmenti vagy belső pontja, azaz, hogy fennáll-e

$$\begin{aligned} 0 &\leq (X_i - x) \cos \varphi_i + (Y_i - y) \sin \varphi_i \leq R_i, \\ -\frac{B}{2} &\leq (Y_i - y) \cos \varphi_i - (X_i - x) \sin \varphi_i \leq \frac{B}{2}, \end{aligned} \quad (\text{A1.7})$$

valamilyen i indexre. Ha nem, akkor $c(x, y) = 0$, ha igen, akkor viszont legyen

$$\begin{aligned} \xi &= \sum_{j=1}^{i-1} R_j + (X_i - x) \cos \varphi_i + (Y_i - y) \sin \varphi_i, \\ \eta &(Y_i - y) \cos \varphi_i - (X_i - x) \sin \varphi_i. \end{aligned} \quad (\text{A1.8})$$

Ezután az (x, y) ponthoz tartozó szennyezőanyag-koncentráció az (A1.3) formulával számítható, a (ξ, η) , illetve (ξ_k, η_k) görbevonallú koordináták behelyettesítésével.

A szennyezőanyag-koncentrációk térképen való ábrázolásához a töréspontok és a szennyezőforrások helyeit egyaránt pixelben célszerű megadni. A koordinátáik így a térképről leolvashatók. A koordináták pixel jelölésével szemben más adatok esetén (pl. folyószélesség, vízmélység) a metrikus számértékeket célszerű meghagyni, hogy a koncentrációk számítása érvényes maradjon. Ezért a formulák egy része kiegészül egy α arányossági tényezővel, amely azt fejezi ki, hogy a számítógépen tárolt térképen egy pixel a valóságban hány méternek felel meg. Ezért mindjárt a számítás kezdetén az (i) pontban szereplő (A1.4) formula első sora

$$R_i = \alpha \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$$

alakra módosul. Hasonlóan a (A1.5)-(A1.8) formulákban is az X_i -t és az Y_i -t tartalmazó tagokat szorozni kell α -val, ha a pontok koordinátái pixelben vannak megadva.

Megjegyezzük, hogy a számítás során a (A1.3) formulában szereplő végtelen összegeknek csak azokat a tagjait vesszük figyelembe, amelyekben az exponenciális függvény argumentuma -30 -nál nagyobb. A többi tag elhanyagolása megengedhető, és ily módon a számítás néhány tag összegzésére egyszerűsödik.

A modell megoldása során felhasznált néhány hasznos számítástechnikai ötlet: A szennyezőanyag-koncentráció nagyságrendjét a vízfelület részeinek különböző színezésével érzékeltetjük az eredetileg fekete-fehér térképen. A koncentráció nagyságrendjének a szabvány szerinti 5 különböző kategóriájának a térképen 5 különböző szín, illetve fekete-fehér nyomdatechnika esetén, 5 különböző árnyalás fog megfelelni. Színezés esetén, a legkevésbé szennyezett részek zöld színt kapnak, az ennél szennyezettebb részek pedig a szennyezettség fokának mértékében kék, sárga, narancs, illetve piros színt. Árnyalás esetén, minél szennyezettebb a víz, annál sötétebb tónust alkalmazunk.

Ábrázolás méretnöveléssel: Ha el szeretnénk érni, hogy a szennyeződés koncentrációjának keresztirányú (azaz a vízfolyásra merőleges irányú) változásai jobban látszódnak a térképen, ezt megtehetjük úgy, hogy nem magát a folyót, hanem annak keresztirányban megnövelt képét színezzük a térképen a koncentráció nagyságrendjének megfelelően. A töréspontokat és a szennyezőforrásokat ugyanúgy adjuk meg, mint korábban, viszont a (iii) pont számításai során még egy β arányossági tényezőt is bevezetünk, amely a keresztirányú nyújtás arányát fejezi ki. Az (A1.7)-(A1.8) formulákban ekkor az η koordinátát a derékszögű koordinátákkal előállító kifejezéseket az α/β hányadossal kell szorozni, ahol α a pixelben megadott koordináta-adatok miatt, β pedig a nyújtás miatt jön be. Ha nem akarunk méretet növelni, akkor $\beta = 1$, méretnövelési szándék esetén pedig $\beta > 1$.

A2. Oxigénháztartás modellezése

A biokémiai oxigénigényt a huzamosabb zápor okozta diffúz szennyeződés hatásként vizsgáltuk, mivel a vizsgált időszakot megelőzően halpusztulás történt az RSD-n. Az oxigénháztartás vizsgálatára részletesebben kimunkált BOI-O₂ modellezési lehetőségek között említendő a nem-pontszerű külső terhelést is figyelembe vevő oxigénforgalmi részmodell (Jolánkai [21], 1992), mely lényegében egydimenziós, nem időfüggő modell, amely az ún. vízszál követésén alapszik. Szükségesnek láttuk, hogy a rendelkezésünkre álló információkat egy teljesebb modellben is feldolgozzuk. Ez képes figyelembe venni a folyamszakaszon fellépő valamennyi pontszerű és nem-pontszerű, akár a folyamszakaszon változó terhelést is. Lehetőség nyílik arra, hogy a folyamszakaszon az összes jellemző mennyiséget változóként, vagy legalábbis csupán részszakaszonként állandóként vegyünk figyelembe. A modell paramétereinek meghatározása mérési adatok alapján elvégezhető. A paraméteridentifikációt követően a különféle scenáriók szimulálhatók.

A modell jellemző mennyiségei:

a helyfüggő keresett függvények:

- C_1 biokémiai oxigénigény koncentrációja;
- C_2 oldott oxigén koncentrációja,

a modell paramétereit:

- x_0 az áramlás kezdőpontja (m);
- x_v az áramlás végpontja (m);
- q oldalirányú hozzáfolyás (m^2/sec);
- Q vízhozam (m^3/sec);
- A nedvesített keresztmetszelterület (m^2);
- C_{1d} biokémiai oxigénigény koncentrációja a hozzáfolyásban ($\text{mg/l}=\text{g/m}^3$);
- C_{2d} oldott oxigén koncentrációja a hozzáfolyásban ($\text{mg/l}=\text{g/m}^3$);
- K_1 szervesanyag lebomlási tényező (1/nap);
- K_2 levegő felvételi tényező (1/nap);
- C_s telítettségi oxigén koncentráció ($\text{mg/l}=\text{g/m}^3$);
- B bentikus oxigénigény (g/m sec);
- $P-R$ fotoszintézis és respiráció különbsége ($\text{g/m}^3 \text{ sec}$).

Keresendők az $[x_0, x_v]$ intervallumon a szakaszosan differenciálható C_1, C_2 függvények, a szakadási pontokban a függvényeknek és deriváltjaiknak elsőfajú szakadásával — vagyis a függvényeknek legfeljebb ugrásaik és töréspontjaik lehetnek. E függvények kielégítik az (A2.1)-(A2.2), $i = 1, \dots, N$, egyenleteket:

$$\frac{d}{dx} \left[\left(Q + \int_{x_0}^x q(\xi) d\xi + \sum_{j=1}^i Q_{pj} \right) C_1 \right] = qC_{1d} - K_1 A C_1 + B \quad (\text{A2.1})$$

$$\begin{aligned} \frac{d}{dx} \left[\left(Q + \int_{x_0}^x q(\xi) d\xi + \sum_{j=1}^i Q_{pj} \right) C_2 \right] = \\ qC_{2d} - K_1 A C_1 + K_2 A (C_s - C_2) + A (P - R), \\ x_{0i} < x < x_{vi} \end{aligned} \quad (\text{A2.2})$$

ahol

- $x_{01} = x_0, x_{0i+1} = x_{vi}, i = 2, \dots, N-1, x_{vN} = x_v$, e pontok pedig a modell jellemzői által vannak meghatározva, mégpedig úgy, hogy
- $Q, q, C_{1d}, C_{2d}, A, B, C_s, P - R$ szakaszosan folytonos függvények, legfeljebb elsőfajú szakadással (vagyis ugrással) az $x_{0i}, i = 2, \dots, N$, (vagyis $x_{vj}, j = 1, \dots, N-1$) pontokban;

- K_1, K_2 szakaszosan konstans (lépcsős) pozitív függvények, ugrásaik legfeljebb az $x_{0i}, i = 2, \dots, N$, pontokban lehetnek;
- $Q_{pj} = Q_{pi}^+ - Q_{pi}^-, Q_{pi}^+, Q_{pi}^-, i = 1, \dots, N$, konstansok.

A $Q_{pj}^\pm \geq 0, i = 2, \dots, N$, konstansok interpretálhatók mint az $x_{0i}, i = 2, \dots, N$, pontokban belépő pontszerű befolyások és vízkivételek. Koncentrációértékeiket a részzszakasz-határokon vesszük figyelembe (ld. alább), - melyeket $C_{kdi}^\pm$ -szal jelölünk $k = 1, 2, i = 2, \dots, N$, ha $Q_{pj}^- > 0$, akkor $C_{kdi}^- = C_k(x_{0i} - 0)$. (Itt és a továbbiakban $f(x - 0)$ a szakaszosan folytonos, az x pontban legfeljebb elsőfajú szakadású f függvény baloldali határértékét, $f(x + 0)$ pedig a jobboldali határértékét jelöli.)

A C_1, C_2 függvények eleget tesznek az alábbi kezdeti feltételeknek

$$C_k(x_0) = C_{k0}, \quad k = 1, 2, \quad (\text{A2.3})$$

valamint a

$$\begin{aligned} & \left(Q(x_{0i} + 0) + \int_{x_0}^{x_{0i}} q(u) du + \sum_{j=1}^i Q_{pj} \right) C_k(x_{0i} + 0) = \\ & \left(Q(x_{0i} - 0) + \int_{x_0}^{x_{0i}} q(u) du + \sum_{j=1}^{i-1} Q_{pj} - Q_{pi}^- \right) C_k(x_{0i} - 0) + Q_{pi}^+ C_{kdi}, \\ & k = 1, 2; \quad i = 2, \dots, N - 1 \end{aligned} \quad (\text{A2.4})$$

átviteli feltételeknek. $\left(\text{Szokás szerint } \sum_{j=1}^0 = 0 \right)$.

Azzal a megkötéssel élünk, hogy minden $x \in [x_{0i}, x_{vi}]$ -re és $i = 1, \dots, N$ -re

$$Q(x) + \int_{x_0}^x q(\xi) d\xi + \sum_{j=1}^i Q_{pj} > 0.$$

A feladat megoldása rekurzív módon előáll, de általános esetben számításokra semmiképpen nem ajánlható, még akkor sem, ha a benne szereplő integrálok zárt alakban megadhatók. A rendszer integrálását tehát numerikusan végezzük részintervallumonként, mégpedig a $D_k(x) = \bar{Q}(x) C_k(x)$, $k = 1, 2$, függvényekre nézve, a kezdeti értékeket pedig az előző intervallumról kapott végérték és (A2.4) felhasználásával számoljuk.

Demonstrációs céllal bemutatjuk a modell alkalmazását az RSD-re. Vizsgálatainkba most csak a nagyobb, az elhagyottakhoz képest az oxigénháztartásra vélhetően jelentősebb befolyással bíró műtárgyakat és a Gyáli patakot vontuk be. A terhelési adatok összegyűjtésekor jelentős adatahiánnyal szembesültünk. Ennek áthidalására a feldolgozás alapjául éves átlagadatokat választottunk. Ezek előállításakor figyelembe vettük

- az átlagos öntözési időszak hosszát és a becsült vízkivételt;

- a belvizes időszak átlagos hosszát és a csatornákon bekerülő becsült vízmennyiséget, annak becsült BOI és O_2 koncentrációját;
- az oldalirányú hozzáfolyás becsült értékét, melyet a vízgyűjtőn mért csapadék mennyisége alapján becsültünk és a folyamszakasz hosszán egyenletesen hozzáfolyónak vélelmeztünk, konstans BOI és O_2 koncentrációval, melyeket szintén becsültünk;
- a telítettségi oxigénkoncentrációt az éves átlagos víz hőmérsékletből szakirodalmi képlet alapján számítottuk;
- a vízsebességet a teljes szakaszon állandónak feltételeztük, aminek következtében a keresztshelvények adatait mellőzhettük.

Az így kapott éves átlagos vízhozamot a 7. ábrán szemléltetjük. A szervesanyag lebomlási és a levegő felvételi tényezőt, a bentikus oxigénigényt, a fotoszintézis és respiráció különbségét a folyamszakaszon állandónak vélelmeztük és mérési adatokból kalibráltuk. A felhasznált értékeket a hivatalos mérési adatok éves átlagából számoltuk.

A kalibráláshoz egy általunk kidolgozott, a feladatra orientált, azaz a C_1 és C_2 függvényeknek a paraméterek szerinti monotonitását figyelembe vevő illesztési eljárást alkalmaztunk. Az ily módon teljesen meghatározott modellel számolt éves átlagos BOI és O_2 értékek grafikonját a 8. ábra tartalmazza.

A következőkben azt vizsgáljuk, hogy szélsőséges körülmények bekövetkezése esetén hogyan alakul az RSD oxigénháztartása. A szimulációhoz használt adatokat úgy választottuk meg, hogy az megfeleljen egy meleg nyári napon háromnapos folyamatos esőzés révén kialakuló helyzetnek. A Kvassay zsilipnél az éves átlagnál kissé magasabb a vízhozam, de jelentősen alatta marad az éves csúcshozamnak. Szennyezettsége magasabb. A vízgyűjtőről a lehulló csapadék 20%-a megjelenik a hozzáfolyásban, ennek révén az éves átlag kb. két és félszerese az oldalirányú hozzáfolyás. Feltételeztük, hogy ilyen körülmények között a szennyeződés bemosódása nagyobb, ezért kísérleti számításainkban a hozzáfolyás BOI koncentrációját jelentősen megemeltük. Az oxigénháztartást jelentősen befolyásolja a DPSZ működése, szélsőséges helyzetben ennek BOI kibocsátása is megnőhet, de ezt nem vettük figyelembe. Így az emiatt esetleg bekövetkező addicionális vízminőségromlástól számításainkban eltekintettünk. Nyári időszakban nem vélelmeztük a belvizek bevezetését és a csapadék miatt az öntözés is szünetelését feltételeztük. Számításaink eredményét szemlélteti a 9. és 10. ábra.

Irodalomjegyzék

- [1] Benedek P. és Literáty P., Vízminőség-szabályozás a környezetvédelemben, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1979.
- [2] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A decision model for appraisal of hotels, in: Proceedings of the Third Conference on Artificial Intelligence, ed.: P. Koch, *John von Neumann Society for Computer Science* (1993) 69-78.
- [3] Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P. and Vermes, M., Research and development for group decision aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows based group decision support system, *Decision Support Systems* 14 (1995) 205-217.
- [4] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P.: A flexible framework for group decision support: WINGDSS Version 3.0, *Annals of Operations Research* 58 (1995) 441-453.
- [5] Csáki P., Csiszár L., Fölsz F., Keller K., Lóránt G., Mészáros Cs., Rapcsák T. és Turchányi P., A vezetői döntéshozatal folyamatának támogatása személyi számítógépen, Windows környezetben, *Sigma* 4 (1994) 169-190.
- [6] Fölsz, F., Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., Distribution of gas cylinders, *European Journal of Operations Research* 87 (1995) 613-623.
- [7] Fölsz F., Mészáros Cs. és Rapcsák T., A töltőüzemekről a cseretelepekre történő minimális költségű szállítás megtervezése, *IV. Országos Térinformatikai Konferencia Kiadványa*, szerk.: Pethő, S. (1995) 126-131.
- [8] Csáki, P., Fölsz, F., Keller, K., Lóránt, G., Mészáros, Cs., Rapcsák, T., and Tóth, Á., Visualisation in decision support system WINGDSS 4.0, KOI'95, Proceedings of the 5th Conference on Operational Research, eds.: Hunjak, T., Martić, L. and Neralić, L., *Croatian Research Society* (1995) 11-32.
- [9] Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., On sensitivity analysis for a class of decision systems, *Decision Support Systems* 16 (1996) 231-240.
- [10] Csáki, P., Fölsz, F., Rapcsák, T. and Sági, Z., On tender evaluations, *Journal of Decision Systems* 7 (1998) 179-194.
- [11] Kéri G., Orsovai I. és Rapcsák T., Egy transzportmodell alkalmazása a Gyál térségében létesítendő hulladéklerakó esetleges talajszennyező hatásának vizsgálatára (Esettanulmány), *Alkalmazott Matematikai Lapok* 19 (1999) 235-247.
- [12] Mészáros, Cs., Rapcsák T. and Sági, Z., Pollution transmission in the air, Proceedings of NATO ARW on "Large-scale computations in air pollution modelling", ed.: Z. Zlatev et al, NATO Science Series, *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht, Boston, London (1999) 235-247.

- [13] Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízháztartás rendszerének számítógépes modellezése a többkritériumú döntési módszerek felhasználásával, Tanulmány és Mellékletek, IT Consult-PRO, 1998.
- [14] A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőségi értékelése és modellezése, Tanulmány (Szerzők: Császár I., és Jolánkai G.) IT Consult-PRO, 1998.
- [15] Verrasztó, Z., Land formation and the geological aspects of environmental protection, *IAEG Symposion*, Warszawa, 1979.
- [16] Verrasztó, Z. and Domokos, M., Synoptic information system for the environmental protection of the central industrial area of Hungary, Int. Symp. on Environmental Contamination in Central and Eastern Europe, Budapest, 1992.
- [17] Pest megye környezeti jellemzői, KDV Környezetvédelmi Felügyelőség, Budapest, 1993., I.-III. kötet, 1-798. old. (szerk.: Verrasztó Z.).
- [18] Klinghammer I. és Verrasztó Z.: A ráckevei üdülőkörzet környezeti jellemzői (tematikusan atlasz, 28 lap), KDV Környezetvédelmi Felügyelőség - ELTE Térképtudományi Tanszék, 1994.
- [19] Domokos M.-né, László T., Pápay K.-né és Verrasztó Z., A környezetértékelés és a hatósági döntések kiszolgálására készülő szinoptikus információs rendszer, *Vízügyi Közlemények*, 1993, 3. füzet.
- [20] Somlyódy L., Szennyezőanyagok terjedésének meghatározása vízfolyásokban, *Vízügyi Közlemények* 67 (1985) 185-201.
- [21] Jolánkai, G., SENSMOD, A simple experimental non-point source model system, Proc. Conf. Water Quality Modelling in the Inland Natural Environment, Bournemouth, England, 10-13 June, 1986. pp. 77-91.

A vízminőség szempontjából releváns jellemzők

Oxigénháztartás

Tartalmazott oxigén (Oldott oxigén, Oxigéntelítettség)
Oxigénfogyasztás (Biokémiai oxigénigény, Kémiai oxigénigény)
Összes szerves szén
Szaprobítási index

Nitrogén- és foszforháztartás

Nitrogénháztartás (Ammónium, Nitrit, Nitrát, Szerves nitrogén)
Foszforháztartás, alga (Összes foszfor, Ortofoszfát, a-Klorofil)

Mikrobiológiai jellemzők

Coliform, Fekáliás coliform, Fekáliás streptococcus, Salmonella,
Összes telepszám 37 ill. 22 °C-on

Mikroszennyezők és toxicitás

Szervetlen mikroszennyezők (Alumínium, Bór, Cianid, Cink, Higany,
Kadmium, Króm(VI), Nikkel, Ólom, Réz)
Szerves mikroszennyezők (Fenolok, Detergensek, Kőolajszármazékok, Illékony
klórozott szénhidrogének, Peszticidek, Triazinszármazékok, Poliklórozott
bifenilek, Pentaklór-fenol)

Egyéb jellemzők

Egyéb anyagtartalmak (Vas, Mangán, Nátrium, Nátriumszármazék, Kálium,
Kalcium, Magnézium, Karbonát, Hidrogén- karbonát, Szulfát, Klorid)
Egyéb kémiai jellemzők (pH, Lúgosság, Keménység)
Egyéb fizikai jellemzők (Összes lebegő anyag, Zavarosság, Szín, Szag,
Átlátszóság, Vízhőmérséklet, Fajlagos vezetőképesség 20 °C-on)

1. táblázat

**A kontakt vízi sportok szempontjából releváns jellemzők és a rájuk
vonatkozó határértékek**

Összes kloriform	max. 10000 /100 ml
Fekáliás kloroform	max. 2000 / 100 ml
Fekáliás streptococcus	0
Salmonella	0
Enterovírusok	0
pH	6-9
Szín	nincs természetellenes elváltozás
Ásványolajok	nincs szag, vízfelszínen film nem látható
Felületaktív anyagok	nincs tartós hab
Fenolok	max. 0,05 mg/l, nincs szag
Átlátszóság	min. 1 m
Oxigéntelítettség	80-120 %
Kátrány, úszószennyezők (pl. fa, műanyagpalack stb.)	nincs
Ammónia	(*)
Nitrogén Kjeldahl	(*)
Peszticidek	(**)
Arzén	(**)
Kadmium	(**)
Króm (VI)	(**)
Ólom	(**)
Higany	(**)
Cianid	(**)
Nitrát	(**)
Foszfát	(**)

(*) eutrofizációs tendenciák esetén mérendő

(**) jelenlétének gyanúja, vagy a vízminőség romlása esetén illetékes hatóság által mérendő

2. táblázat

**A horgászat szempontjából releváns jellemzők és a rájuk vonatkozó
határértékek**

Maximális hőmérsékletemelkedés (hőkibocsátó forrás hatására)	3 °C
Maximális hőmérséklet egyes fajok előfordulása esetén a szaporodási időszakban	28 °C, 10 °C
Oldott oxigén: de 50%-ban	legalább 4 mg/l, legalább 7 mg/l
pH	6-9
Összes lebegő anyag	max. 25 mg/l
Biokémiai oxigénigény	max. 6 mg/l
Összes foszfor (mint PO ₄)	max. 0,4 mg/l
Nitrit (mint NO ₂)	max. 0,03 mg/l
Fenolok	ízváltozást nem okoz a halhúsban
Olaj jellegű szénhidrogének	nem látható, ízváltozást nem okoz, halra nem káros
Nem-ionos ammónia (mint NH ₃)	max. 0,025 mg/l
Összes ammónium (mint NH ₄)	max. 1 mg/l
Összes kicsapódó klór (mint HOCl)	max. 0,005 mg/l
Összes cink	max. 1 mg/l
Összes réz	max. 0,04 mg/l

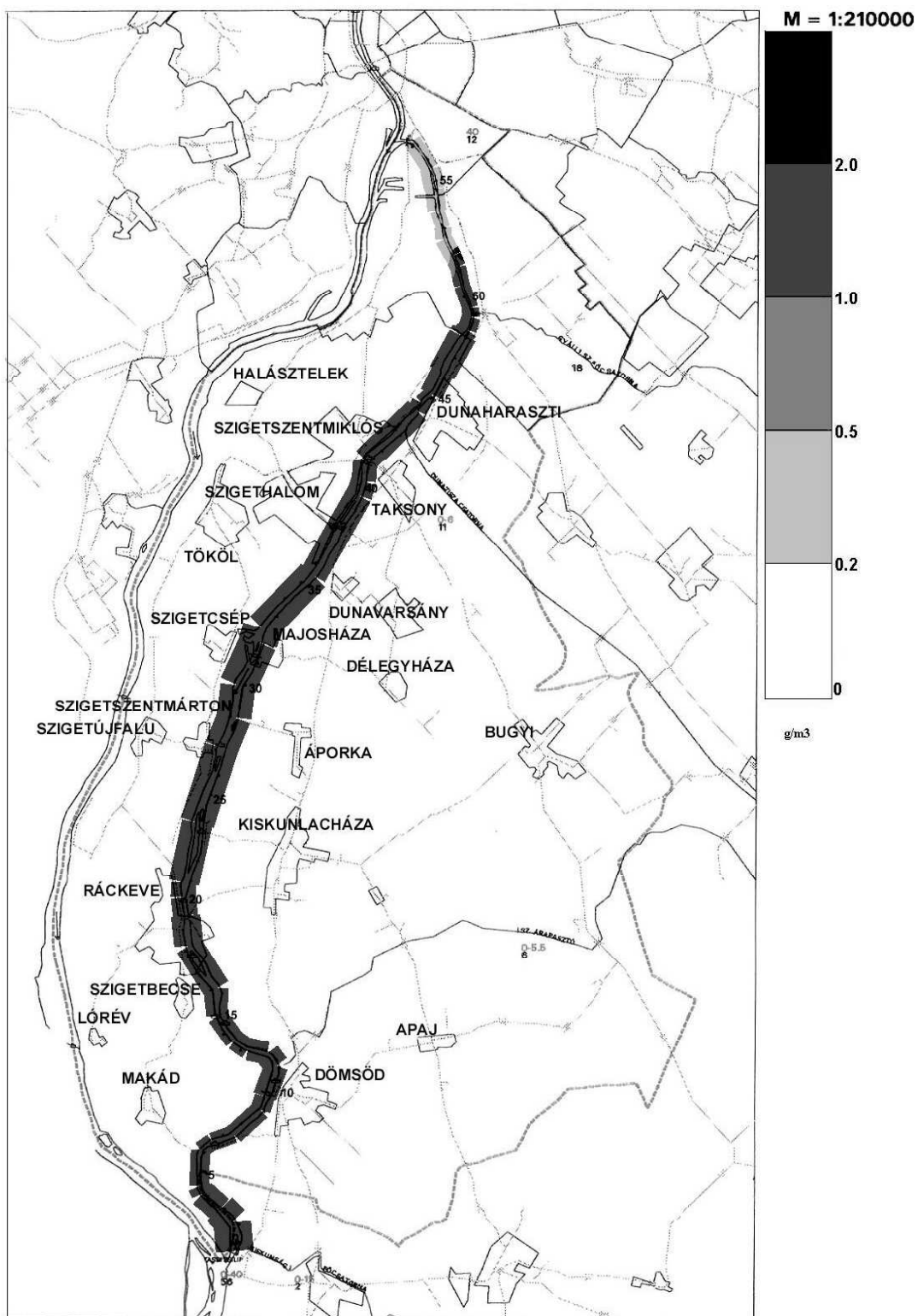
3. táblázat

A direktívában nem szabályozott, de a vízi élővilág követelményrendszerénél határértékkel rendelkező komponensek és a rájuk vonatkozó határértékek

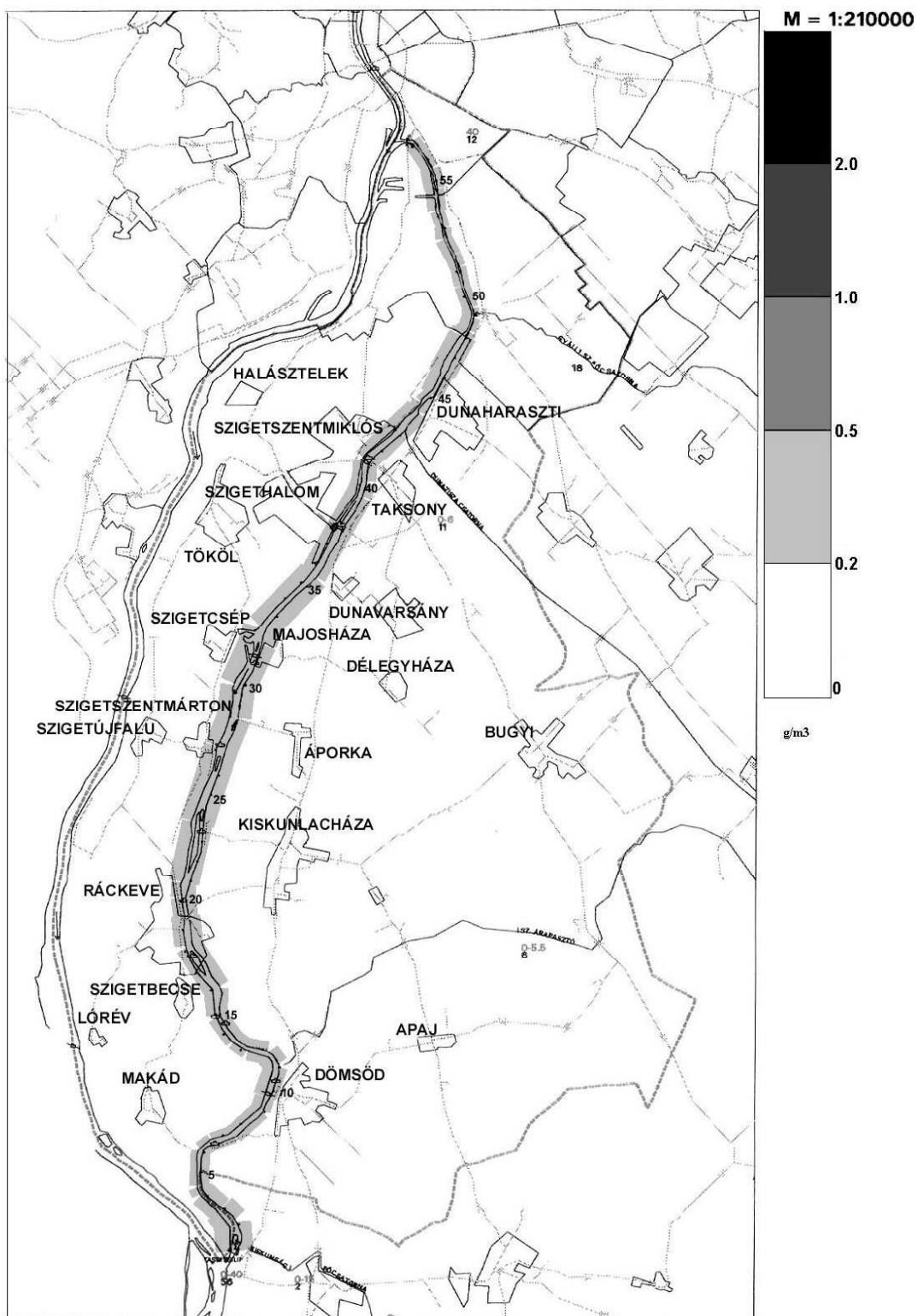
Hidrogén-szulfid	max. 0,002 mg/l
Cianidok	max. 0,005-0,01 mg/l
Összes higany	max. 0,0002-0,0005 mg/l
Kadmium	max. 0,003-0,01 mg/l
Ólom	max. 0,01-0,05 mg/l
Arzén	max. 0,05-0,1 mg/l
Összes króm	max. 0,01-0,05 mg/l
Nikkel	max. 0,02-0,1 mg/l
Felületaktív anyagok	max. 0,2-1 mg/l
Peszticidek, egyéb toxikus anyagok	max. 0,01-0,1xTL _m ,

* ahol TL_m az ún. közepes a tűrés határa, toxikus anyagoként más-más koncentráció érték.

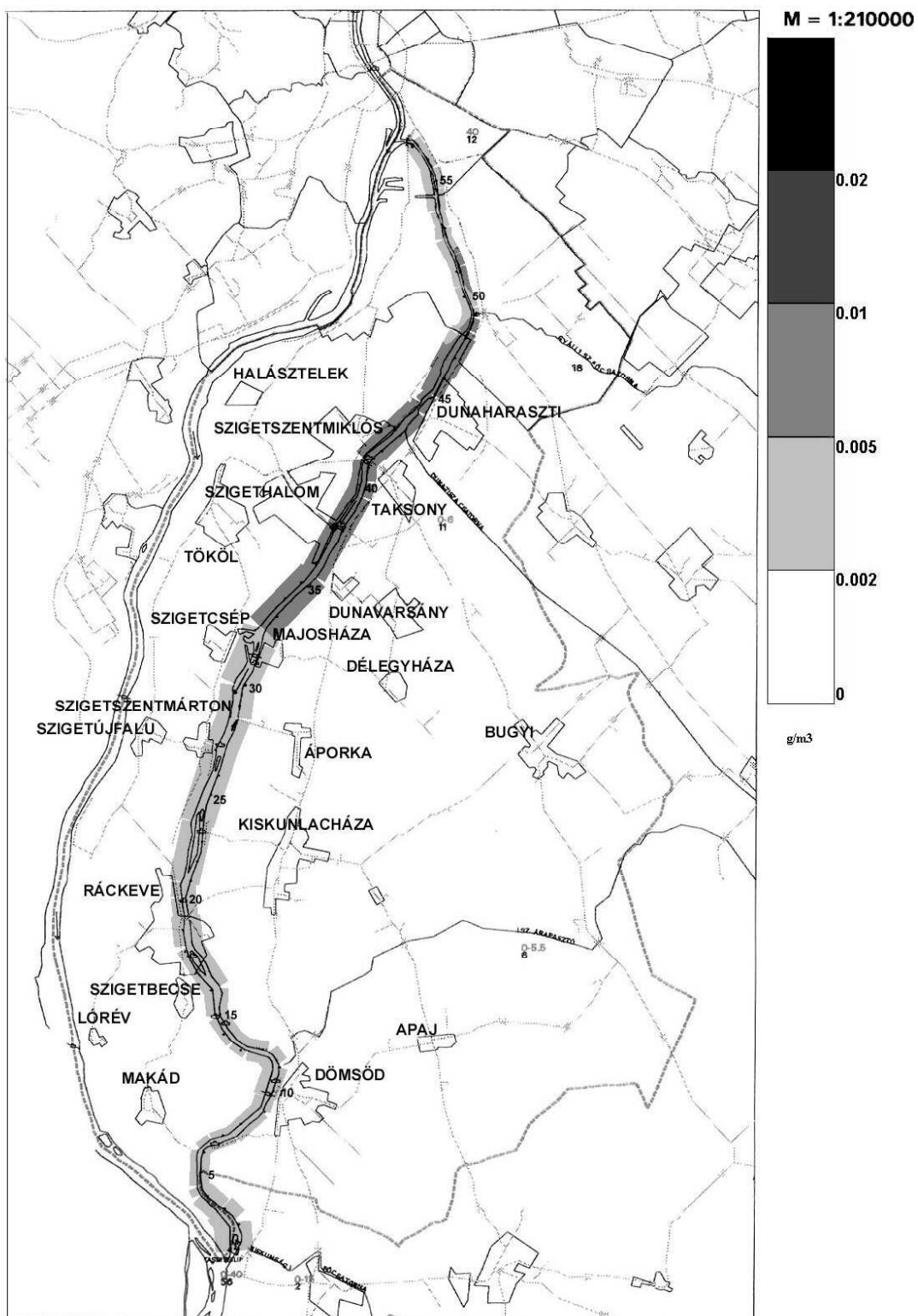
4. táblázat



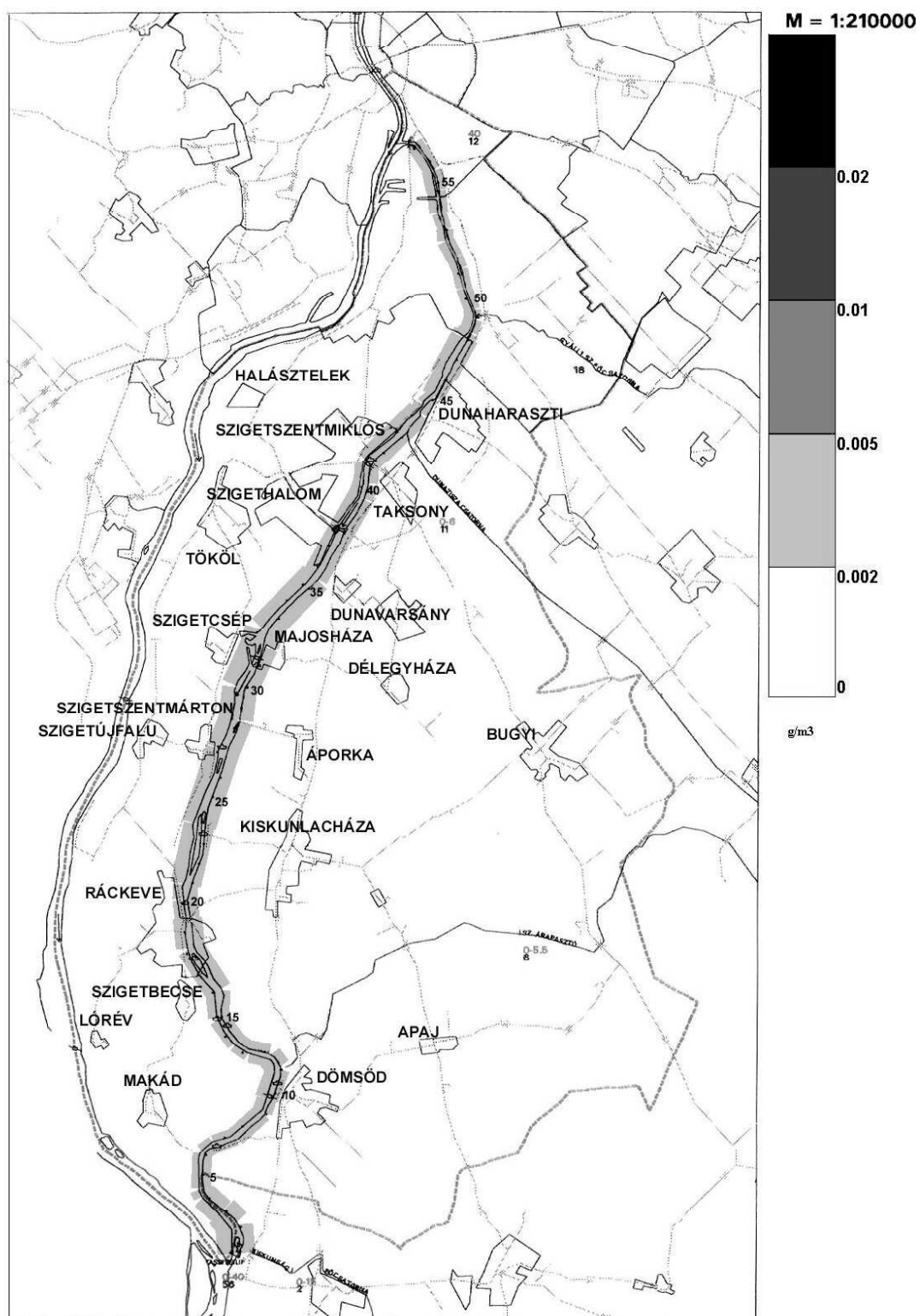
1. ábra Ammónium koncentrációjának az eloszlása a jelenlegi állapotban

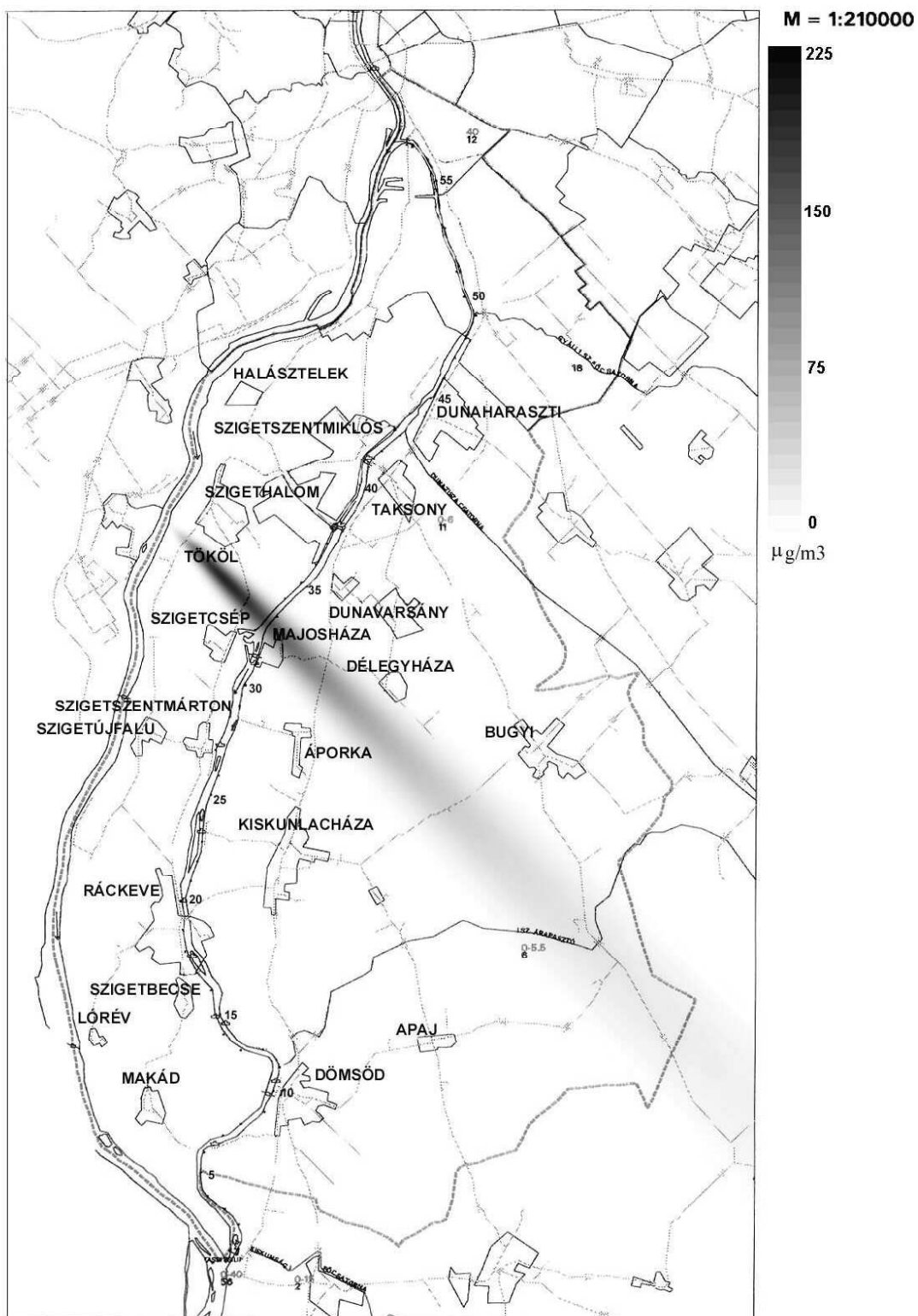


2. ábra Ammónium koncentrációjának az eloszlása a DPSZ terhelése nélkül

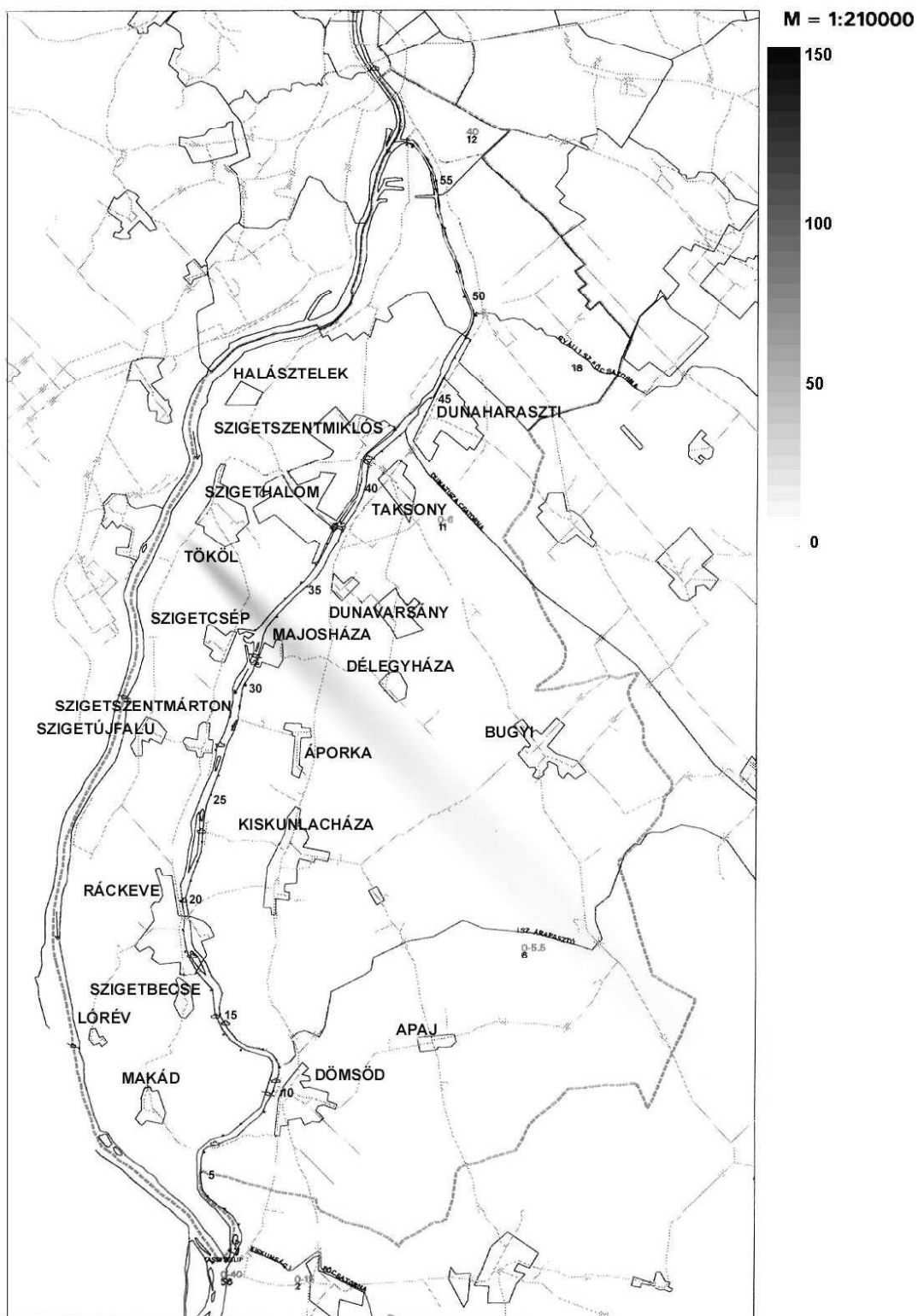


3. ábra Fenolok koncentrációjának az eloszlása a jelenlegi állapotban

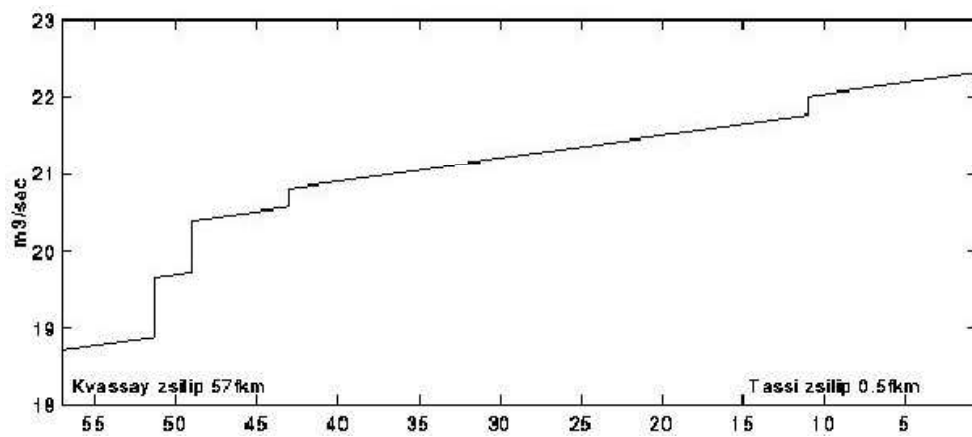




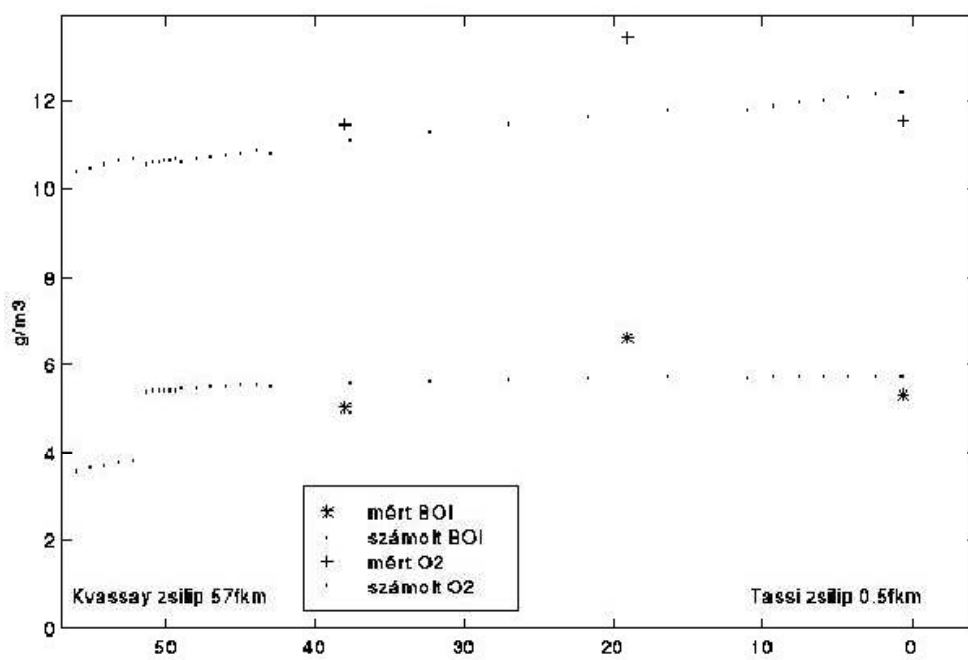
5. ábra Nitrogén-oxidok, nem fűtési félév, nappali időszak



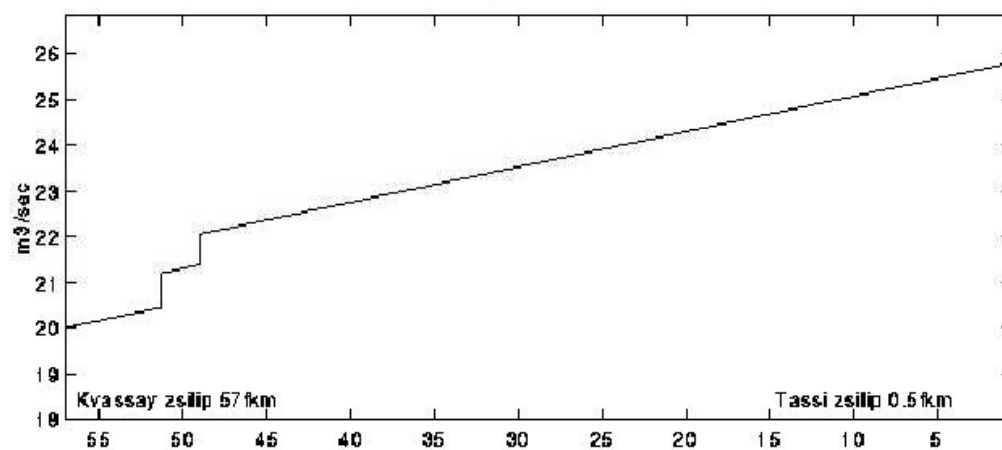
6. ábra Szilárd nem-toxikus, nem-fűtési félév, nappali időszak



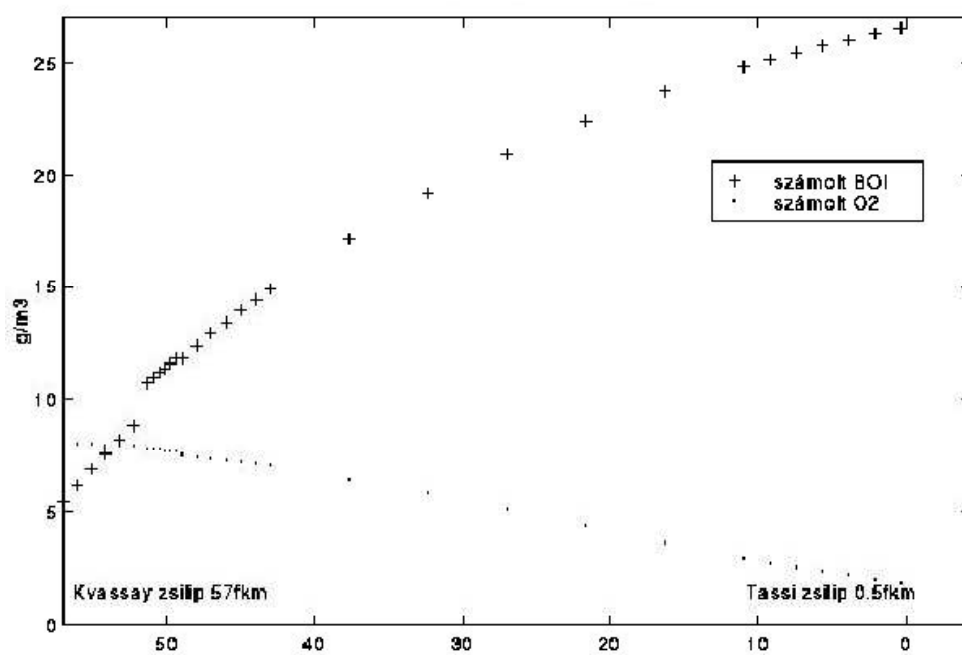
7. ábra Éves átlagos vízhozam



8. ábra Éves átlagos BOI és O₂



9. ábra Szélsőséges vízhozam



10. ábra Szélsőséges BOI és O₂

Irodalomjegyzék

- [1] Balla K., Kéri G., Németh E., Rapcsák T., Sági Z., Tóth T. és Verrasztó Z., A Ráckevei (Soroksári) Duna-ág vízminőségi modellezése többszemponútú döntési módszerek felhasználásával, *Sigma* 4 (1999) 135-159.
- [2] Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P., and Vermes, M., WINGDSS, a group decision support system under MS Windows, in: Proceedings of the 32nd Annual Symposium of AGIFORS, 4-9 October, 1992, Budapest, Hungary (1993) 319-327.
- [3] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A decision model for appraisal of hotels, in: Proceedings of the Third Conference on Artificial Intelligence, ed.: P. Koch, *John von Neumann Society for Computer Science* (1993) 69-78.
- [4] Csáki, P., Csiszár L., Fölsz, F., Keller, K., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A flexible framework for group decision support: WINGDSS Version 3.0, in: Symposium on Applied Mathematical Programming and Modeling, APMOD93, Volume of Extended Abstracts, ed.: I. Maros, *Akprint*, Budapest (1993) 102-109.
- [5] Csáki P., Csiszár L., Fölsz F., Keller K., Lóránt G., Mészáros Cs., Rapcsák T. és Turchányi P., A vezetői döntéshozatal folyamatának támogatása személyi számítógépen, Windows környezetben, *Sigma* 4 (1994) 169-190.
- [6] Csáki, P., Rapcsák, T., Turchányi, P. and Vermes, M., Research and development for group decision aid in Hungary by WINGDSS, a Microsoft Windows based group decision support system, *Decision Support System* 14 (1995) 205-217.
- [7] Csáki, P., Csiszár, L., Fölsz, F., Keller, K., Lóránt, G., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Turchányi, P., A flexible framework for group decision support: WINGDSS Version 3.0, *Annals of Operations Research* 58 (1995) 441-453.
- [8] Csáki, P., Fölsz, F., Keller, K., Lóránt, G., Mészáros, Cs., Rapcsák, T. and Tóth, Á., Visualisation in decision support system WINGDSS 4.0, KOI'95 Proceedings of the 5th Conference on Operational Research, eds.: Hunjak, T. Martić, L. and Neralić, L., *Croatian Research Society* (1995) 11-32.
- [9] Csáki, P., Fölsz, F., Rapcsák, T. and Sági, Z., On tender evaluations, *Journal of Decision Systems* 7 (1998) 179-194.
- [10] Forgó, F. and Temesi, J., Computer aided licence selection, *Engineering Cost and Production Economics* 11 (1987) 161-170.
- [11] Fölsz, F., Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., Distribution of gas cylinders, *European Journal of Operational Research* 87 (1995) 613-623.

- [12] Fölsz F., Mészáros Cs. és Rapcsák T., A töltőüzemektől a cseretelepekre történő minimális költségű szállítás megtervezése, IV. *Országos Térinformatikai Konferencia Kiadványa*, szerk.: Pethő S. (1995) 126-131.
- [13] Fölsz, F., Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., Transport optimization of gas cylinders, *Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik* 76 (1996) 425-426.
- [14] Harnos, Zs., Komlósi, S., Rapcsák, T. and Szántai, T., On the practice of OR in Hungary, *European Journal of Operational Research* 87 (1995) 452-455.
- [15] Mészáros, Cs. and Rapcsák, T., On sensitivity analysis for a class of decision systems, *Decision Support Systems* 16 (1996) 231-240.
- [16] Németh S.Z., Rapcsák T. és Temesi J., A Gazdaságfejlesztési Pályázat hatékonyságának vizsgálata, *Sigma* XXXII.(1-2) (2001) 13-28.
- [17] Németh, S.Z., Rapcsák, T. és Temesi, J., Evaluation of tenders for developing the economy, *Central European Journal of Operations Research* 13 (2005) 299-317.
- [18] Rapcsák, T., Sági, Z., Tóth, T. and Kétszeri, L., Evaluation of tenders in information technology, *Decision Support Systems* 30 (2000) 1-10.
- [19] Stahl, J. and Temesi, J., Application of group decision methods for tender evaluation, *P.U.M.A.* 1 (1991) 15-22.