

Szilágyi Győző Attila\*

## A KÜLÖNBÖZŐ LAKÓHELYI SZEGREGÁCIÓ TÍPUSOK KIALAKULÁSÁNAK HÁLÓZATI MODELLEZÉSE

### *NETWORK MODELLING OF THE FORMATION OF THE DIFFERENT RESIDENTAL SEGREGATION TYPES*

#### ABSTRACT

The residential segregation is a common occurrence in the big cities. Although the reasons of the segregation evolvement could be different, the patterns of the spatial separation are similar. The characteristics of spatial segregation structure are greatly affected by the comfort feeling of people living in the area, which is associated with the behaviour of people living in the immediate surroundings. In the case if somebody's comfort feeling sank under a critical level because of the neighbours' behaviours he moves from the area if he can do it. But the possibility of moving is also influenced by the volume and locality of the free residences. Taken into consideration these options it was examined in a cellular automate model during the research that besides different initial and behaviour parameters what kind of reactions are given by the populations, what kind of spatial segregation patterns could be formed in the model and what kind of dynamic characteristics the pattern formations have. The resulting segregation patterns show a big similarity to the known forms of the urban segregation. Based on the results of the model it could be specified what kind of initial, population and behaviour parameters can be associated to the real segregation occurrences.

#### 1. Bevezetés

A világ szinte minden nagyvárosában található olyan városrészek, ahol az emberek etnikai és/vagy szociális alapokon elkülönült negyedekben élnek. Az ilyen negyedek a társadalom etno-szociális rétegződésének következtében jönnek létre, és a társadalmi egyenlőtlenségek sajátos térbeli megjelenéseként is értelmezhetőek.<sup>1</sup> Ezek a térben elkülönült területek gyakran nem csak a nagyvárosok peremkerületeiben alakulnak ki, hanem a belső városrészekkel határos területeken is létrejöhetnek, és stabilan meg is maradnak. Gondoljunk például Rio de Janeiro nyomornegyedeire a favelákra,<sup>2</sup> vagy New York város Harlem városrészére. Ezek a területek közvetlenül határosak a belvárossal.

A lakóhelyi szegregáció kialakulásának több formája is lehet, etnikai, vallási és jövedelmi helyzeten alapuló szegregáció is létrejöhet a településeken. Szocioló-

\* Szilágyi Győző Attila, PhD hallgató, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola.

giai értelmezésben a lakóhelyi szegregáció az a jelenség, amikor egy településen a különböző társadalmi rétegek vagy etnikai csoportok lakóhelye nagymértékben elkülönül egymástól. A szegregáció többnyire együtt jár a jövedelmi viszonyok lényeges egyenlőtlenségeivel is.<sup>3</sup> A jövedelmi egyenlőtlenségek hatása a lakóhelyi szegregációra olyan jelentős, hogy még a szegregált területen belül is kialakulhat egy második szintű elkülönülés. Ennek példája Rióban is megtalálható, ahol két favela létezik. Egy pacifikált és egy nem pacifikált terület. A pacifikált favela területén elszegényedett, de nem feltétlenül bűnöző életmódot folytató emberek élnek, és a rendőrség képes fenntartani a közrendet, míg a nem pacifikált területeket a bűnözői csoportok uralják teljes egészében.

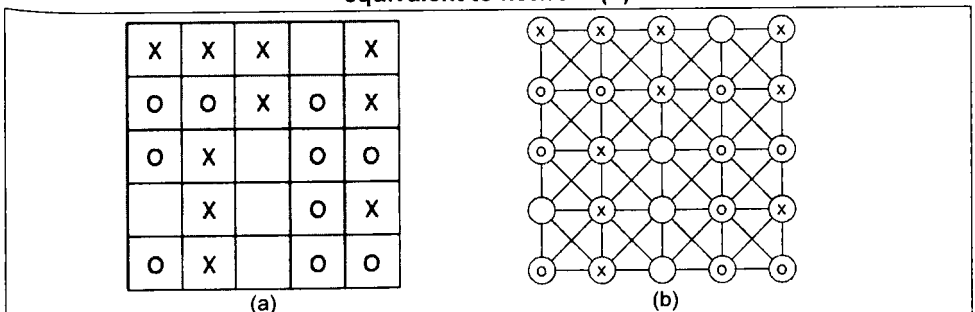
Jelen tanulmányban nem a szegregációt kiváltó szociológiai vagy gazdasági okokat és azok összefüggését akartuk feltárni, ennek megfelelően nem az etnikai, vallási, jövedelem alapú vagy egyéb szegregáció típusok közötti különbségeket vizsgáltuk. A kutatás fókuszában a szegregáció térbeli mintázatainak matematikai modellezése állt, ezért a szegregációt kiváltó különböző okokat egyetlen paraméterként vettük figyelembe a modellben.

## 2. Az alkalmazott szegregációs modell

A kutatásban Thomas C. Schelling szegregációs modelljét alkalmaztuk.<sup>4</sup> Schelling modellje olyan hálózati struktúrát képez le, amiben a hálózat szomszédos elemei kölcsönhatásban állhatnak egymással, és a kölcsönhatások függvényében változik, hogy a hálózaton belül, egy adott időpontban hol helyezkednek el az egyes egyedek. Schelling szegregációs modellje a hálózati modellt egy játékelméleti sejtautomata modellre (CA) képezi le. (1. ábra) A CA modellek esetében az alábbi alapelemeket szükséges definiálni: a sejteret, a sejteket, a sejtek lehetséges állapotait, valamint az átmeneti függvényeket, amik meghatározzák a CA modell működési szabályait.

1. ábra: A Schelling-féle sejtautomata modell sejtttere (a) és annak hálózati megfelelője (b)

Figure 1.: The cellular space of Schelling's cellular automate model (a) and it's equivalent to network (b)



Ebben a CA modellben egy kétdimenziós, zárt, véges, négyzetes sejtteret definiálunk, két különböző populációval. A sejtter szimbolizálja a várost, az egyes cellák a benne lévő lehetséges lakóhelyeket, a két populáció - X-ek és O-k - pedig két, valamely releváns szempontból, például etnikai, vallási, vagy jövedelmi szempontból különböző embercsoportot. Egy konkrét időpillanatban a sejtter egy cellájának állapota annak megfelelően X vagy O, hogy az adott cellában melyik populációhoz tartozó elem tartózkodik, illetve üres, ha egyetlen populáció sem foglalja el.

A modellben négy paramétert lehet változtatni a játék kiindulási értékeiként. Ezek a paraméterek: a sejtter nagysága, a különböző populáció tagjainak elemszáma, a sejtter üres celláinak száma, valamint egy hasonlósági index. A hasonlósági index azt mutatja meg, hogy bármely populáció egy egyede hány saját populációjához tartozó szomszédos cella esetén elégedett a pillanatnyi helyével. A modellben definiálni kell egy átmeneti függvényt, ami a cellák állapotának változását határozza meg. A CA modellek általános, mindkét populációra vonatkozó átmeneti függvénye az alábbiak szerint írható fel:

$$S_p^{t+1} = f(S_p^t, N_p^t, T^t, P)$$

ahol  $S_p^t$  egy adott cella állapota  $t$  időpillanatban,  $N_p^t$  az adott cella szomszédjainak állapota  $t$  időpillanatban,  $T^t$  az átmeneti függvény,  $t$  időpillanathoz és az adott cellához tartozó értéke,  $P$  a cellák lehetséges állapota. A CA modellek két alapvető típusa létezik, a „forward CA modellek”, amikben az átmeneti függvény adott, és a cél az, hogy a mintázat fejlődését modellezzük, valamint a „backward CA modellek”, amikkel egy adott mintázatból szeretnénk visszafejteni a rendszer átmeneti függvényét<sup>5</sup>. A kutatásban forward CA modellt alkalmaztunk, melyben az átmeneti függvény a következő:

1. amennyiben egy egyed hasonló szomszédjainak száma a hasonlósági indexnél nagyobb vagy egyenlő (az egyed elégedett), az adott egyed a helyén marad,
2. amennyiben egy egyed hasonló szomszédjainak száma a hasonlósági indexnél kisebb (az egyed elégedetlen), az adott egyed a sejtter egy véletlenszerűen kiválasztott üres cellájába lesz áthelyezve,
3. az átmenetek diszkrét időpontokban, a sejtterben egyszerre valósulnak meg,
4. az átmeneti függvényt addig iteráljuk, amíg a sejtter összevont elégedettségi indexe eléri a maximumát.

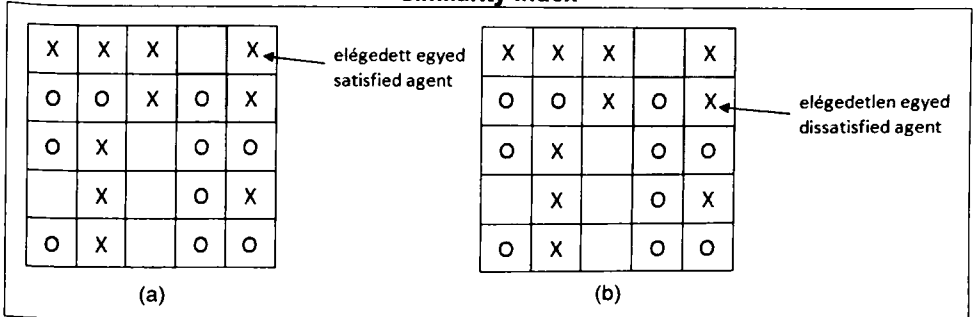
A fenti átmeneti függvényhez definiálni kell a szomszédtság fogalmát a sejtterben. Mivel egy kétdimenziós, zárt, véges felületű, négyzetes sejtteret alkalmazunk, nem minden cellának vannak azonos számú szomszédjai. A modellben szomszédosnak tekintünk két cellát, amennyiben legalább egy ponton érintkeznek

egymással. Ennek megfelelően, egy a sejtter belsejében elhelyezkedő átlagos cellának 8, a sejtter határfelületén lévő celláknak 5, míg a sejtter sarkaiban található celláknak csak 3 szomszédja van. A sejtter és abban a szomszédosság ilyen jellegű meghatározása - bár pusztán elméleti megközelítés eredménye - mégis viszonylag közel áll a lakóhelyekre jellemző szomszédossági értékekhez. Egy több emeletes városi bérházban lévő lakásnak, vagy egy kertes háznak is körülbelül hasonló számú közvetlen szomszédja van.

A modell működése a következő: kiinduláskor meghatározzuk a sejtter méretét, a két populáció számbeli arányát, az egyedekhez tartozó hasonlósági indexet (ebben a modellben minden egyedre azonos), az üres cellák arányát, majd a sejtterben véletlenszerűen kerülnek elosztásra a két populáció valamennyi egyede és az üres cellák. Ezek után minden egyes egyedre kiszámoljuk, hogy a szomszédjai száma hogyan viszonyul a hasonlósági indexhez, azaz hogy elégedett vagy elégedetlen a helyzetével. A 2. ábrán egy-egy példa látható elégedett és elégedetlen egyedekre, 50%-os hasonlósági index mellett.

2. ábra: Példa egy elégedett (a) és egy elégedetlen (b) egyedre, 50%-os hasonlósági index esetén

Figure 2.: An example for a satisfied (a) and a dissatisfied (b) agent in case of 50% similarity index

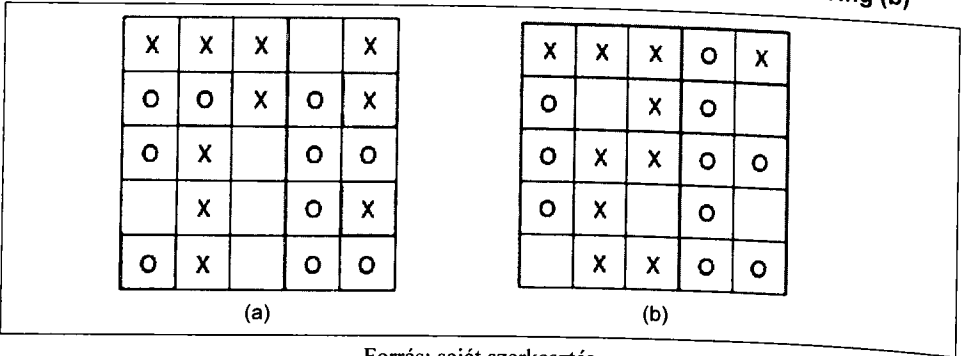


Forrás: saját szerkesztés

Az (a) ábrán a jelölt X egyed elégedett, mert egy X és egy O szomszédja van, tehát teljesül az 50%-os hasonlósági kritérium, viszont a (b) ábrán jelölt X egyed elégedetlen, mert három O szomszédja és csak egy X szomszédja.

Miután minden egyedre ismert az elégedettségi szint, egyszerre alkalmazzuk az átmeneti függvényt, és az elégedetlen egyedeket véletlenszerűen egy üres cellába kerülnek áthelyezésre. (3. ábra) Az átmeneti függvény valójában azt szimulálja, amikor valaki úgy dönt, hogy a szomszédjainak az övétől markánsan eltérő viselkedési formái miatt elköltözik az adott lakóhelyről.

3. ábra: Az összes elégedetlen egyed az áthelyezés előtt (a) és az áthelyezés után (b)  
 Figure 3.: All dissatisfied agents before moving (a) and after the moving (b)



Az átmeneti függvény iteráljuk, azaz alkalmazását addig folytatjuk, amíg a sejtterben az egyedek átlagos elégedettségi szintje el nem éri maximumát. Ez vagy úgy jelenik meg, hogy az átmeneti függvény alkalmazása már nem eredményez újabb áthelyezéseket a sejtterben, vagy egy ciklikusan ismétlődő áthelyezési sorozat jelenik meg.

### 3. A különböző lakóhelyi szegregációs mintázatok modellezése

A szimulációt egy 50x50-es zárt sejtterben, két populációval (piros és kék) végeztük. A zárt sejtter azt jelenti, hogy a szimuláció során a populációk aránya változatlan marad, tehát a sejtterből nem tűnnek el már meglévő egyedek és nem is születnek új egyedek. Ebben különbözik a Conway-féle Élet-játék<sup>6</sup> modelltől, aminek alapja szintén az egyedek szomszédjainak pillanatnyi állapota, de a Schelling-féle szegregációs CA modell átmeneti függvénye a sejtterben lévő populációk egyedszámát állandó értéken tartja. A valósághoz képest ez egy erősen egyszerűsített modellezés, hiszen emberek születnek és halnak meg, továbbá azt sem veszi figyelembe, hogy egy adott lakóterületen - legyen az egy városrész, vagy egy teljes város - létezik ki- és beáramlás. Mindezek mellett egy normál mértékű születési és halálozási ráta, valamint átlagos migrációs mutatók mellett ez az egyszerűsítés alkalmazható, mert a modell a valósághoz hasonlóan viselkedik.<sup>7</sup>

A modellben alkalmazott átmeneti függvény is nagymértékű egyszerűsítése a költözéssel kapcsolatos emberi döntéseknek. A költözéssel kapcsolatos emberi döntések nem a reflex típusú döntések közé tartoznak, hanem jellemzően a rutin típusú döntések közé.<sup>8</sup> A modell a lakóhelyi környezetek egyedi geográfiai, geometriai, és infrastrukturális tulajdonságait sem. Ezek szintén befolyásolják a térbeli szegregáció kialakulását és megjelenési formáját.<sup>9</sup> Mivel azonban bármely modell csak a valóságnak valamely szempont vagy szempontok szerinti, egyszerűsített le-

képezése lehet, a fenti egyszerűsítések ismerete mellett felhasználható a kutatásban az alkalmazott CA modellezés.

Induláskor a két populáció - piros és kék - egyedeit és az üres cellákat véletlenszerűen helyeztük el a sejtterben. Három kiindulási paramétert változtattunk: a hasonlósági indexet, a két populáció arányát és a sejtterben lévő szabad cellák számát. A hasonlósági feltétel a modellben azonos azzal, hogy milyen színű az adott egyed. Azt tapasztaltuk, hogy e három paraméter értékének függvényében, a komplexitás miatt, nagymértékben különböző struktúrájú térbeli mintázatok fejlődnek ki a modellben.<sup>10</sup> Az átmeneti függvény futtatása után vizsgáltuk, hogy hány iterációs lépés után stabilizálódott a mintázat, és hogy a kialakult mintázathoz milyen átlagos elégedettségi szint tartozik.

### 3.1 Amikor nem alakul ki szegregációs mintázat

A szegregációs mintázatok modellezéséhez első esetben alacsony hasonlósági indexet és azonos populációs arányt állítottunk be.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 10%

Piros/kék populáció aránya: 50/50%

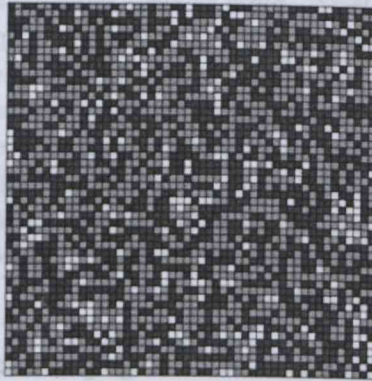
Üres területek aránya: 10%

Iterációk száma: 1-2

Átlagos elégedettségi szint: 100%

A fenti kiindulási paraméterek mellett nem jelenik meg szegregációs mintázat a modellben, a mintázathoz tartozó iterációk száma extrém alacsony, és az átlagos elégedettségi szint minden esetben 100%-os szintet ér el. (4. ábra) Ennek oka, hogy a hasonlósági index nagyon alacsony, így egy egyed már akkor sem kerül áthelyezésre, ha nyolc szomszédjából csak egyetlen egy olyan van, ami a saját populációjához tartozik. A paraméterezés egy olyan közösséget modellez, amiben az emberek nagyon toleránsak egymással szemben, vagy a különböző populációk viselkedésformái és értékrendje nagyon hasonló egymáshoz.

4. ábra: A véletleneloszláshoz hasonló mintázat alacsony hasonlósági index mellett  
Figure 4.: Similar pattern to random distribution by low similarity index



Jelmagyarázat: fehér - az üres területek; világosszürke - a piros populáció egyedei által elfoglalt cellák; sötétszürke - a kék populáció által elfoglalt cellák.

Forrás: saját szerkesztés

A következő lépésben jelentősen aszimmetrikusra állítottuk be a populációk arányát, miközben a hasonlósági indexet és az üres területek arányát változatlanul hagytuk.

Kiinduló paraméterek:

Hasonlósági index: 10%

Piros/kék populáció aránya: 80/20%

Üres területek aránya: 10%

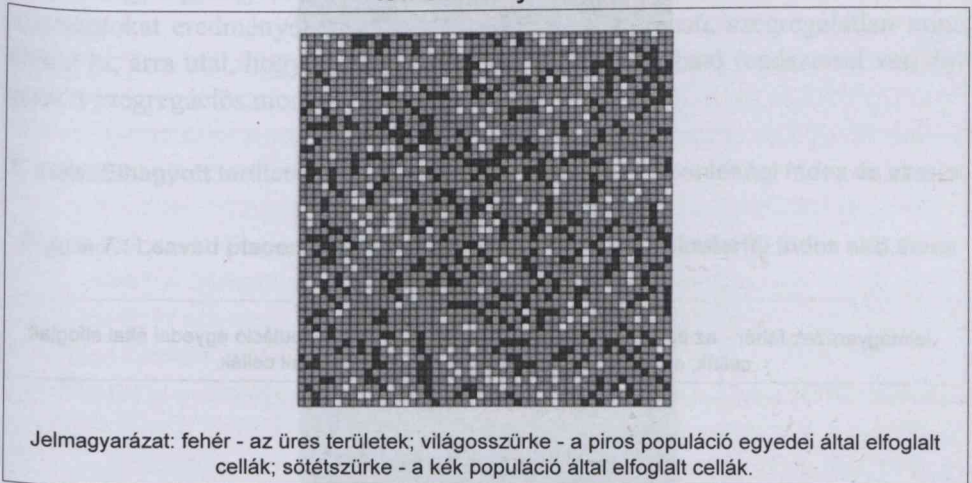
Iterációk száma: 8-15

Átlagos elégedettségi szint: 100%

A megváltoztatott kiindulási paraméterek mellett sem jelent meg szegregációs mintázat a modellben. Bár az iterációk száma kis mértékben emelkedett, továbbra is kevés számú iteráció után stabilizálódott a mintázat, és az átlagos elégedettségi szint is minden esetben 100%-os értéken szaturált. (5. ábra) Látható, hogy a hasonlósági index alacsony értéke mellett, még a populációs jelentős mennyiségi különbsége sem eredményezett szaturációs mintázatot.

5. ábra: Még aszimmetrikus populációs arány és alacsony hasonlósági index mellett sem alakul ki szegregációs minta

Figure 5.: No segregation pattern forms either by asymmetric population rate or by low similarity index



Forrás: saját szerkesztés

### 3.2 Gyenge mintázatok kialakulása

A kutatás következő szakaszában a hasonlósági indexet növeltük, a populációk arányának és az üres területeknek a változatlanul hagyása mellett.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 30%

Piros/kék populáció aránya: 50/50%

Üres területek aránya: 10%

Iterációk száma: 10-20

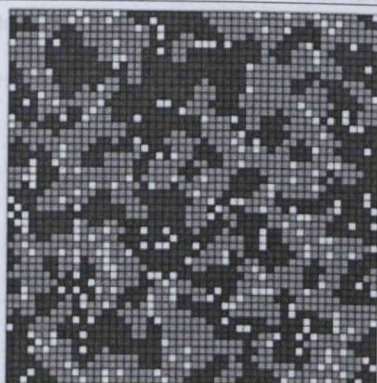
Átlagos elégedettségi szint: 100%

Az elégedettségi indexet 30%-ra emeltük, ami azt jelenti, hogy egy egyed szomszédjainak legalább 30%-a saját populációból származó egyed kell legyen, különben az adott egyed áthelyezésre kerül erről a helyről. A modellezés során kis mértékben emelkedett az iterációk száma, és a mintázat stabilizálódásához ez esetben is mindig 100%-os átlagos elégedettségi szint társult. A hasonlósági index növekedésével azonban megjelentek a modellben gyenge szegregációs mintázatok. (6. ábra) Látható, hogy mindkét populációban megjelentek kisebb és nagyobb területű, azonos egyedet tartalmazó, gyengén összefüggő alakzatok. A mintázat gyorsan stabilizálódik, maximális átlagos elégedettségi szint mellett.



6. ábra: Gyenge szegregációs mintázat, közepes hasonlósági index mellett

Figure 6.: Weak segregation pattern with medium similarity index



Jelmagyarázat: fehér - az üres területek; világosszürke - a piros populáció egyedei által elfoglalt cellák; sötétszürke - a kék populáció által elfoglalt cellák.

Forrás: saját szerkesztés

### 3.3 Elhagyott területek

A hasonlósági index emelésének hatására megjelenő szegregációs mintázatokból esetleg arra gondolhatnánk, hogy a hasonlósági index további növelése erős szegregációs mintázatokat eredményez, de a modell megmutatta, hogy a mintázatfejlődés nem ezt az irányt követi.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 80%

Piros/kék populáció aránya: 50/50%

Üres területek aránya: 10%

Iterációk száma: 3-4

Átlagos elégedettségi szint: 8-12%

A véletlen eloszlásból, mindössze néhány iterációs lépést követően, az üres cellák a sejtter egyik oldalára tömörülnek, miközben a másik térrészben nem jelenik meg szegregációs mintázat. (7. ábra) Látható, hogy egyedül a hasonlósági index nagymértékű megnövelése még nem eredményezett szegregációs mintázatot a modellben, viszont jelentősen alacsony lett az átlagos elégedettségi szint. Ennek következménye, hogy a mintázat rövid időn belül kialakul, de nem stabilizálódik. A modellben állandósul a cellák átrendeződése minden egyes iterációs lépésben, valamint az áthelyezendő egyedek száma is magas marad, mivel nem alakul ki szegregációs mintázat a pirosak és a kékek között.

Az a jelenség azonosítható, ami a nagyvárosokban is gyakran előfordul, hogy bizonyos területeken jelentősen - szinte nullára - csökken a lakók száma, és akár

összefüggő elhagyott lakónegyedek is létrejönnek, ahova senki sem akar költözni. A nagyvárosok peremkerületeiben elhagyottan álló lakótelepek kialakulásához hasonló jelenséget hozott létre a modell.

Az, hogy a gyenge mintázatokhoz tartozó hasonlósági index növelése nem erős mintázatokat eredményez, hanem egy teljesen más típusú, szegregálatlan minta alakul ki, arra utal, hogy nemlineáris egyenletekkel leírható rendszerrel van dolgunk a szegregációs modellben.

**7. ábra: Elhagyott területek szegregáció nélkül, magas hasonlósági index és azonos méretű populáció mellett**

**Figure 7.: Leaved places without segregation, with high similarity index and same volume population**



Forrás: saját szerkesztés

### 3.4 Aszimmetrikus szegregáció

A magas hasonlósági index megtartása mellett, a következő beállításban a populációk arányát változtattuk meg oly módon, hogy az egyik populáció elemszámát a négyszeresére növeltük a másik populáció rovására.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 80%

Piros/kék populáció aránya: 80/20%

Üres területek aránya: 10%

Iterációk száma: 50 felett

Átlagos elégedettségi szint: 57-60%

A sejtterben körülbelül 50 iteráció felett már egyértelműen megjelenik egy aszimmetrikus szegregációs mintázat. Ez a mintázat úgy épül fel, hogy a nagyobb elemszámú

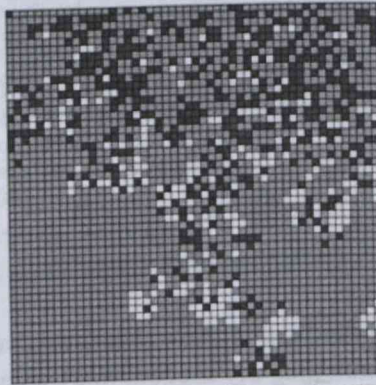
mú populáció saját, összefüggő szegregált területet hoz létre, és a kisebb populáció folyamatosan kiszorul ebből a térrészből. Az aszimmetrikus mintázat mellett létrejön egy másik térrész is, ahol azonban a két populáció egyedei nem alakítanak ki szegregált területeket. Jellemző erre a mintázatra az is, hogy az üres területek inkább a nagyobb populáció által birtokolt, szegregált területek határán jönnek létre. (8. ábra)

Ha az iterációs lépéseket tovább folytatjuk, akkor nagyszámú lépést követően ugyan (250-300 iterációs lépés), de a nagyobb populáció teljesen kiszorítja a kisebbet, és teljesen egybefüggő szegregált területet hoz létre a sejtterben, ahol nincsenek üres területek sem. A kialakult mintázat ismét megerősíti, hogy nemlineáris rendszerrel van dolgunk.

A modell ez esetben az elit kerületek kialakulásához nagyon hasonló mintázatfejlődést modellezett. Minden nagyvárosban található olyan kerület, ahol valamilyen hasonlósági szempont alapján teljesen homogén terület alakult ki. Ezeken a területeken a lakók számára pont az ott lakókkal történő hasonlóság illetve a hasonlóná válás lehetősége az ideköltözést motiváló erő.

8. ábra: Aszimmetrikus szegregáció

Figure 8.: Asymmetric segregation



Jelmagyarázat: fehér - az üres területek; világosszürke - a piros populáció egyedei által elfoglalt cellák; sötétszürke - a kék populáció által elfoglalt cellák.

Forrás: saját szerkesztés

### 3.5 Nem összefüggő szegregált területek kialakulása

A következő paraméterezésekor megtartottuk a két populáció egyedszámának jelentős különbségét, de lecsökkentettük a hasonlósági indexet 50%-ra.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 50%

Piros/kék populáció aránya: 80/20%

Üres területek aránya: 10%  
 Iterációk száma: 20 felett  
 Átlagos elégedettségi szint: ~ 95%

Míg az előző esetben a nagyobb egyedszámú piros populáció vonatkozásában jelent meg a szegregációs mintázat, a jelenlegi beállításnál a kisebb egyedszámú kék populáció oldalán alakultak ki szegregált területeket. Ezek a szegregált területek azonban nem alkotnak egyetlen összefüggő területet a sejtterben, mint az aszimmetrikus szegregáció esetén. Az üres területek jellemzően a nem szegregált területek határán jelennek meg nagyobb számban. (9. ábra) Ez azt eredményezi, hogy a szegregálódott területeken relatíve nagyobb népsűrűség alakul ki, mint a nem szegregált területeken. A mintázat hasonló a nagyvárosokban jövedelmi vagy etnikai alapon szegregálódó kerületek kialakulásának jelenségéhez.

Ilyen mintázatokat azonosított Hatna és Benenson,<sup>11</sup> az Izraeli Yaffo és Ramale városokban végzett kutatásaik alkalmával. Eredményeik során ilyen jellegű mintázatot azonosítottak a valóságban is. Kutatásuk megerősítette, hogy az általuk is használt - bár nagymértékben továbbfejlesztett - Schelling modell, megfelelő paraméterezés esetén képes a valósághoz hasonló térbeli szegregációs mintázatok modellezésére.

**9. ábra: Nem összefüggő szegregációs területek**  
**Figure 9.: Non-coherent segregated areas**



Forrás: saját szerkesztés

A modellben ezek után a hasonlósági indexet és a populációk arányát is extrém értékekre állítottuk, megtartva az üres területek eddig is alkalmazott 10%-os arányát.

Kiindulási paraméterek:  
 Hasonlósági index: 70%  
 Piros/kék populáció aránya: 90/10%

Üres területek aránya: 10%

Iterációk száma: 50-60

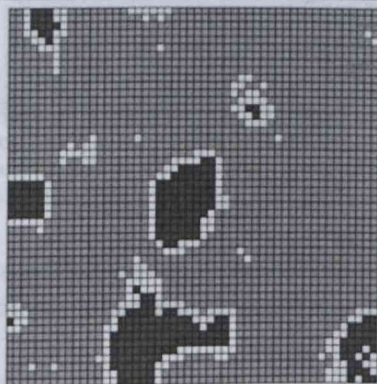
Átlagos elégedettségi szint: 100%

Ilyen paraméterek mellett a sejtterben markánsan elkülönülő, üres területekkel határolt, kék szegregált területek jöttek létre. A mintázatban a jelentősen nagyobb elemszámú piros populáció területein nem maradtak vegyes populációs területek, a két populáció szegregált területeit minden esetben üres területek választották el egymástól. (10. ábra) Ez a mintázat viszonylag gyorsan kifejlődik, már 20-30 iteráció után egyértelműek a szegregált területek, és 50-60 lépés után a sejtterben stabilizálódik a mintázat, 100%-os átlagos elégedettségi szint mellett. Minden egyed olyan területen helyezkedik el, ahol a hasonlósági index - mint elvárás - maximális elégedettségi szinten teljesül.

A mintázat jól leképezi a nagyvárosokban kialakuló szociálisan szegregált területeket. A város területén - nem feltétlenül a peremkerületekben, hanem akár az elit negyedek szomszédságában is - szociális alapon szegregálódott, kisebb szigetek alakulnak ki, amiknek határán sok üres lakás található. Ezek azok a lakások bérelhetők vagy megvásárolhatók ugyan, de az újonnan ideköltözők rövid időn belül ismét elköltöznek, mert jövedelmi szempontból akár erősödnek, akár gyengülnek, mindkét esetben a saját populációjuk által birtokolt területekre költöznek tovább.

Ebben a mintázatban a lényeges elem a szegregált területeket körülvevő üres területek. Ezeknek az üres területeknek a fontossága abban áll, hogy a különböző viselkedésű populációk között egy átmeneti, semleges réteget képez, ami jelentősen lecsökkenti a két populáció közvetlen érintkezését, és ez által a lehetséges konfliktusok számát is.

**10. ábra: Üres területekkel határolt, erősen szegregált területek**  
**Figure 10.: Strongly segregated areas are bordered by empty areas**



Jelmagyarázat: fehér - az üres területek; világosszürke - a piros populáció egyedei által elfoglalt cellák; sötétszürke - a kék populáció által elfoglalt cellák.

Forrás: saját szerkesztés

### 3.5 Totális szegregáció

Az erős szegregációs mintázatok kialakulását abból a szempontból is megvizsgáltuk, hogy mit eredményez, ha az eddig minden esetben 10%-os üres területek arányát lecsökkentjük. Ennek megfelelően a korábbi 10%-ról 1%-ra csökkentettük az extrém magas hasonlósági indexszel és jelentősen eltérő populációs egyedszámmal paraméterezett modellt.

Kiindulási paraméterek:

Hasonlósági index: 70%

Piros/kék populáció aránya: 90/10%

Üres területek aránya: 1%

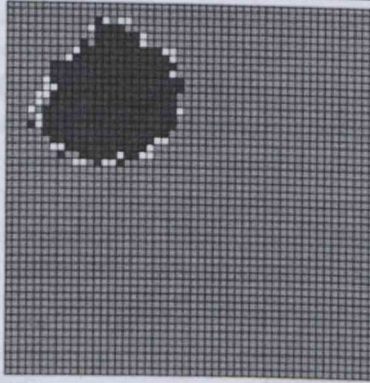
Iterációk száma: ~ 250 iteráció

Átlagos elégedettségi szint: 90-95%

Az eredmény a 11. ábrán látható. Minden korábbi mintázattól eltérően, ez esetben mindkét populáció teljesen elkülönült területen helyezkedik el, és üres területek is csak a két szegregált terület határán találhatóak. A mintázat kezdeti fejlődése során először különálló szegregációs szigetek jönnek létre, de mivel nincs annyi üres terület, hogy minden szegregációs szigetet üres cellával lehessen határolni, idővel egyetlen összefüggő területre konvergál a kisebb populáció. Ebből adódik, hogy a két populáció határán nem stabilizálódik a mintázat, így az átlagos elégedettségi szint is csak 90-95% közötti értéket tud elérni. Mivel az üres területek aránya rendkívül alacsony, ezért vannak olyan felületek, ahol a két populáció közvetlenül érintkezik egymással. Ez a közvetlen érintkezés a konfliktusok valószínűségét erősen növeli. A mintázat e jellemzője az átlagos elégedettségi szint értékén is látható. A modellben ez az érték nem képes elérni a 100%-os értéket, ami arra utal, hogy az üres területekkel határolt szegregált szigetekkel ellentétben, itt a két populáció határfelületén konfliktushelyzetek alakulhatnak ki.

A valóságban ezeken a határfelületen élő egyedek elégedettségi szintje jóval a modell átlag alatti, veszélyeztetve érzik magukat illetve értékeiket, és mindez környezeti stresszként jelenik meg a bennük.<sup>12</sup> Ez kihat kognitív és érzelmi állapotukra, ami további potenciális konfliktust eredményezhet az ilyen területeken.

**11. ábra: Totális szegregáció, közvetlen populációs határokkal**  
**Figure 11.: Total segregation with direct populational borders**



Jelmagyarázat: fehér - az üres területek; világosszürke - a piros populáció egyedei által elfoglalt cellák; sötétszürke - a kék populáció által elfoglalt cellák.

Forrás: saját szerkesztés

A valóságban az ilyen esetekben épülnek fel a különböző lakóterületeket elválasztó kerítések, falak, mint amit Rio de Janeiróban láthatunk, ahol közvetlenül egymás mellett található a favela és az elit negyed. A 12. ábrán egy ilyen rész látható, ahol a mélynyomorban élők és a gazdagok - kerítéssel leválasztva ugyan, de - néhány méterre egymástól laknak.

**12. ábra: A favela egyik határa Rio de Janeioban<sup>13</sup>**  
**Figure 12.: One of the favela borders in Rio de Janeiro**



Forrás: <http://www.canadiansocialresearch.net>

## 4. Összefoglalás

A kutatás megmutatta, hogy a lakóhelyi szomszédosságon alapuló kapcsolati hálózat struktúrája leképezhető egy sejtautomata (CA) modellre. A CA modellben

a kezdeti paraméterek megváltoztatásával összefüggésben, különböző szegregációs mintázatok alakulnak ki a sejtterben. A kialakuló mintázatok, jellegüket tekintve, hasonlóságot mutatnak a valós lakóhelyi szegregáció során megjelenő térbeli mintázatokkal.

A modellezéssel olyan jellemző lakóhelyi szegregációs típusokat is sikerült szimulálni, mint például a városok peremén kialakuló elhagyott lakóterületek, vagy az etnikai, vallási vagy jövedelmi alapon kialakuló elkülönült városi kerületek. A kutatás rámutatott, hogy a lakóhelyi szegregáció kialakulásában ugyan nagy szerepe van a csoportok különböző viselkedésformájának és a toleranciának, de a mintázatok kialakulása nem csupán ezzel összefüggésben alakul ki.

A lakóhelyi kapcsolatok hálózata már két populáció és három különböző modellparaméter esetén is komplex rendszert alkot, és a szegregációs mintázatok topológiai és időbeli kifejlődésének sokrétűsége nemlineáris rendszerre utal. Mindezekből arra következtethetünk, hogy a lakóhelyi szegregáció kutatását az etno-szociális vonatkozásokon túl, érdemes vizsgálni játékelméleti és hálózatelméleti módszerekkel is.

## JEGYZETEK

1. Ladányi János, Szelényi Iván (2010): A társadalom etno-szociális rétegződése öszszehasonlító elméletének vázlatja. In. Ladányi János (szerk.): Szociális és etnikai konfliktusok: Válogatott tanulmányok (1975-2010) Budapesti Corvinus Egyetem, Digitális Tankönyvtár, Budapest. 209-218. old.
2. Maga a favela szó azt jelenti: nyomornegyed.
3. Andorka Rudolf (1997): Bevezetés a szociológiába, Osiris Kiadó, Budapest. 194. old.
4. Thomas C. Schelling (1971): Dynamic Models of Segregation, *Journal of Mathematical Sociology*, 1971. Vol. 1, 143-186. old.
5. Juval Portugali, Itzhak Benenson, Itzhak Omer (2010): Sociospatial Residential Dynamics: Stability and Instability within a Self-Organizing City, *Geographical Analysis*, 2010 September, 26(4), 322-323. old.
6. Manfred Eigen, Ruthild Winkler (1981): A játék, Gondolat Kiadó, Budapest. 230-239. old.
7. Dr. M. Csizmadia Béla (2016): Kísérletek tervezése, Szent István Egyetem, Gödöllő, 9-18. old.
8. Baracska Zoltán, Velencei Jolán, Dörfler Viktor (2005): Reductive Reasoning, *Montenegrin Journal of Economics*, 2005. Vol. 1. No. 1. 59-66. old.
9. A. T. Crooks (2010): Constructing and implementing an agent-based model of residential segregation through vector GIS, *International Journal of Geographical Information Science*, May 2010. Vol. 24, No. 5, 661-675. old.
10. Keith C. Clarke (2013): Cellular Automata and Agent-Based Models, In. Manfred M. Fischer, Peter Nijkamp (szerk.): *Handbook of Regional Science*, Springer, 2013. 1217-1233. old.



11. Erez Hatna, Itzhak Benenson (2012): The Schelling Model of Ethnic Residential Dynamics: Beyond the Integrated - Segregated Dichotomy of Patterns, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, April 2012.
12. Lazányi Kornélia (2016): A szervezeti biztonság és a munkahelyi stressz kapcsolata, *TAYLOR Gazdálkodás- és szervezettudományi folyóirat*, 2016/5. szám, VIII. évf. /5. szám No 26. 25-28. old.
13. Figyeljük meg, hogy a kép jobb oldalán látható lakások erkélyén medence található, ami komoly építészeti és üzemeltetési költséget jelent. Ezek a lakások nem csupán drágák, de fenntartásuk is költséges, tehát csak jómódú emberek vásárolnak ilyen lakásokat.

### FELHASZNÁLT IRODALOM

- Andorka Rudolf (1997): Bevezetés a szociológiába, Osiris Kiadó, Budapest. 194. old.
- Baracska Zoltán, Velencei Jolán, Dörfler Viktor (2005): Reductive Reasoning, *Montenegrin Journal of Economics*, 2005. Vol. 1. No. 1. 59-66. old.
- Crooks A. T. (2010): Constructing and implementing an agent-based model of residential-segregation through vector GIS, *International Journal of Geographical Information Science*, May 2010. Vol. 24, No. 5, 661–675. old.
- Dr. M. Csizmadia Béla (2016): Kísérletek tervezése, Szent István Egyetem, Gödöllő, 9-18. old.
- Eigen M., Winkler R. (1981): A játék, Gondolat Kiadó, Budapest. 230-239. old.
- Hatna E., Benenson I. (2012): The Schelling Model of Ethnic Residential Dynamics: Beyond the Integrated - Segregated Dichotomy of Patterns, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, April 2012.
- Keith C. Clarke (2013): Cellular Automata and Agent-Based Models, In: Manfred M. Fischer, Peter Nijkamp (szerk.): *Handbook of Regional Science*, Springer, 2013. 1217-1233. old.
- Ladányi János, Szelényi Iván (2010): A társadalom etno-szociális rétegződése összehasonlító elméletének vázlata. In: Ladányi János (szerk.): *Szociális és etnikai konfliktusok: Válogatott tanulmányok (1975-2010)* Budapesti Corvinus Egyetem, Digitális Tankönyvtár, Budapest. 209-218. old.
- Lazányi Kornélia (2016): A szervezeti biztonság és a munkahelyi stressz kapcsolata, *TAYLOR Gazdálkodás- és szervezettudományi folyóirat*, 2016/5. szám, VIII. évf. /5. szám No 26. 25-28. old.
- Portugali J., Benenson I., Omer I. (2010): Sociospatial Residential Dynamics: Stability and Instability within a Self-Organizing City, *Geographical Analysis*, 2010 September, 26(4), 322-323. old.
- Schelling T. C. (1971): Dynamic Models of Segregation, *Journal of Mathematical Sociology*, 1971. Vol. 1, 143-186. old.