

## Cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) termelési kvóták denzitásának optimalizálása pontszerű geostatistikai módszerekkel

Nagy Ildikó – Tamás János

Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrum,  
Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Víz- és Környezetgazdálkodási Tanszék, Debrecen  
inagy@gissserver1.date.hu

### ÖSSZEFOGLALÁS

*A magyarországi cukorrépa termesztés kvótáinak területi megoszlását a hagyományos konkurenciaviszonyok alakították ki. Vizsgálatainkban 9 gyár 320 körzetét térinformatikai környezetben, geostatistikai módszerekkel elemeztük. Az általunk alkalmazott térbeli átlag, térbeli szórás, szórás ellipszis vizsgálatokat ezen a szakterületen először vezettük be. Optimalizálási vizsgálatainkban kétféle módszert használtunk, ahol a standard szórás ellipszisek térbeli metszete egy robosztusabb előzetes adatfeldolgozási megoldáson alapult, és így kevésbé parameterezhető eljárás. A térbeli pufferezőnek termelési körzetenként végzett vizsgálata egyértelmű optimalizálási lehetőséget biztosít. Mindkét esetben figyelembe vettük a beszállítási útvonal-távolságokat, mint modellezési peremfeltételt. Eredményeink rámutatnak, hogy a pontszerű denzitásvizsgálatokkal, illetve az ezekre illesztett geometriai analógia révén hatékony döntéstámogatási módszert vezettünk be a természeti körzetek esetleges újratervezéséhez.*

**Kulcsszavak:** térinformatikai elemzés, geostatistika, döntéstámogatás

### SUMMARY

*The regional distribution of the Hungarian sugar beet production quotas was developed by the conventional concurrency relationships. In our research we analyzed 320 sectors of 9 factories with geostatistic methods in a GIS environment. The applied researches of spatial mean, spatial deviation, deviational ellipse have been introduced by us in this speciality. We used two different methods in our optimization inquiries, where the spatial segment of the standard deviational ellipse was based on a more robust preliminary data processing solution, and this is why it is a less parametricable method. The inquiry of the spatial buffer zones in production sectors ensures an obvious optimization possibility. We considered the supply route distances in both cases as a modeling boundary condition. Our results show that we introduced an effective decision making method to the occurrent replanning of the production sectors with the pointwise density inquiries and the geometric analogy that was fitted to it.*

**Keywords:** GIS analysis, geostatistics, decision support

### BEVEZETÉS

A térinformációs rendszerek alkalmazása az elmúlt évtizedekben világszerte elterjedt (Detrekői és Szabó, 2002). Az elterjedés okai Maguire (1991) szerint többek közt az, hogy ugrásszerűen növekedett

a természeti környezetről és a társadalomról rendelkezésünkre álló információk mennyisége, és az új információk jelentős hányada helyhez kapcsolódó.

A GIS segítségével lehetőségünk van az adatok nagyobb mennyiségének rövidebb időn belüli és nagyobb pontosságú kezelésére (Lee és Wong, 2001). A térinformatika előnye, hogy az adatokat vizuális formában tárlja elénk, ezáltal a felfogási, értelmezési idő csökken, így segítve a döntéshozást (Bogdán és Márkus, 2004). Előnye ott jelenik meg, ha nagy számú adatot kell feldolgozni, és az adatok bemutatásánál jelentős szerepe van a térbeli, földrajzi elhelyezkedésnek (Bogdán, 2004).

A raszteres adatokból nem tudunk következtetni az alapmintavétel térbeli megoszlására. A GIS rendszerben a hagyományos lépték helyett ezért az alapadatok denzitása, azok térbeli helyzete, azaz irányultsága és együttállása meghatározó információ (Márkus, 1999; Bácsatyai, 1994). A származtatott térbeli becslésen alapuló adatok, így az interpolációk pontossága is igényli a minták előzetes geostatistikai értékelését (Bárdossy és Duckstein, 1995).

Megállapítható, hogy míg a térbeli interpolációk egyre szélesebb körben terjednek, addig az eredmény statisztikai interpretációja számos esetben részben vagy egészben hiányos. Kutatásunkban ezt részben pótolva olyan geostatistikai elemzést hajtottunk végre, ahol térbeli pontokra számítottunk átlagot, szórást, majd optimalizálást vittünk véghez.

Vizsgálatainkhoz a cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) termesztési kvótáinak térbeli elhelyezkedését használtuk fel. A bemutatott módszer más pontszerű értékeléshez is alkalmazható számítási analógiaként. Jelenleg Magyarországon a 320 cukorrépa kvóta a 9 hazai cukorgyár között van felosztva. A földrajzi eloszlás és a nagy szállítási távolságok, részben pedig a helyenkénti átfedési mérték miatt a jelenlegi kiosztás több szempontból sem ideális. Szükségesnek látszik a fent említett problémák alapján a meglévő kvóták lehetséges optimalizálásának vizsgálata.

### ANYAG ÉS MÓDSZER

A térbeli optimalizálásra végeztünk módszertani fejlesztést, melynek során a szállítási távolságokat és az ebből adódó szállítási költségeket, a térbeli átfedések mértékét és megoszlásuk arányát értékeltük. Végző soron a 320 kvóta felére csökkentése volt a célunk (1. ábra).

1. ábra: Cukorgyári kvóta-kiosztás optimalizálási folyamatábrája

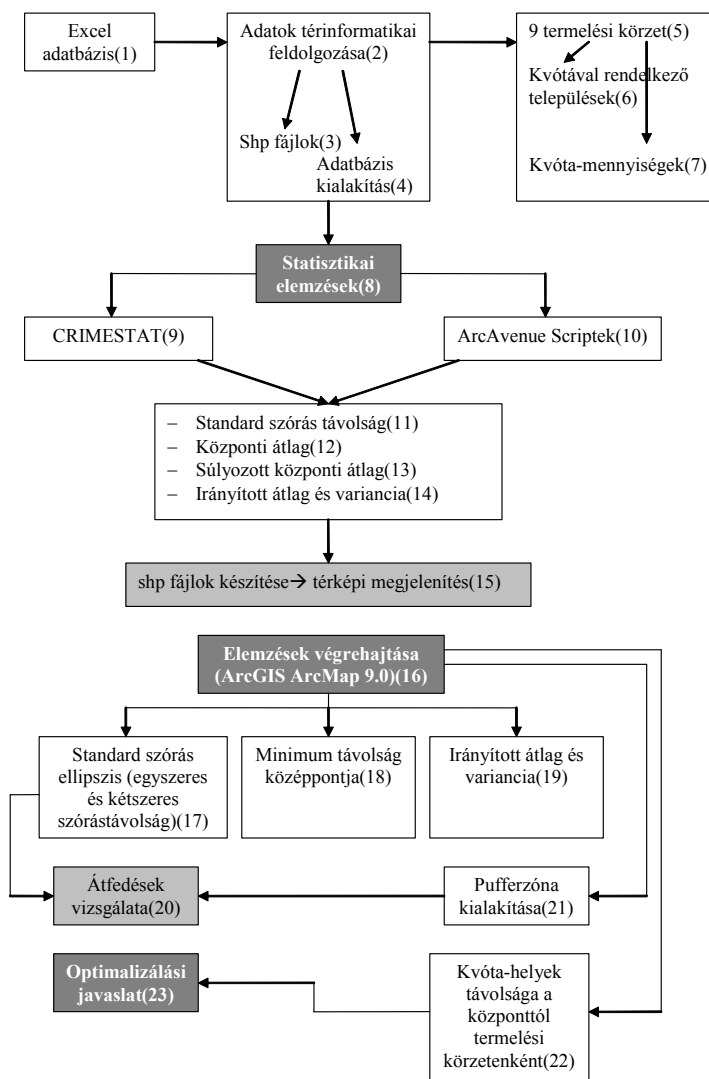


Figure 1: Optimization flowchart of the sugar factory's quota distribution

Excel database(1), GIS data processing(2), shp files(3), Creating data base(4), 9 production sectors(5), Settlements with quotas(6), Quota amounts(7), Statistical analyzes(8), CRIMESTAT(9), ArcAvenue Scripts(10), Standard deviational distance(11), Mean center(12), Weighted mean center(13), Directional mean and variance(14), Creating shape files → editing on maps(15), Performing analyzes (ArcGIS ArcMap 9.0)(16), Standard deviational ellipse (single (A) and duplex (B) deviational distances)(17), Center of minimum distance(18), Directional mean and variance(19), Searching for overlap(20), Creating buffer zones(21), Distance of quota location from the center in production sectors(22), Optimization suggestion(23)

A kiinduló adatállományban a 9 cukorgyárhoz tartozó, kvótával rendelkező települések neve, valamint a kvóta mennyiségek (tonna mértékegységben) szerepeltek. Az adatok feldolgozását az ArcGIS program segítségével végeztük (Minami, 2000). A statisztikai elemzést több geostatisztikai (CRIMESTAT II, Variowin, Lee statistical analyst, SPSS 12) programmal hajtottuk végre.

A 9 cukorgyár szállítási jogokkal rendelkező településeinek helyét EOV-be georeferáltuk egy shape fájl keretében. A felvett pontokhoz a program adattáblájában feltüntettük a megfelelő kvóta mennyiségeket a települések neve mellett. A 9 termelési körzethez tartozó településeket gyáranként térben SQL alapon leválogattuk, és szinkulccsal láttuk el. A statisztikai elemzéseket a CRIMESTAT statisztikai elemző program, valamint ArcAvenue scriptek segítségével hajtottuk végre. Az elemzés

során az alábbi geostatisztikai jellemzőket határoztuk meg (Lee és Wong, 2001; Tamás, 2000; Tamás és Buzás, 2004) minden egyes termelési körzetre vonatkozóan: standard szórás távolság (standard deviational distance), standard szórás ellipszis (standard deviational ellipse), súlyozott központi átlag (weighted mean center); irányított átlag és variancia (directional mean and variance). A szórás ellipszist az egyszeres, valamint a kétszeres szórástávolságra is shape fájlba állítottuk elő, melyek irányultsága és a kis/nagytenyeg aránya (lapultsága) jól jellemzi az egyes körzetekben a kvóták eloszlását.

A vizsgálat további részében a térben konkurens kvóták meghatározását kétféle módszerrel végeztük:

1. A kétszeres szórás távolságok térbeli átmetszése, amely módszernek az előnye, hogy a kvóta pontok térbeli diszperzitását egy db aggregált statisztikai mutatóval határoztuk meg.

2. Valamennyi egyedi kvóta pontra számított térbeli puffer értékek közös metszeteinek meghatározása. Ennek a módszernek az előnye, hogy a térben konkurens kvóta pontokat az adott pufferzónán belül cukorgyáranként egyedileg is tudtuk nevesíteni.

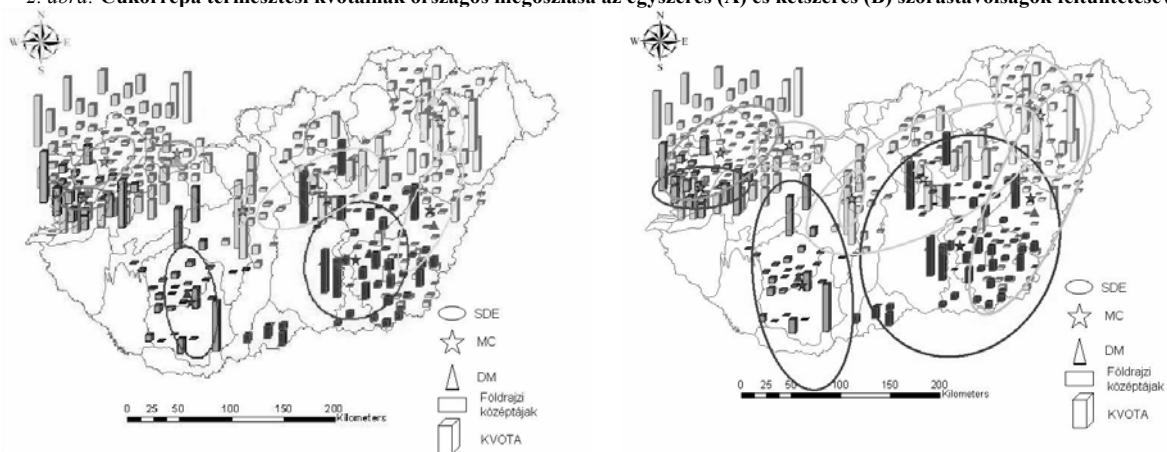
A fenti módszertan alkalmazásának előnye, hogy míg a hagyományos leíró statisztikai mutatók nem tartalmaznak területi (értsd: térbeli) referenciákat, itt ez megoldott. Ezek a mutatók a klasszikus statisztikai eljárásokból jól megismert átlag, medián, szórás geometriai analógiáinak felelnek meg azzal a többlettel, hogy a kvóták egymáshoz viszonyított helyzetét, sűrűségét és irányultságát egzakt

geometriai értékekkel, ilyen módon matematikailag kiértékelhető formában írják le.

**EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK**

Az integrált adatbázis alapján és első lépésben a kvótákat mennyiségük szerint 12 kategóriára osztottuk fel termelési körzetenként és meghatároztuk az egyes körzetekre a standard szórás ellipszist (SDE), minimum távolság középpontot (MC), irányított átlag és variancia (DM) értékeket. A kvóta pontok alá Magyarország középtájainak térképét illesztettük (2. A, B ábra).

2. ábra: Cukorrépa termesztési kvótáinak országos megoszlása az egyszeres (A) és kétszeres (B) szórástávolságok feltüntetésével



A, Jelmagyarázat(1): SDE = Standard szórás ellipszis (egyszeres szórás távolság)(2), MC = Minimum távolság középpontja (az ellipszis közepe)(3), DM = Irányított átlag és variancia(4)

Figure 2: Territorial distribution of the sugar beet production quotas representing single (A) and duplex (B) deviational distances Legend(1), Standard Deviation Ellipse(2), Center of minimum distance(3), Directional mean and variance(4)

A 2. A ábrán az egyszeres szórástávolságokat kifejező ellipszisek több esetben metszik egymást, ám igazán a kétszeres szórástávolságokat mutató ellipszisek alapján határozható meg a termelési körzetek átfedési aránya (2. B ábra). Megállapíthatjuk, hogy a termeltetés szempontjából azok a cukorgyárak vannak kedvező helyzetben, amelyek termeltetési kvótáinak térbeli megoszlására vonatkoztatott szórási ellipszise ideális esetben leginkább egy körhöz hasonlítana, mint a térben optimálisan egyenletesen elosztott kvótapontokra számítható geometriai alak, amelyeken belül a

termeltetési pontok minél közelebb fekszenek egymáshoz, azaz a térbeli sűrűségük nagyobb, azonos méretarány mellett, abban az esetben a szállítási távolságok annál kisebbek.

A kétszeres szórástávolságok térbeli átmetszésének elemzése során kiszámoltuk a szórástávolságokat kifejező ellipszisek területét. Ezt követően meghatároztuk térbeli metszetük területét.

Az ellipszisek területének ismeretében elkészítettük a termelési körzetek átfedési százalékát mutató mátrixot (1. táblázat).

1. táblázat

**Területi átfedettségi mátrix**

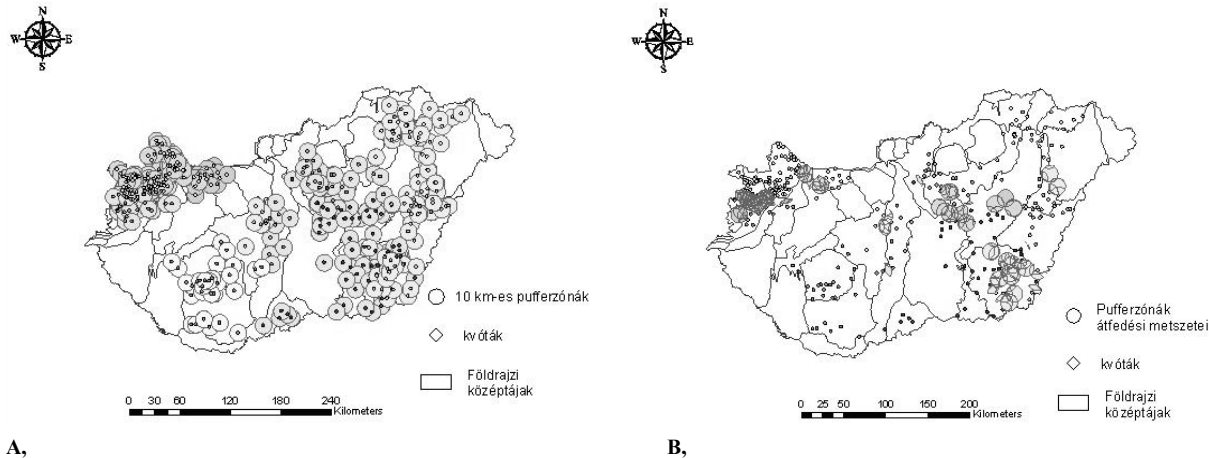
	Ács	Ercsi	Kaba	Kaposvár	Mátra	Petőháza	Sárvár	Szerencs	Szolnok
Ács		0,000	0,000	0,000	0,000	7,471	0,000	0,000	0,000
Ercsi	0,000		0,000	0,000	4,995	0,000	0,000	0,000	0,000
Kaba	0,000	0,000		0,000	6,475	0,000	0,000	54,612	27,570
Kaposvár	0,000	0,000	0,000		6,198	0,000	0,000	0,000	0,000
Mátra	0,000	100,000	8,873	8,180		0,000	0,000	21,292	31,898
Petőháza	20,456	0,000	0,000	0,000	0,000		62,243	0,000	0,000
Sárvár	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	27,088		0,000	0,000
Szerencs	0,000	0,000	28,667	0,000	8,155	0,000	0,000		0,749
Szolnok	0,000	0,000	61,195	0,000	51,664	0,000	0,000	3,167	
<b>Átfedés összesen(1):</b>	<b>20,456</b>	<b>100,000</b>	<b>98,735</b>	<b>8,180</b>	<b>77,487</b>	<b>34,559</b>	<b>62,243</b>	<b>79,071</b>	<b>60,217</b>

Table 1: Aerial overlap matrix Overlap altogether(1)

A kvóta pontokra számított térbeli puffer értékek közös metszeteinek meghatározása és elemzése során

a termelési körzetekben az egyes kvóta pontok köré 10 km-es pufferzónát hoztunk létre (3. A, B ábra).

3. ábra: 10 km-es pufferzónák (A) és ezek átfedései (B) a cukorrépa termelési körzetek pontjai körül



A,

B,

Figure 3: 10 km wide buffer zones (A) and their overlaps (B) around the points of the sugar beet production sectors

A 10 km-es pufferzónák létrehozásával arra kerestük a választ, hogy a 9 cukorgyár termelési körzeteibe tartozó, kvótával rendelkező települések mennyire fedik át egymást. Ennek megállapítása a kvótakiosztás optimalizálásának szempontjából fontos mérlegelendő szempont lehet.

Az azonos 10 km-es pufferzónába eső településeket cukorgyáranként összegeztük és ábrázoltuk. A 4. ábra azt mutatja, hogy az egyes cukorgyárak körzeteiben hány település esik olyan pufferzónába, ahol átfedésbe kerül más cukorgyári körzetek egyéb településeivel.

4. ábra: 10 km-es pufferzónába eső és átfedésben lévő, cukorrépa kvótával rendelkező települések száma cukorgyáranként (db)

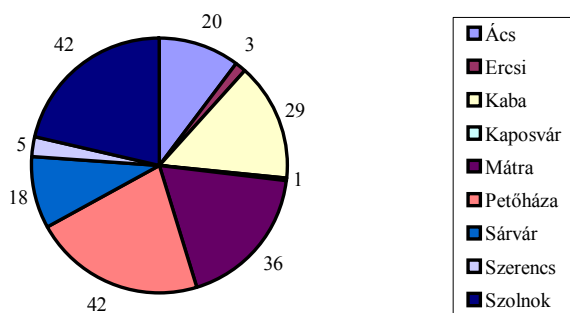


Figure 4: Number of settlements in sugar factories that belong to the 10 km wide buffer zones and in overlap (piece)

A cukorgyárakhoz tartozó, kvótával rendelkező települések vizsgálatából megállapítható, hogy a szolnoki és a petőházi cukorgyárak körzetéhez tartozó települések átfedési aránya a legnagyobb, ugyanis e két körzetben gyáranként 42 település áll konkurenciában valamely más cukorgyárhoz tartozó körzet településeivel. A sorban a következő a mátrai cukorgyár, 36 településsel, ezt követi a kabai cukorgyár, ahol 29 település pufferzónája ütközik

más gyárak kvótával rendelkező településeinek pufferzónájával. 20 településsel az ácsi cukorgyár következik, a sárvári körzetben 18, a szerencsiben 5, míg az ercsi-iben 3 település pufferzónája metszi egymást. A legkisebb veszélyeztetettsége a kaposvári cukorgyárnak van, mivel körzetében mindössze 1 település 10 km-es pufferzónája esik bele valamely más cukorgyár körzetében lévő valamely település pufferzónájába.

A cukorgyári kvóták kiosztásának további térbeli optimalizálási lehetősége a kvótával rendelkező települések cukorgyári központtól való távolsági értékelése. A települések távolságát egy ArcAvenue script lefutásával határoztuk meg. A kapott távolsági adatokat a következő osztályközökbe soroltuk be: 0-10 km, 11-20 km, 21-30 km, 31-40 km, 41-50 km, 51-60 km, 61-70 km, 71-80 km, 81-90 km, 91-100 km, >100 km. Az egyes osztályközökbe tartozó települések számát értékeltük az ácsi, ercsi-i, kabai, mátrai, petőházi, sárvári, valamint a kaposvári körzetekre. Példaként a kabai körzetet mutatjuk be (5. ábra).

5. ábra: A kabai körzetbe tartozó települések távolsága a cukorgyár központjától

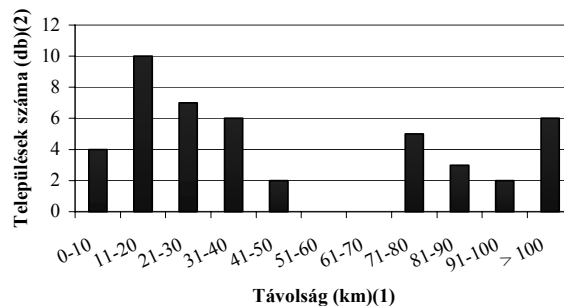


Figure 5: Distance of the settlements from the centre of the sugar factory belonging to the Kaba sector  
Distance (km)(1), Number of settlements (piece)(2)

Megállapítható, hogy a kvótával rendelkező települések túlnyomó többségben a cukorgyári központoktól jellemzően 30 km-es körzetben található. Ettől nagyobb távolságra a kvótával rendelkező települések száma csökken.

A kabai körzetben 2 alkörzet különíthető el. Az egyik a kabai alkörzet, ahol a kvóták 50 km-es távolságon belül található; a másik a békéscsabai alkörzet, ahol a kvóták helye a cukorgyártól 70 és 120 km távolságban lelhetők fel. A mátrai körzetet megvizsgálva látható, hogy itt a kvótakiosztás a 120 km-es körzetben nagyjából egyenletes, ám ez felveti a szállítási költségek gazdaságosságának kérdését.

A fentiek alapján megállapítható, hogy a magyarországi cukorrépa termesztés hosszú távú versenyében csak a legjobb termőhelyeken termeltető, alacsony költséggel dolgozó gyárak maradhatnak versenyben. A termeltetési optimalizáláshoz a geostatisztika eszközeivel mutattunk be denzitási optimalizálásra vonatkozó igen hatékony módszert.

Munkánk során megvizsgáltuk a magyarországi 9 cukorgyár termelési körzetéhez tartozó, cukorrépa kvótával rendelkező települések térbeli elhelyezkedését. Elemzéseket végeztünk különböző statisztikai mutatókra (átlag, standard szórás, egyszeres és kétszeres szórástávolság stb.), elemeztük a kétszeres szórástávolságok térbeli

átmetszési arányát, a kvóta pontokra számított térbeli puffer értékek közös metszeteinek arányát, és az ilyen szempontú konkurencia kérdését. Ez alapján kimutattuk, hogy a jelenlegi kvótakiosztás a 10 km-es pufferzónákban 196 esetben mutat átfedést a kvótával rendelkező települések között. A kvótakiosztás újbóli átgondolásánál, illetve vizsgálataink elsődleges céljának, a jelenlegi 320 kvóta felére csökkentésének optimalizálási javaslattételéhez ez a módszer hatékony segítséget nyújt. Meghatároztuk és osztályközökbe soroltuk a kvótával rendelkező településeknek a cukorgyári központoktól való távolságát körzetenként. A fenti vizsgálatok kizárólag statisztikai elemzéseken alapulnak; a kvótahelyek kiosztásának újbóli átgondolásához a cukorrépa termesztési körzetek talajtani paramétereinek vizsgálata is mérvadó, ennek vizsgálata további kutatásainkat képezi.

### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak az Eastern Sugar Rt-nek a kutatáshoz biztosított Ph.D. ösztöndíj alapításáért. Személyesen Madarász László vezérigazgatónak, Berényi Sándor mezőgazdasági igazgatónak és Najat Attila project managernek a rendelkezésre bocsátott adatokért és az értékes szakmai tanácsaikért.

### IRODALOM

- Bácsatyi L. (1994): Magyarországi vetületek. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest
- Bárdossy, A.-Duckstein, L. (1995): Fuzzy rule-based modelling with applications to geographical, biological and engineering systems. CRC Press, Boca Raton, New York, London, 232.
- Bogdán O. (2004): Döntéstámogató környezetvédelmi információs rendszerek. NyME Geoinformatikai Főiskolai Kar, Székesfehérvár
- Bogdán O.-Márkus B. (2004): A döntéstámogatás térinformatikai eszközei. Nyugat-Magyarországi Egyetem, Sopron
- Detrekői Á.-Szabó Gy. (2002): Térinformatika. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest
- Lee, J.-Wong, S. W. (2001): Statistical Analysis with ArcView GIS. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1-191.
- Maguire, D. J. (1991): An overview and definition of GIS. In: Maguire, D. J. et al. (eds.): Geographical Information Systems. Longman, London, 1. 9-20.
- Márkus, B. (1999): Decision making in GIS. In: Bahr, H. P.-Th. Vögtle, E. (eds.): GIS for Environmental Monitoring. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 265-275.
- Minami, M. (2000): Using ArcMap. GIS by ESRI. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA
- Tamás J. (2000): Térinformatika I-II. Jegyzet. Debreceni Egyetem Mezőgazdaságtudományi Kar, Debrecen
- Tamás J.-Buzás I. (2004): A cukorrépa (*Beta vulgaris* L.) termésének és minőségének térinformatikai vizsgálata. Növénytermelés, Budapest, 53. 5. 477-487.