

# SZEGREGÁCIÓ OLDATOKBAN ÉS TÁRSADALMAKBAN

Kaptay György

az MTA levelező tagja

Miskolci Egyetem Nanotechnológiai Tsz., Miskolc  
MTA–ME Anyagtudományi Kcs., Miskolc  
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Kft.  
Anyagfejlesztési Osztály, Miskolc  
kaptay@hotmail.com

Csepeli György

az MTA doktora

Miskolci Egyetem Szociológiai Tanszék, Miskolc  
Institute of Advanced Studies at Kőszeg (iASK)  
csepeli.gyorgy@gmail.com

## Összefoglaló

A szerzők a kémiai termodinamika módszereivel elemzik a szegregáció hajtóerejét kétkomponensű oldatokban, illetve az azt erősítő és gyengítő hatásokat. A kémiai termodinamika fogalmainak értelmezési tartományát kiterjesztjük a társadalmi szegregáció fogalomrendszerére, egy többségi társadalomban élő, a többséghez képest gyengébb pozícióval rendelkező kisebbségi társadalmi csoport szegregációját tárgyalva. Egy esettanulmányon alapuló szimulációs modell eredményeire támaszkodva megállapítják, hogy a szegregáció objektív jelenség, amelynek hajtóereje a homofília keresése mind a többségi, mind a kisebbségi társadalmi csoportokon belül. Megállapítják, hogy a szegregáció relatív mértéke csökken a szegregált kisebbség lélekszámarányának növekedésével. Megállapítják azt is, hogy a társadalmi mobilitás növelése mérsékeli, míg a csökkenése felerősíti a szegregációt. Megállapítják, hogy a többségi és kisebbségi társadalmi rétegek közötti szimpátia/szeretet mérsékeli a szegregációt, míg az antipátia/gyűlölködés felerősíti azt. A gyűlölködés ráadásul társadalmi szakadáshoz, sőt,

szegregációs átalakuláshoz (értsd: extrém erős szegregációhoz) is vezethet. Kiterjesztve a szilárd, polikristályos anyagokban megfigyelhető szegregációra vonatkozó modellt érvényét, kijelentik, hogy a szegregáció végeredményben az egész társadalomra nézve diszruptív, mivel a homofília szempontjai szerint korlátozva az elérhető ágensek körét, gyengíti az általános kooperáció esélyeit a társadalomban.

## Bevezetés

A társadalmi szegregáció alkalmával jellemzően egy többségi társadalmi csoport és egy kisebbségi társadalmi csoport közötti elkülönülés megy végbe. Hasonló jelenséget a kémiai termodinamika is ismer. Ebben a dolgozatban először bemutatjuk a szegregáció kémiai termodinamikai alapjait, majd kiterjesztjük a megfigyeléseket a társadalmi szegregációra. Azonosítjuk a társadalmi szegregáció hajtóerejét, és beszélünk arról is, hogy mit tehet a többségi társadalom ennek mérséklésére. Bemutatjuk azt is, hogy a szegregáció mérséklése a többségi társadalom hosszú távú érdeke, ellenkező esetben a társadalom (annak erős, többségi rétegével együtt) óhatatlanul válságba kerül.

## Szegregáció oldatokban (= a holt anyagban)

A szegregáció (= felületi adszorpció) első tudományos leírása J. Willard Gibbstől származik (1878). Feltehetőleg Gibbs volt az első, aki felismerte, hogy egy oldat belsejében és felületi rétegében a komponensek koncentrációi különbözőek. Azt a jelenséget, amikor az egyik komponens koncentrációja a felületen nagyobb, mint az oldat belsejében, szegregációnak nevezzük.

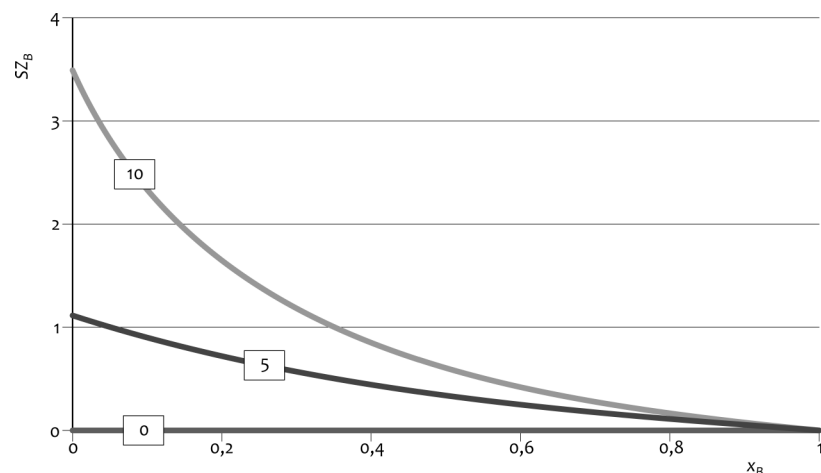
Ebben a dolgozatban a Butler-egyenletet (1932) fogjuk használni a szegregáció természettudományos leírására, ami általánosabb a Gibbs adszorpciók egyenleténél (lásd Kaptay, 2015). A Butler-egyenlet matematikai részleteit a *Mellékletben* adjuk meg. Tesszük ezt azért, mert Stephen Hawking (1988) egy jóakarójával egyetértve úgy gondoljuk, hogy egy általános célú cikk minden leírt egyenletével megfelelődik azon olvasók száma, akik nem kifejezetten az egyenletekért olvasnak cikkeket.<sup>1</sup>

A *Mellékletben* két komponenset különböztetünk meg: az „A” komponens van többségben és a „B” komponens van kisebbségben, ráadásul a „B” komponensnek gyengébb a kohéziós energiája, ezért ő fog a felületre szegregálódni. A *Melléklet* (4) egyenletével definiáljuk a B komponens szegregációs hányadosát, aminek jele:  $SZ_B$  (ahol  $SZ$  a szegregációra utal). Ezen mennyiség értelmezése: ha  $SZ_B < 0$  akkor a B komponens szegregálódik (annál nagyobb mértékben, minél nagyobb  $SZ_B$  értéke); ha  $SZ_B = 0$ , akkor a B komponens nem szegregálódik. Az 1–3. ábrákon a

<sup>1</sup> Az egyenletekre ugyanakkor szükség van ahhoz, hogy a cikk ezen tudományos kisebbség számára is hiteles maradjon, ezért azokat a folyóirat honlapjára feltett *Mellékletben* közöljük (elérhetőség: XXXXXX). [Ide írjuk be a linket](#)

*Mellékletben* megadott egyenletekkel elvégzett számítások jellemző eredményeit adjuk meg. Mindhárom diagram y-tengelyén az  $SZ_B$  paraméter van, tehát mindhárom diagram arról szól, hogy hogyan függ a különböző egyéb paraméterektől a B komponens szegregációjának mértéke. Mindhárom diagram x tengelyén a B komponens móltörtjét látjuk, aminek jele  $x_B$ , jelentése pedig: a B komponens atomjainak / molekuláinak hányada az A-B oldatban. Ha  $x_B = 0$ , akkor nincs jelen B komponens, ha  $x_B = 1$ , akkor az oldat csak a B komponensből áll, ha  $x_B = 0,5$ , akkor az oldatban 50–50 %-ban vannak jelen az A és a B komponensek.

Az 1. ábrán három esetet mutatunk be annak függvényében, hogy a komponenseknek mennyi a kohéziósenergia-különbsége az oldatban. A dimenziómentes kohéziós energia különbség jele:  $\Delta H_{COB}^*$ , definícióját lásd a *Melléklet* (7) egyenletével; ez a mennyiség azt fejezi ki, hogy mennyivel erősebben kötődik a többségi A komponens az oldatban, a kisebbségi B komponenshez képest. Az 1. ábrán bemutatott, „o” feliratú vízszintes vonal mentén a két komponens kohéziós energia különbsége zérus, azaz egyformán kötődtek az oldatban. Látjuk, hogy ekkor a szegregációs hányados is zérus, a koncentrációtól függetlenül (és a hőmérséklettől, illetve a komponensek kölcsönhatásától is függetlenül – e két utóbbi hatást nem látjuk az ábrán). Ha azonban értéke egyre nő, ezzel párhuzamosan egyre inkább nő a szegregációs hányados értéke. Ez a következtetés független az oldat összetételétől, a hőmérséklettől és a komponensek kölcsönhatási energiájától (az 1. ábra egy alaphőmérséklet és egy alap kölcsönhatási energia értéken érvényes). Megállapíthatjuk tehát, hogy az oldatokban a szegregáció hajtóereje a komponensek kohé-

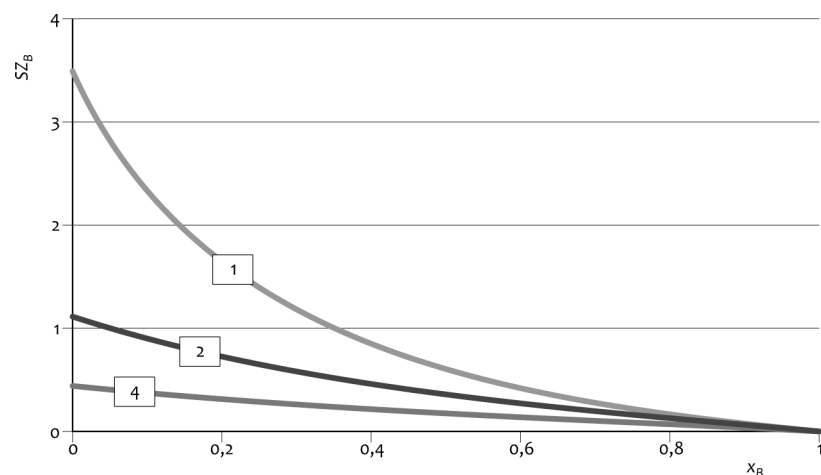


1. ábra • A szegregációs hányados függése a móltörttől, három  $\Delta H_{COB}^{O*}$  érték mellett (az értéket lásd a görbékben), a *Melléklet* (8a–b) egyenleteivel számolva (paraméterek:  $\Omega^* = 0$ ,  $T^* = 1$ , az ábrán a  $\Delta H_{COB}^{O*} = 0$  értékhez az  $SZ_B = 0$  vízszintes vonal tartozik)

ziós energiái közötti különbség. Minden egyéb paraméter csak árnyalni tudja a szegregáció mértékét, de annak nem alapvető okozója. Ezen túl az 1. ábráról megállapíthatjuk, hogy a szegregáció mértéke csökken a szegregálódó komponens koncentrációjának növe-

kedésével, és határesetben a zérushoz tart. Ez logikus, hiszen ha a többségi A komponens eltűnik, és csak a B komponens marad hátra, az önmagát már nem tudja szegregálni.

A szegregációs hányados hőmérsékletfüggését a 2. ábrán mutatjuk be. Láthatjuk, hogy



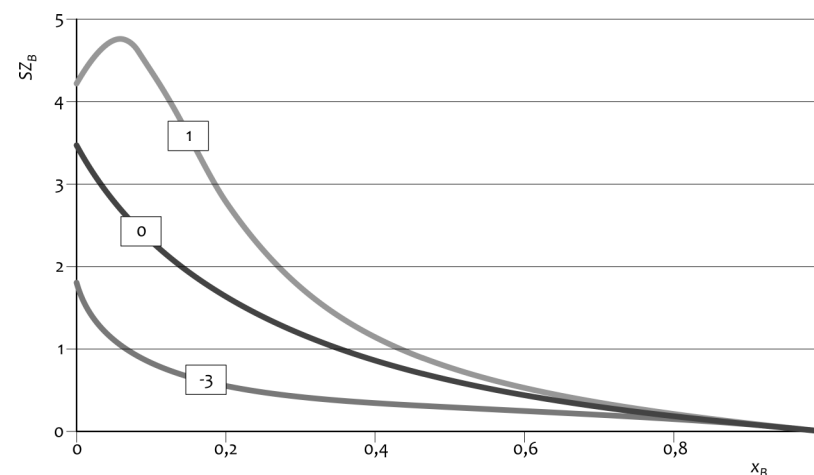
2. ábra • A szegregációs hányados függése a móltörttől, három dimenziómentes hőmérséklet-érték mellett, melyeket a görbékben tüntettünk fel ( $T^*$  definíciójához lásd a *Melléklet* 6c egyenletét), a (8a–b) egyenletekkel számolva (paraméterek:  $\Omega^* = 0$  és  $\Delta H_{COB}^{O*} = 10$ )

a hőmérséklet növelésével a szegregáció mértéke mérséklődik. Ez az eredmény független az összetételtől, a kohéziós energiák különbségétől és a komponensek kölcsönhatásától. A kémiai termodinamika ezt azzal magyarázza, hogy a nagyobb hőmérséklet a nagyobb entropiájú, azaz rendezetlenebb állapotokat preferálja. A komponensek véletlenszerű elhelyezkedése az oldatban márpedig rendezetlenebb állapot, mint az egyik komponens kikoncentrációja (szegregációja) az oldat felületére.

A szegregáció függését a komponensek közötti kölcsönhatási energiától a 3. ábrán mutatjuk be. A komponensek közötti dimenziómentes kölcsönhatási energia jele  $\Omega^*$ , lásd a *Melléklet* (6d) egyenletét; ha ennek értéke pozitív, akkor a komponensek taszítják egymást és fordítva (ha értéke negatív, akkor a komponensek vonzzák egymást). A 3. ábráról látjuk, hogy a komponensek taszítása (pozitív  $\Omega^*$  értékek) erősen növeli a szegregációs hányadost (kis B koncentrációnál a görbék még maximuma is van), míg a komponensek vonzása (negatív  $\Omega^*$  értékek) mérsékeli a

szegregációt, azaz a zérus érték felé közelíti a szegregációs hányadost. A kölcsönhatási energia hatása különösen a kis B koncentrációnál érezteti a hatását, nagyobb B koncentrációnál a 3. ábra három görbéje egymáshoz simul.

A kémiai termodinamika törvényei szerint értelmezett szegregációval foglalkozó fejezet zárásaként állapítsuk meg, hogy a felületre szegregált komponens a szegregáció következtében „rosszabb” helyzetbe kerül, mintha a térfogatban maradt/maradhatott volna. Ez azért van, mert a felületre került szegregált atomok elveszítik kohéziós kötéseik egy részét ahhoz képest, mintha a térfogatban maradtak volna. Felmerülhet a kérdés, hogy ha szegregált atomnak lenni rossz, akkor mi hajtja az atomokat a felületre? A válasz: nem ők akarnak a felületre menni, oda a szükségszerűség, avagy a „közösségi érdek” löki őket. Minden fázis véges számú atomból áll ugyanis, ahhoz véges térfogat tartozik, véges térfogat viszont nincs határoló felület nélkül, ahol természetesen szintén lenni kell



3. ábra • A szegregációs hányados függése a móltörttől, három kölcsönhatási energia ( $\Omega^*$ ) érték mellett (az értéket lásd a görbékben), numerikusan számolva a *Melléklet* képleteiből (paraméterek:  $T^* = 1$ , és  $\Delta H_{COB}^{O*} = 10$ ).

„valakinek”. Ezek vagy a szegregált atomok, vagy a határőrök; egyikük helyzete sem irigylésre méltó. Az viszont a teljes oldat/társadalom érdeke, hogy felülete/határai jól definiáltak és jól védettek legyenek. Az élettelen és tudatlan természetben tehát a „közösségi érdek” alakítja a szegregációt. Most nézzük meg, milyen tényezőkkel magyarázhatjuk a társadalmakban fellépő szegregációt.

#### Szegregáció társadalmakban

Terjesszük ki az 1–3. ábrákon látható eredményeket a társadalmi szegregációra. Ehhez feltelessük meg az előző fejezetben és a *Mellékletben* használt termodinamikai fogalmakat a társadalmi fogalmaknak, a következőképpen:

komponens = társadalmi csoport; az  $A$  komponens a többségi csoport, a  $B$  komponens a kisebbségi csoport, amelynek a szegregációját vizsgáljuk,

$SZ_B$  = a kisebbségi társadalmi csoport szegregációjának mérőszáma. Ha  $SZ_B = 0$ , az adott társadalomban nincs mérhető szegregáció. A szegregáció annál erősebb, minél nagyobb  $SZ_B$  értéke.

$x_B$  = a kisebbségi társadalmi csoport részaránya a társadalomban. Mint a kémiai modellben láttuk, ha a kisebbség részaránya ( $x_B$ ) nő, a szegregáció mértéke mérséklődik; ez azonban csak a látszat, valójában ez csak azért van, mert „hígul” a többségi társadalom. Ráadásul ez sem teljesen igaz akkor, ha a társadalmi csoportok között antagonizmus van; ekkor a görbe maximumon megy át – lásd 3. ábra felső görbéje.

kohéziós energia = társadalmi kohézió, széles értelemben beleértve annak minden politikai, gazdasági, kulturális vonatkozását. Az adott komponens (társadalmi

csoport) kohéziója annál erősebb, minél erősebb a gazdasági/politikai/ kulturális/ társadalmi tőkéje az adott társadalomban.

$\Delta H_{COB}^O$  = a vizsgált két társadalmi csoport kohéziójának különbsége, ami annál nagyobb, minél nagyobb a többségi csoport gazdasági/politikai/kulturális/társadalmi tőkéje a kisebbségi csoporthoz képest. Mint a kémiai modellben láttuk, a kisebbség szegregációjának hajtóereje és alapvető oka e különbség ( $\Delta H_{COB}^O$ ) megléte a többségi társadalom javára. A szegregáció tehát egy objektívan fellépő jelenség minden olyan esetben, ahol legalább két olyan megkülönböztethető társadalmi csoport van, melyeknek mérhetően különbözik a gazdasági/politikai/kulturális/ társadalmi tőkéje az adott társadalomban.

$T^*$  = a hőmérséklet, ami a társadalmi mobilitás indikátora. Ha értéke zérus, akkor a társadalomban az egyéneknek nincs esélyük a csoport elhagyására, melybe beleszülettek. Mindenkiből az lesz, amit születésük státusa meghatározott. Minél nagyobb  $T^*$  értéke, annál mobilabb a társadalom, és annál könnyebben és annál többen tudnak egyénileg javítani (és persze rontani is) a születésük által determinált helyzetükön. Ezért  $T^*$  növelésével a szegregáció mérséklődik és fordítva.

$\Omega^*$  = a két társadalmi csoport közötti kapcsolatot fejezi ki. Ha  $\Omega^*$  értéke zérus, a két társadalmi réteg nem érzékeli egymás különbségét; ekkor ennek nincs mérhető hatása a szegregációra. Ha  $\Omega^*$  értéke pozitív, akkor a társadalmi rétegek között az antipátia, extrém esetben (pozitívabb  $\Omega^*$  esetén) a gyűlölködés a jellemző kapcsolat; ilyenkor a kisebbségi csoport szegregációja felerősödik. Ha  $\Omega^*$  értéke negatív, akkor a társadalmi rétegek között

a szimpátia, sőt (negatívabb  $\Omega^*$  esetén) a szeretet a jellemző kapcsolat; ilyenkor a kisebbségi csoport szegregációja mérséklődik.

Megállapíthatjuk, hogy amennyiben egy társadalomban legalább két, egymástól elkülönülő csoport van, melyek egyike többségben van a másikhoz képest, akkor a szegregációs folyamatok elindulnak éppen úgy, mint az anyagi világban, ahol azt láttuk, hogy a térfogati fázisban gyengébben kötött atomok szegregálódnak. Az atomoknak persze nincs identitástudatuk. Az emberek világában a kisebbségi csoport pusztán azért, mert a többségi csoporthoz képest eltérő létszámú, már eleve rosszabb helyzetben van. A *kisebbség* szó, mely ezeket a csoportokat jelöli, szemantikai erejénél fogva sugallja a kicsinységet, erőtlenséget, alárendeltséget. A szociálpszichológiai kísérletek eredményei azt mutatják, hogy a kisebbségi csoportokhoz a kísérleti személyek inkább kötnek negatív jelzőket (a többségi csoportokhoz képest), szívesebben vádolják őket visszaélésekkel, és tulajdonítanak nekik deviáns viselkedéseket, például bűnözést vagy alkoholizmust (Csepeli, 2014). Ezeket a szemantikai és kognitív hátrányokat csak súlyosbítja, hogy ha a kisebbségi csoportok gazdasági, politikai, és kulturális tőkéje az adott társadalomban mérhetően szerényebb a többségi csoport gazdasági, politikai és kulturális tőkéjéhez képest. Nem szükséges, hogy a kisebbségi csoport társadalmi tőkéje mindhárom dimenzióban alacsonyabb értéket mutasson a többségi csoport társadalmi tőkéjéhez képest. Elég, ha a kisebbségi csoport társadalmi tőkéje legalább valamelyik dimenzióban kisebb, mint a többségé. A szegregáció annál kevésbé lesz markáns, minél nagyobb a kisebbség relatív lélekszáma (%-os jelenléte) a társadalomban (ez alól kivételt képez az

antagonizmus esetén fellépő maximum – lásd 3. ábra felső görbe). A szegregáció egy társadalomban annál erőteljesebben jelentkezik, minél nagyobbak az egyenlőtlenségek a kisebbségben lévő társadalmi csoport és többségi társadalmi csoport között.

Magyar szociológusok egy magyarországi faluban megtörtént eset alapján szimulációs modellt készítettek, mely nemcsak leírni, hanem előre jelezni is képes a szegregációs folyamatokat (Tóth et al., 2011). A mintegy kétezer fő által lakott faluban 1974 előtt elkülönülten élt egymástól a roma (korabeli szóhasználatul a cigány) és a nem roma népesség. Párthatározat alapján 1974 és 1982 között sor került a cigánytelep felszámolására a faluban. Minden roma családnak lehetőséget biztosítottak arra, hogy a többség által lakott települési részekben házat vásárolhassanak maguknak (amit természetesen az állam segítségével valósítottak meg). Az akció befejeződését követően a Megyei Tanács Cigányügyi Koordinációs Bizottsága megdöbbenéssel észlelte, hogy a korábbi szegregáció nem tűnt el, hanem újratermelődött. Mint a Koordinációs Bizottság által kiadott Módszertani Füzet írja, „az a tény, hogy a régi cigánytelep helyén ma már néhány romos ház kivételével semmi sincs, de a falu egyes utcái cigánytelephez hasonlóvá váltak, a folyamat úgy gondoljuk, nem egyedi. A cigányok beköltöztek a nem cigány lakosok közé. Az állandó békétlenségek miatt a nem cigányok elköltöztek, s ezeket a házakat többnyire vásárlás révén cigányok szerzik meg. Így aztán a községnek több ‘cigánytelep’ is kialakulóban van.” (Tóth et al., 2011, 207.)

A Cigányügyi Koordinációs Bizottság megfigyelését a kutatók a Kulldorf-féle területi statisztikai elemzési módszert alkalmazva igazolták. A falu háztulajdonosait hálózatként

értelmezve a heterofil-homofil kötések arányainak változásait vizsgálták. Heterofil kötésnek minősült a cigánytelepi–nem cigánytelepi szomszédság, s homofilnek minősült a hajdani cigánytelepi–cigánytelepi kötődésen alapuló szomszédság. Kiderült, hogy az újratemelő szegregációt két paraméter határozta meg. A keresleti paraméter azt szabta meg, hogy melyik háztulajdonos hova akart költözni, s a kínálati paraméter annak függvényében alakult, hogy ki kinek kínálta a házat eladásra. A többségi, nem a cigánytelepről beköltözött háztulajdonosok kínálata és a cigánytelepről beköltözött háztulajdonosok kereslete nem véletlenszerűen alakult. A véletlenszerű kapcsolatképződéshez képest a telepiek homofiliára törekedtek, azaz olyan szomszédokat akartak, akik maguk is a telepéről jöttek, az eleve a faluban lakó háztulajdonosok pedig annál inkább telepieknek adták el a házaikat, minél több volt a környéken a cigánytelepről betelepített lakó.

A kisebbség homofilián alapuló szegregációja elkerülhetetlen. A szegregációs tendenciát, mint korábban írtuk, fokozzák a gazdasági, politikai, kulturális hátrányok.

A szegregáció törvényszerűen bekövetkezik a természetben és a társadalomban. De a kettő között van egy fontos különbség. Amíg egy oldatban a komponensek nem képesek sem önmaguk, sem a másik komponens semmilyen lényegi jellemzőjének megváltoztatására, addig a társadalomban a komponensek (egyének és csoportjaik) interakcióban határozzák meg önmaguk és partnereik identitását, mindezt ráadásul időben változóan. A társadalomban következőképpen jóval nehezebb a szegregáció előrejelzése. A szegregáció sokkal inkább úgy írható le, mint egy attraktor. Ha fennállnak a feltételek, akkor hosszú távon a társadalom e stabil attraktor

felé törekszik. Nem tudható, hogy hol és mikor jön létre az állapot, de az tudható, hogy létre fog jönni.

Ez azonban nem jelenti azt, hogy a tudatos és a társadalom jövőjéért felelősséget érző elit a szegregációra mint attraktorra hivatkozva semmit se tegyen a szegregáció ellen, hiszen három olyan eszköz is van a kezében, amellyel mérsékelheti a szegregáció mértékét (amivel nemcsak jótékonykodik, hanem növeli saját hosszú távú túlélésének esélyeit is):

- mérsékeli a kisebbség gazdasági/politikai/kulturális/társadalmi lemaradását; ehhez a többségi csoportnak erőforrásokat kell áldoznia a kisebbség politikai, kulturális, gazdasági emancipációja érdekében.
- növeli a társadalmi mobilitást; ehhez a társadalom minden tagjára kiterjedő esélyegyenlőség megteremtésén keresztül vezet az út.
- elősegíti a kooperáció kultúrájának elterjedését, építi a bizalmat, mely az egymásba vetett és az intézményekbe vetett hit erejével növeli a társadalmi kohéziót (Széchenyi, 1830). Az evolúcióbizológiai kutatások azt mutatják, hogy azok a populációk sikeresek és maradnak életben, melyek tagjai összefognak, és közösségként szállnak versenybe a nem hozzájuk tartozó többiekkel. A túlélésért folytatott versenyben elért siker előfeltétele tehát a kooperáció (Smith – Szathmáry, 1997).

Ha ezek a lépések elmaradnak, a társadalmi együttélés csődje elkerülhetetlen. A reális társadalmi esélyegyenlőség hiányában a társadalmi tőke egy-két dimenziójában előnyös helyzetű, de más tekintetben diszkriminált, lélektanilag hátrányos helyzetű kisebbség ellen a többségben kollektív irigység, *ressentiment* jelenik meg, ami kezelhetetlen konf-

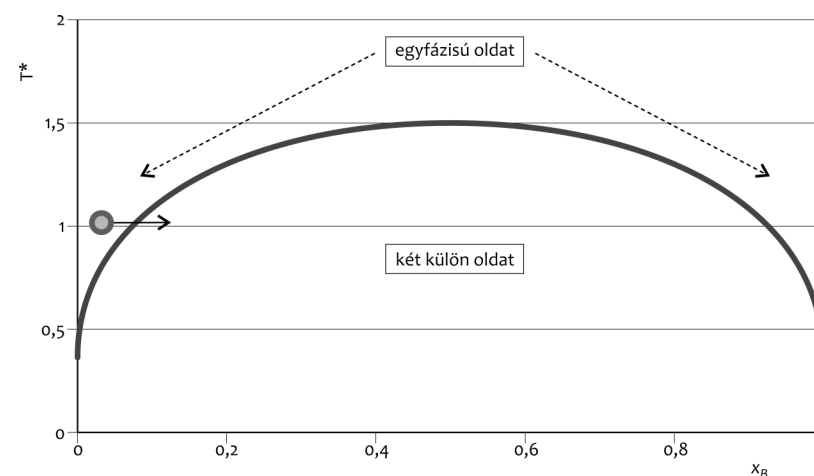
liktusokhoz vezet. Még rosszabbak az előrejelzések abban az esetben, ha a társadalmi tőke valamennyi dimenziójában hátrányos helyzetű kisebbség tagjai előtt zárulnak be az emancipáció pályái. A kirekesztettség, az esélytelenség, a munkanélküliség talaján jön létre a „szegénység kultúrája” (Lewis, 1968), melynek része az anómia és a gyermekszülés.

Ha az állami költségvetés nem a kisebbség taníttatására és társadalmi felzárkóztatására biztosít forrásokat, hanem csupán az életfeltételek minimális biztosítására (beleértve a gyermekek után járó támogatásokat) törekszik, a kisebbségi csoport létszáma a többségi csoport létszámához képest nagyobb ütemben fog növekedni. Ha egy társadalom erre az útra lép, akkor idővel a helyzet gazdaságilag fenntarthatatlanná válik: a társadalom termelő rétege már nem tudja eltartani egyre növekvő létszámú (kisebbségi) szegényeit. Ebben az esetben a társadalom akár szét is szakadhat. Van ugyanis a társadalmi csopor-

tok antagonizmusának (extrém esetben gyűlölködésének) egy olyan következménye, amiről eddig nem szóltunk. Erről lesz szó a következő fejezetben.

#### Fázisátváltás oldatokban és társadalmakban

Ha egy oldatban a komponensek közötti taszítás erősödik, akkor nemcsak a szegregáció erősödik fel, hanem egy adott kritikus hőmérséklet alatt az oldat két oldatra válik szét: egy A-ban gazdag és egy B-ben gazdag oldatra. A viszonyokat a 4. ábrán bemutatott fázisdiagramon szemléltetjük, ahol a határvonal két lehetséges állapotot választ el egymástól: a határvonalon belül (az alatt) a két komponens már nem képes egy fázisban megmaradni, és két, különálló fázist képez, míg a határvonalon kívül (a felett) a két komponens még képes egy oldaton belül létezni. A 4. ábrán látható határvonal képletét a Mellékletben leírt (9a–b) egyenletek adják meg. A 4. ábra szerint a komponensek kö-



4. ábra • A Melléklet (9a–b) egyenleteivel számított fázisdiagram  $\Omega^* = 3$  paraméterrel számolva (ez az ábra független  $\Delta H_{CO_2}^0$  értékétől). Az ábrán a pont és a nyíl egy lehetséges kiindulási állapotot mutat és azt a folyamatot, ahogy az egyébként változatlan körülmények mellett (konstans  $\Omega^*$  és  $T^*$  értékek mellett) a rendszer állapota a B komponens koncentrációjának növelésével az egyfázisú tartományból a kétfázisúba megy át, azaz az eredetileg egy fázis kétfelé szakad.



zötti tasztítást a hőmérséklet növelésével lehet ugyan kompenzálni, de minél nagyobb a tasztítás mértéke, ehhez annál nagyobb hőmérsékletre van szükség. A 4. ábráról az is kiderül, hogy ha a B komponens kis koncentrációban van jelen, azt könnyebb (alacsonyabb hőmérsékleten is lehetséges) egy fázisban tartani az A komponenssel, szemben azzal az esettel, mint amikor a B komponens koncentrációja az 50%-os érték felé közeledik.

Fentiek társadalmi értelmezése egyszerűen adja magát, ha a „fázis” = „ország” (társadalom) analógiát használjuk. Ha tehát növekszik a két társadalmi csoport közötti antagonizmus (gyűlölködés, diszkrimináció, előítéletesség) akkor felmerül az ország kettészakadásának a veszélye, különösen kisebb társadalmi mobilitás, és/vagy növekvő kisebbségi lélekszám esetén. A növekvő antagonizmust ugyan elvileg lehetne kompenzálni a társadalmi mobilitás növelésével, ám e kettő között valószínűleg pozitív korreláció van: minél nagyobb mérvű az antagonizmus, annál kisebb az átjárás a két csoport között.

A 4. ábrán bemutatottak ismeretében a többségi társadalomnak az előző fejezetben felsorolt három lehetőséget tanácsos alkalmaznia (lehetőleg mindhármát egyszerre), mert különben a törés óhatatlanul bekövetkezik (lásd a 4. ábrán a pont mozgását egyéb konstans körülmények között a kisebbség részarányának növekedésével). A „fáziszétválás” persze nem feltétlenül két (vagy több) ország kialakulását jelenti, bár láttunk erre is bőven példát az ennek kedvező külső körülmények között Csehországtól Jugoszláviáig, a „megbonthatatlan egységbe forrt” szovjetkörtársaságokról nem is beszélve. Előfordulhat, hogy az ország formálisan egyben marad ugyan, „csak” a társadalom szakad visszafordíthatatlanul ketté.

Ne gondoljuk azonban, hogy ebből a helyzetből nincs kiút. Vegyük észre, hogy a 4. ábra csak az egymást nem szerető (gyűlölködő) társadalmi csoportok esetében érvényes. A fáziszétválás réme tehát magától eltűnik, ha a társadalmi csoportok közötti antipátiát sikerül a zérus érték közelébe nyomni, vagy még jobb: szimpátiává alakítani. Minél jobban hasonlít egymásra a két társadalmi csoport, ennek annál nagyobb az esélye. A recept tehát ugyanaz: a társadalomban meg kell honosítani a kooperáció kultúráját, követnie kell Széchenyi István 1830-ban leírt receptjét. Az államnak áldoznia kell az esélyegyenlőség biztosítására, a kisebbségi csoportok tagjainak képzésére, az életbe belépő új nemzedékek oktatására, annak érdekében, hogy elkerülje a társadalom kettészakadását.

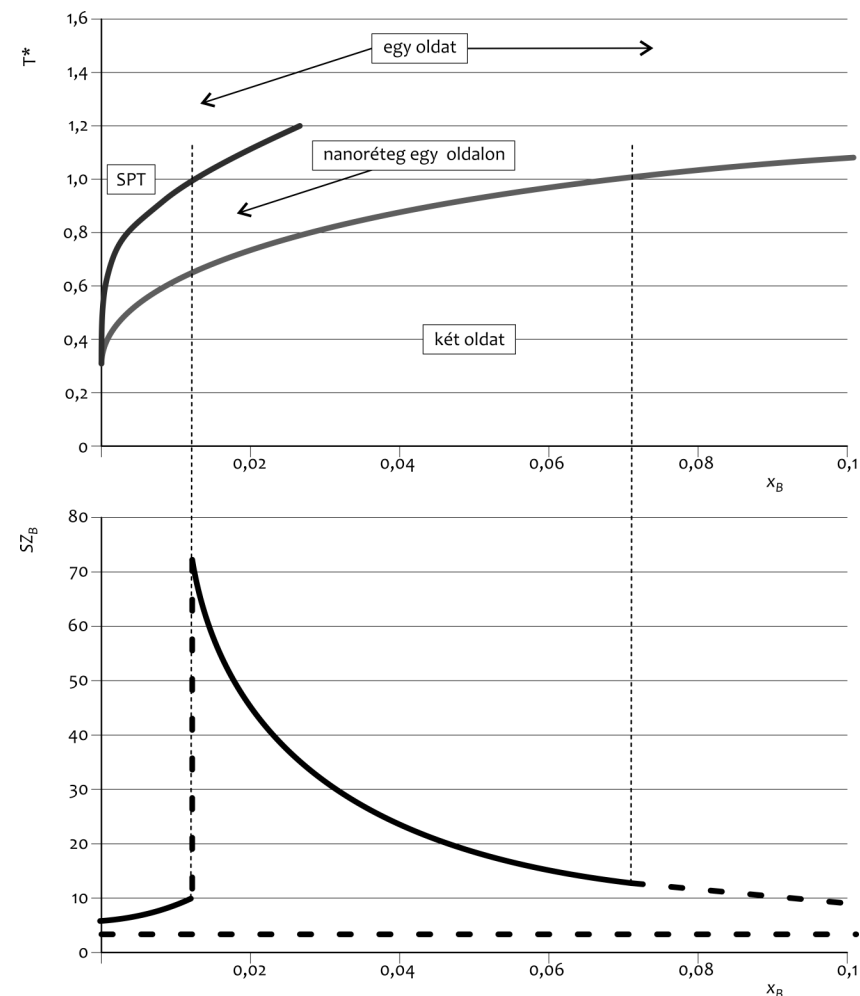
#### Felületi fázisátalakulás oldatokban és társadalmakban

A 4. ábrán csak a részízagságot látjuk, bár önmagában már ez is elég ijesztő. Ha azonban figyelembe vesszük a szegregációt is, a helyzet még ijesztőbbé válik. Ezt mutatjuk be az 5. ábrán, fent, amin a 4. ábrán már bemutatott vonalon túl látunk egy másik vonalat is, amit „SPT” (Surface Phase Transition – felületi fázisátalakulás) vonalnak nevezünk (Kaptay, 2005). Ettől a vonaltól balra az A-ban gazdag folyadékot csak relatíve kevés B fedi, míg ezt a vonalat átlépve a felület szinte csak a B komponensből áll. A vonalon átlépve szakadás következik be a felületi összetételben, ezért nő meg ugrásszerűen a szegregációs hányados (lásd 5. ábra, lent). Látjuk, hogy a felületi fázisátalakulás miatt a szegregációs hányados hirtelen egy nagyságrenddel nő meg.

Ez az állapot fokozott társadalmi szegregációt jelent, ami az előző fejezetben tárgyalt társadalmi szakadás előhírnöke. Ennek az

extrém magas szegregációnak az elkerülésére az előző fejezet végén leírt recept alkalmazható: létre kell hozni a kooperáció, a bizalom és a tolerancia hálózatát, mely közelítheti

egymáshoz a két társadalmi csoportot. A többségi társadalom akkor jár el bölcsen, ha megteremti az esélyegyenlőséget a kisebbség számára, bevonva a kisebbséget az érvénye-



5. ábra • A 4. ábra bal sarkának ismétlése az SPT-vonallal együtt (felső ábra,  $\Omega^* = 3$ ), és az ehhez tartozó szegregációs hányados függése a térfogati összetételtől (alsó ábra,  $\Delta H_{COB}^O = 10$ ,  $\Omega^* = 3$ ,  $T^* = 1$ ). Az alsó ábra felső vonala négy részből áll, összhangban a felső ábrával: a bal oldali rész az SPT-vonaltól balra esik, a bal szélső függőleges szaggatott vonal a felületi fázisátalakulással (SPT) kapcsolatos szakadáspont, a középső rész az SPT-vonal és a fáziszétválás határvonala közötti rész, a jobb szélső szaggatott vonal a kétfázisú tartományba extrapolált vonal. Az alsó ábra alsó vízszintes szaggatott vonalát referenciaként tüntettük fel (paraméterek:  $\Delta H_{COB}^O = 10$ ,  $\Omega^* = 0$ ,  $T^* = 1$ , ugyanez a vonal az 1–3. ábrákon is szerepel)

sülés terébe, és nem várja meg, míg „ostromlott szigetetté” válik a növekvő létszámú, frusztrált kisebbség tengerében.

#### A szilárd, polikristályos ötvözetek esete

Eddig a fázist tekintettük rendszernek, és szóhasználatunkban a folyékony oldatok terminológiáját követtük (lásd *felületi feszültség a Mellékletben*). A 2. fejezetben leírt elméletet azonban nemrég kiterjesztettük polikristályos ötvözetek esetére is, amikor a kristályos szemcsék a fázisok (melyek felületén a szegregáció megvalósul), és a rendszer a nagyszámú szilárd szemcse összességéből előálló polikristályos ötvözet (Kaptay, 2016). Amennyiben egy ilyen rendszerben bekövetkezik a szegregációs átalakulás (ami az 5. ábrán látható SPT analógja), akkor a szemcséket néhány nanométer vékonyságú szegregációs réteg fogja elválasztani egymástól, olyan anyagból, amelynek sokkal kisebb a kohéziós energiája, mint a szemcséké (pontosan ezért következett be a szegregáció). Ebben az állapotban az ötvözet mechanikai tulajdonságai jelentősen leromlanak ahhoz az állapothoz képest, amikor a szegregációs átalakulás még nem ment végbe, azaz amikor a fémszemcsék egymáshoz kapcsolódnak, és azokat nem választja el egymástól a kis kohéziójú szegregációs réteg.

Ötvözeteket általában nagy teherbírású, „erős” fémekből gyártanak, melyek közül az egyik legelterjedtebb az acél. Acélból hidakat,

nagynyomású tartályokat és sok minden más építünk, és azt várjuk tőle, hogy álljon ellen mindenféle mechanikai romboló hatásnak, így a híd ne szakadjon le, a tartály pedig ne robbanjon fel stb. Ezen acélok egyik legnagyobb ellensége a foszfor, ami erősen szegregálódik a szemcsehatárokhoz, mivel az acélhoz képest nagyon kicsi a kohéziós energiája. Ha bekövetkezik a szegregációs átalakulás (azaz ha már foszfor-, helyesebben foszfidréteg választja el egymástól az acélszemcséket), akkor hiába vannak a szemcsék erős acélból, ha azokat egymással a gyenge foszfor (foszfid) köti össze, már relatíve kis terhelés hatására is darabjaira szakadhat az egész szerkezet (Mekler 2015).

Félő, hogy hasonló folyamatok mehetnek végbe az emberi társadalmakban is, melyek többségi csoportjai hiába fokozzák jólétüket egy-egy nagyváros „Rózsadombján”, a szegénységbe száműzött kisebbségi csoportoktól elszigetelődve. Az előnyös helyzetű többség és a hátrányos helyzetű, szegregált, kirekesztett kisebbség közötti konfliktuspotenciál hosszú távon az egész társadalom békéjét fenyegeti.

Szerzők köszönettel tartoznak Tóth Gergelynek értő szakmai tanácsaiért.

Kulcsszavak: *szegregáció; fizikai kémia; szociológia; kohézió; hőmérséklet; társadalmi mobilitás; antipátia és szimpátia; vonzás és taszítás*

#### IRODALOM

- Butler, J. A. V. (*John Alfred Valentine*) (1932): The Thermodynamics of the Surfaces of Solutions. *Proceedings of the Royal Society A*. 135, 827, 348–375. DOI: 10.1098/rspa.1932.0040 • <http://tinyurl.com/yaefd5u8>
- Csepeli György (2014): *Szociálpszichológia mindenkiben*. Budapest: Kossuth kiadó, 320–328.
- Gibbs, J. Willard (1875–1878): On the Equilibrium of Heterogeneous Substances. *Transactions of the*

- Connecticut Academy of Arts and Sciences*. 3, 108–248., 343–524. • <http://tinyurl.com/y7oxwef3>
- Hawking, Stephen (1988): *A Brief History of Time*. New York: Bantam Books
- Kaptay György (2005): A Method to Calculate Equilibrium Surface Phase Transition Lines in Monotectic Systems. *Calphad*. 29, 56–67. DOI: 10.1016/j.calphad.2005.04.004 • <http://tinyurl.com/ybafzvpv>
- Kaptay György (2015): On the Partial Surface Tension of Components of a Solution. *Langmuir*. 31, 5796–

5804. DOI: 10.1021/acs.langmuir.5b00217 • <http://tinyurl.com/ydyb77cc>
- Kaptay György (2016): Modeling Equilibrium Grain Boundary Segregation, Grain Boundary Energy and Grain Boundary Segregation Transition by the Extended Butler Equation. *Journal of Materials Science*. 51, 1738–1755. DOI: 10.1007/s10853-015-9533-8 • <http://tinyurl.com/ybfgmg9v>
- Lewis, Oscar (1968): *Sanchez gyermekei*. (ford: Bartos Tibor) Budapest: Euróra Kiadó
- Mekler Csaba – Baranyai Viktor – Dezső András et al. (2015): A szemcsehatár energia, a szemcsehatár-szeg-

- regáció és a szemcsehatár-átalakulás modellezése többkomponensű ötvözetekben. *Bányászati és kohászati lapok. Kohászat*. 148, 3, 43–49.
- Smith, John Maynard – Szathmáry Eörs (1997): *Az evolúció nagy lépései*. (ford. Kustos Ferenc, Müller Viktor, Lengyel Máté) Budapest: Scientia
- Széchenyi István (1830): *Hitel*. Pest: Landerer • <http://mek.oszk.hu/06100/06132/html/index.htm>
- Tóth Gergely – Hajnóczky Tamás – Bozsonyi Károly (2013): A Szegregációs folyamat egy sajátos modellje. In: Bacskák Dániel – Krámer Lili – Szabó Miklós: *Kulcskérdések a társadalomtudományban 2011–2012*. 201–221. • <http://tinyurl.com/y98ftuv5>