

OTDK-dolgozat

2015

A munkaerőpiac egy ágens-alapú modellje

An agent-based model of the labour market

Kézirat lezárása:2014.03.26.

Tartalomjegyzék

1. Absztrakt.....	1
2. Bevezetés	1
3. Ágens-alapú modellezés	3
4. A keresési-párosítási (search and matching) modell.....	5
4.1 Feltevések.....	5
4.2 A modell felépítése.....	5
4.3 A munkakeresők rezervációs bérét befolyásoló tényezők	6
4.4. A munkanélküliség a modellben	6
4.5. A párosítási (matching) függvény és a Nash-alku	7
4.6. A vállalat és az egyensúlyi bér	7
4.7. Az egyensúlyt meghatározó görbék	8
4.8. Az egyensúly szintjét befolyásoló változók hatása az egyensúlyra	10
5. A modell	12
5.1. A munkaadók	12
5.2. A munkavállalók	13
5.3. A munkaviszony és a bér	14
5.4.. Az algoritmus	14
6. A modellbeli egyensúly a különböző paraméter beállítások mellett.....	16
6.1. A paraméterek kezdeti értékei.....	16
6.2. Az induló paraméter értékek melletti lefutás	17
6.3. Az alkuerő paraméter	20
6.4. A munkások memória paramétere.....	21
6.5. A termelékenység.....	23
6.6. A munkanélküli segély.....	24
6.7. Az állás fenntartási költség	25
6.8. A munkások tanulási folyamatának „hatékonysága”	26
6.9. A munkások és a vállalatok tanulási folyamatának egyidejű megváltozása.....	27
6.10. A munkaviszony megszűnésének valószínűsége és az egyensúlyi bér.....	29
7. Továbbfejlesztési lehetőségek.....	30
8. Összefoglalás	31
9. Irodalomjegyzék.....	32
10. Függelék	33

Ábrajegyzék

1. ábra: Az egyensúlyi munkanélküliség és üres álláshely szám meghatározódása a modellben.....	9
2. ábra: A munkások alkupozíciójának romlása, és az endogénváltozók egyensúlyi szintje.....	10
3. ábra: Átlagos foglalkoztatottság minden 10. időszak végén 5000 időszak esetén.....	18
4. ábra: Átlagos bér minden 10. időszak végén 5000 időszak esetén.....	18
5. ábra: A foglalkoztatottság szintje az 1501-2000 időszakokban.....	19
6. ábra: A bérszínvonal az 1501-2000 időszakokban.....	19
7. ábra: A munkások alkuereje és az egyensúlyi foglalkoztatottság.....	20
8. ábra: A munkások alkuereje és az egyensúlyi bér.....	21
9. ábra: A munkások memória paramétere és az egyensúlyi bér.....	22
10. ábra: A munkások memória paramétere és az egyensúlyi foglalkoztatottság.....	22
11. ábra: A termelékenység változása és a foglalkoztatottság.....	23
12. ábra: A termelékenység változása és az egyensúlyi bér.....	24
13. ábra: A munkanélküli segély és az egyensúlyi bér.....	24
14. ábra: A munkanélküli segély és az egyensúlyi foglalkoztatottság.....	25
15. ábra: Az egyensúlyi bér és az állás fenntartási költség.....	25
16. ábra: Az egyensúlyi foglalkoztatottság és az állás fenntartási költség.....	26
17. ábra: A munkások tanulási folyamatának hatékonysága és az egyensúlyi bér.....	27
18. ábra: A munkások tanulási folyamatának hatékonysága és a foglalkoztatottság.....	27
19. ábra: A tanulási folyamatok és az egyensúlyi foglalkoztatottság.....	28
20. ábra: A tanulási folyamatok és az egyensúlyi bér.....	28
21. ábra: A szeparálási valószínűség és az egyensúlyi foglalkoztatottság.....	29
22. ábra: A szeparálási valószínűség és az egyensúlyi bér.....	29

1. Absztrakt

A munkanélküliség léte a modern piacgazdaság működésének egyik negatív velejárója, és így a modernkor egyik legfontosabb társadalmi problémája is. A téma aktualitását részben az adja, hogy a mostani pénzügyi és gazdasági válság során a világban 10-20 éve nem látott méreteket öltött a munkanélküliség. A hagyományos közgazdasági gondolkodás rendszerint számos erős feltevessel él a piaci szereplőkkel kapcsolatban melynek realitása sokszor megkérdőjelezhető, de megkönnyíti a modellbeli egyensúly kiszámítását. Ilyen feltevés többek között a szereplők tökéletes racionalitása, valamint a tökéletes informáltság és információáramlás. Ezekkel modellekkel szemben az ágens-alapú modellekben a szereplők (ágensek) nem ismerik a teljes modellt, csak egy kisebb részét, így a döntési helyzetekben nem az optimális viselkedést számítják ki, hanem egyszerűbb szabályok alapján döntenek. Mivel a munkaerőpiacra sem jellemző a tökéletes informáltság és racionalitás, így ennek a piacnak az elemzésére is alkalmas lehet egy megfelelően megválasztott ágens-alapú modell, ezért dolgozatomban a keresési-párosítási modell egy ágens-alapú változatát fogom bemutatni és elemezni az eredményeit az alapmodellel összehasonlítva. Az így kialakított modellel a munkapiaccal kapcsolatos gazdaságpolitikai beavatkozások (pl.: munkanélküli segély emelés) hatásait is elemzem. Általánosságban megállapítható, hogy a szimulált adatokból levont következtetések konzisztensek az alapmodell eredményeivel, de az ágens-alapú szemléletnek köszönhetően az így kialakított modellel új kérdéseket is vizsgálhatunk.

2. Bevezetés

A munkanélküliség léte a modern piacgazdaság működésének egyik negatív velejárója, és így a modernkor egyik legfontosabb társadalmi problémája. Természetesen ennek mértéke korszakonként eltérő. A második világháború utáni fellendülés időszakában szinte csak minimálisan jelent meg, míg a nagy világgazdasági válság során elképesztő méreteket öltött. A téma aktualitását részben az is adja, hogy a mostani pénzügyi és gazdasági válság során a világban 10-20 éve nem látott méreteket öltött a munkanélküliség, a dél-európai (spanyol, görög) fiatalok körében például több mint 50% a munkanélküliek aránya.

A munkanélküliség időben volatiliszen változik. Noha jelenleg már enyhül a válság, a munkanélküliség még mindig nem kezdett el drasztikusan csökkenni. Ennek legfőbb oka Daly és szerzőtársai [2011] szerint a segélyek növelése, de a munkakeresők és –kínálók találkozási valószínűségét rontó tényezők erősödése is szerepet játszott benne más egyéb tényezők mellett.

Munkanélkülinek jellemzően azokat az embereket nevezzük, akik aktívak, tehát munkaképes korúak és nem tanulnak, nincsenek szülési vagy beteg szabadságon, és dolgozni szeretnének, de nem találnak maguknak munkát. Természetesen munkanélküliből is sokféle van. Vannak olyanok, akiknek szinte esélyük sincs állást találni, mivel például olyan településen élnek, ahol nincs foglalkoztató és 100%-os a munkanélküliség. Vannak olyanok, akik teljesen megfelelő képességekkel, képzettséggel, lakhellyel rendelkeznek, csak éppen pont a felmérés időszakában munkanélküliek, mert éppen nem találtak maguknak megfelelő állást. A munkanélküliség ez utóbbi fajtájának modellezésére találták ki a keresési-párosítási (search and matching) modellt. (A modell a munkanélküliek és a foglalkoztatottak közötti áramlásokat vizsgálja.) A modell alkalmazhatóságát bizonyítja, hogy azok az intézkedések, amelyekkel a kormányok beavatkoznak a munkaerőpiacra elsősorban ez utóbbi a fajta munkanélküliséget befolyásolják (kivételek itt is vannak pl.: segélyezették körének felülvizsgálata).

A hagyományos közgazdasági gondolkodás rendszerint számos erős feltevessel él a piaci szereplőkkel kapcsolatban melynek realitása viszont sokszor megkérdőjelezhető, de megkönnyíti a modellbeli egyensúly kiszámítását. Ilyen feltevés a szereplők tökéletes

racionalitása, a tökéletes informáltság és információáramlás, valamint a nem egyensúlyi tranzakciók létét kizáró walrasi árverező jelenléte. Ezeken a feltételeken kívül még a szereplők homogenitását és az ár és mennyiségi alkalmazkodás szétválasztását is fel szokták tenni. (Hau és szerzőtársai [2012])

Ezekkel a felülről lefele építkező (top-down) modellekkel szemben az ágens-alapú modellek alulról építkeznek (bottom-up). A szereplők (ágensek) nem ismerik a teljes modellt, csak egy kisebb részét, így a döntési helyzetekben nem az optimális viselkedést kiszámítják ki, hanem egyszerűbb döntési szabályok alapján döntenek. (De Grauwe [2010])

Mivel a munkaerőpiacra sem jellemző a tökéletes informáltság és racionalitás, így ennek a piacnak az elemzésére is alkalmas lehet egy megfelelően megválasztott ágens-alapú modell, ezért dolgozatom záró részében egy ágens-alapú munkaerő piaci modellt fogok bemutatni és elemezni az eredményeit az alapmodellel összehasonlítva. Az így kialakított modellel a munkapiacra kapcsolatos gazdaságpolitikai beavatkozások (pl.: munkanélküli segély emelés) hatásait is elemzem majd.

3. Ágens-alapú modellezés

Az ágens-alapú modellek számítógépes szimuláción alapulnak, nem a modellfeltevésekből vezetik le az egyensúly feltételeit és az egyensúlyt meghatározó egyenleteket, hanem számítógép segítségével kiszámítják a modell végeredményét, ami viszont függhet attól, hogy az adott futtatás során milyen értékeket vesznek fel az egyes valószínűségi változók. Így a modellt többször kell futatnunk, hogy kapott eredmények kevésbé függhenek a valószínűségi változók egy-egy futtatás során felvett értékétől. Noha így végeredményként nem az adott feltételekből mindig következő egyenletrendszert kapunk, de megfigyelhetjük a heterogén szereplők viselkedését és interakcióját.

A modellcsalád alapfogalma az ágens, ami valamilyen egyéni, vagy szervezeti döntéshozót jelent, így lehet fogyasztó, vállalat, párt vagy akár egy ragadozó is egy biológiai modellben. Macal-North [2010] szerint a következő tulajdonságokkal kell rendelkeznie:

- ❖ *azonosítható*, azaz van valamilyen határa, ami alapján megkülönböztethető a többi ágenstől, illetve ami alapján bármiről el lehet dönteni, hogy része-e az adott ágensnek, vagy sem
- ❖ *autonóm*, azaz képes önállóan döntést hozni bizonyos meghatározott szituációkban, viselkedési formái vannak, amit az állapotuk határoz meg
- ❖ *állapota van*, amit egy meghatározott változó csoport értékei definiálnak
- ❖ *szociális*, azaz képes kapcsolatba lépni a többi ágenssel, és reagálni a környezet változásaira, képes kommunikálni a többi ágenssel, valamint felismerni a jellemző tulajdonságaikat

Ezen kívül rendelkezhetnek a következő tulajdonságokkal is (Macal-North [2010]):

- ❖ *alkalmazkodó képesek*, azaz képesek lehetnek módosítani a viselkedésüket a múltbéli tapasztalataik alapján (ha van memóriájuk)
- ❖ *célorientáltak*, azaz lehetnek céljaik, amiknek az elérésére törekednek, aminek függvényében a viselkedésüket optimalizálhatják

- ❖ *heterogének*, az ágensek akár nagymértékben is különbözhetnek egymástól, így reprezentálva az adott sokaságot

Az ágens-alapú modellek elemei Macal-North [2010] alapján:

- ❖ az ágensek, valamint a tulajdonságaik és a viselkedésük
- ❖ az ágensek kapcsolatai és interakciói
- ❖ az ágensek környezete, valamint a környezettel való interakció módjai

Az ágens-alapú modellek diszkrét idővel gondolkoznak, mivel folytonos időben lehetetlen számítógéppel modellezni, egy periódusnak jellemzően az algoritmus egyszeri lefutását szokták venni.

Egy ágens-alapú modell felépítése során Macal-North [2010] alapján a következő kérdésekre érdemes válaszolnunk, hogy eljussunk egy kiinduló modell tervezetéig:

1. Milyen probléma megoldását segíti elő a modell? Az ágens-alapú megközelítés milyen hozzáadott értéket jelent más elemzési módszerekhez képest?
2. Milyen ágensek szerepelnek a modellben? Kik a döntéshozók? Milyen egységek rendelkeznek viselkedéssel? Milyen változók számíthatók ki endogénen az ágensek által?
3. Milyen az ágensek környezete? Kivel lépnek interakcióba? Fontos-e a mozgásuk?
4. Milyen döntéseket hoznak, milyen akciókat léphetnek meg? Milyen viselkedésmintákat követhetnek?
5. Interakcióba lépnek-e egymással az ágensek?
6. Honnan nyerünk adatokat az ágensek viselkedésére vonatkozóan?
7. Hogyan értékeljük a modellt?

4. A keresési-párosítási (search and matching) modell

A modellt Mortensen-Pissarides [1994] egy egyszerűsített változata alapján mutatom be, amelyben a termelékenység változatlan és minden állásra azonos értéket vesz fel, illetve a bér egy Nash-alku folyamat során alakul ki.

4.1 Feltevések

A modell alapfeltevései a következők:

- ❖ A munkavállalók kockázat semlegesek
- ❖ Két tevékenység közül választhatnak: az adott és állandó intenzitású munkakeresés és az örökké tartó munka, ami közben nincs keresés
- ❖ A munkavállalók hasznossága megegyezik a kapott jövedelemmel
- ❖ A vállalatok egyformák és időben állandó eloszlást követ a bérájánlatuk (w), amit a munkavállalók ismernek (ezt az eloszlást jelöljük $H(w)$ eloszlásfüggvénnyel)
- ❖ Munkanélküliség esetén adott összegű segélyben részesül a munkavállaló (z)

4.2 A modell felépítése

A modell első alapkérdése az, hogy mikor fogadja el a bérájánlatot a munkavállaló. Mivel a munkakereső nem ismeri a munkabérájánlatokat, csak az eloszlásukat, így a jövedelme jelenértékének várható értékét szeretné maximalizálni. Ha a felajánlott bér a segély és a további kereséssel várható egy időszaki nyereség összege, akkor mindegy neki, hogy elfogadja-e az ajánlatot vagy sem. Ha viszont ennél nagyobb bért ajánlanak neki, azt biztosan elfogadja, a kisebbet viszont biztosan elutasítja. Így ezt az összeget rezervációs bérnek (w_r) is nevezhetjük.

A dolgozók hasznossága a kapott munkabérük jelenértéke, míg a munkanélkülieké a segélyük plusz a kereséssel várható nyereség. Ezek alapján felírhatjuk az állapot egyenleteiket (r -rel jelölve a kamatot):

$$E(w) = \frac{w}{r}, \quad U = \frac{1}{1+r} * (z + \int_0^{\infty} \max\{U, E(w)\} dH(w))$$

Ebből a két egyenletből pedig kifejezhetjük a rezervációs bért, mivel aki ilyen bér mellett dolgozik, annak a hasznossága éppen a munkanélküliek hasznosságával egyezik meg. Ha a modellt úgy módosítjuk, hogy a munkakereső munkavállalók és a munkakínáló vállalatok csak egy bizonyos valószínűséggel találkoznak (λ), illetve a munka nem örökké

tart, hanem bizonyos valószínűséggel megszűnik egy állás az adott periódusban (δ) akkor az összeg második tagja, a keresésből várható haszon értéke változik (illetve a munkaviszony megszűnésének esélye a dolgozás értékét is megváltoztatja):

$$r * E(w) = w + \delta[U - E(w)], \quad w_r = z + \frac{\lambda}{r+\delta} * (\int_{w_r}^{\infty} (w - w_r) dH(w))$$

4.3 A munkakeresők rezervációs bérét befolyásoló tényezők

Összességében véve megállapíthatjuk, hogy a rezervációs bér akkor nő ($w_r \uparrow$), ha:

- ❖ Nagyobb valószínűséggel találkoznak a munkakeresők és kínálók ($\lambda \uparrow$)
- ❖ Csökken egy állás megszűnésének a veszélye ($\delta \downarrow$), mivel ha hosszabb időre szól egy bérajánlat, akkor a bérnek nagyobb mértékben kell meghaladnia a munkanélküli segélyt ahhoz, hogy elfogadja a munkakereső.
- ❖ Ha csökken a kamat ($r \downarrow$), mivel ekkor az örökjáradék értéke nő, hiszen a diszkontfaktorok nőnek, és a későbbi időszakok nagyobb súllyal esnek latba, és így jobban számít, hogy nagyobb jövedelmet kapjon
- ❖ Ha nő a munkanélküli segély értéke ($z \uparrow$) (növeli a munkanélküli állapot/munkakeresés értékét)

Ezek az eredmények az empirikus megfigyeléseinkkel és a várakozásainkkal is konzisztensek.

4.4. A munkanélküliség a modellben

Annak az esélye, hogy valaki munkanélküliből (u) foglalkoztatott (e) lesz, egyenlő a találkozási valószínűség és annak a valószínűségnek szorzatával, hogy a rezervációs bérnél nagyobb bért ajánlanak fel.

$$P(u \rightarrow e) = \lambda * (1 - H(w_r))$$

A munkanélküliek számának változása egyenlő a munkanélkülivé válók számának (dolgozók és éppen megszűnik a munkájuk) és a foglalkoztatottá válók (munkanélküliek, akik találkoznak egy munkaadóval, és a rezervációs bérüknél magasabb bérajánlatot kapnak tőle) számának különbségével. A rendszer akkor van egyensúlyban, ha ez a különbség 0, azaz e két csoportba tartozók száma megegyezik. Így egy egyenletet kapunk, amiből ki tudjuk fejezni a munkanélküliek egyensúlyi arányát.

$$u = \frac{\delta}{\delta + \lambda * (1 - H(w_r))}$$

Ez az arány akkor nő, ha nő a rezervációs bér, vagy csökken a találkozási valószínűség, vagy nő egy állás megszűnésének valószínűsége. Ezek a megállapítások is megfelelnek előzetes intuícióinknak.

4.5. A párosítási (matching) függvény és a Nash-alku

Az így kapott modellünket két változtatás bevezetésével fejleszthetjük tovább. Egyrészt a vállalatok és a munkakeresők ne egy fix valószínűséggel találkozzanak, hanem egy párosítási (matching) függvény adja meg a párosítások számát, méghozzá az üres álláshelyek (v) és a munkanélküliek számának (u) függvényében ($m(u,v)$). Valamint, ha már találkoztak, akkor a bér egy Nash-alku folyamat során alakuljon ki, és ne a vállalat bér ajánlata határozza meg a szintjét.

A párosítási függvény folytonos, nem negatív és mindkét változójában konkáv. Valamint $m(0,v)=m(u,0)=0$. Mivel még a függvény állandó mérethozadékúságát is feltesszük, így az üres álláshely betöltésének, valamint egy munkakereső állástalálásának valószínűsége is kifejezhető a feszességi paraméter (u/v) reciprokának bevezetésével ($\theta=v/u$).

$$P(\text{üres álláshelyet betöltenek}) = \frac{m(u,v)}{v} = m\left(\frac{u}{v}, 1\right) = q(\theta)$$

$$P(\text{egy munkakereső állástalál}) = \frac{m(u,v)}{u} = \frac{m(u,v)}{v} \cdot \frac{v}{u} = m\left(\frac{u}{v}, 1\right) \cdot \theta = q(\theta) \cdot \theta$$

Így a számunkra legfontosabb valószínűségeket kifejeztük egy egyváltozós függvény segítségével ($q(\theta)$). A szakirodalomban gyakori a $q(\theta) = A \cdot \theta^\alpha$ típusú függvény feltételezése.

A munkabér egy Nash-alku folyamat során alakul ki:

$$w = \operatorname{argmax} ([E(w) - U]^\beta \cdot [J(w) - V]^{1-\beta})$$

Ahol $J(w)$ egy w bér mellett betöltött állás értéke a cég számára, míg V egy üres állás hely értéke. $0 < \beta < 1$ pedig az exogén alkuerő paraméter. Mivel $E(w) - U > 0$, $J(w) - V > 0$ és az $\ln$ függvény szigorúan monoton nő, tehát a maximum helyet nem változtatja meg, így a fenti egyenletet logaritmálva, majd deriválva a következő egyenletet kapjuk a kialakult bérre:

$$\beta \cdot [J(w) - V] \cdot J'(w) = -(1-\beta) \cdot [E(w) - U] \cdot E'(w) \quad (1)$$

4.6. A vállalat és az egyensúlyi bér

A vállalatra vonatkozóan a következő feltevésekkel élünk:

- ❖ csak 1 alkalmazottja lehet

- ❖ p terméket állít elő, ha termel
- ❖ a bérköltségen kívül (w) más költsége nincs

Így felírhatjuk a betöltött álláshelyből származó egy időszaki hasznot:

$$r * J(w) = p - w + \delta * (V - J(w))$$

Mivel az üres állás helyek piacára szabad a belépés, és az állásteremtés költsége 0, így $V=0$, amiből:

$$J(w) = \frac{p - w}{r + \delta}, \quad J'(w) = \frac{-1}{r + \delta}$$

Hasonlóan:

$$r * E(w) = w + \delta * (U - E(w))$$

$$E(w) = \frac{w - r * U}{r + \delta} + U, \quad E'(w) = \frac{1}{r + \delta}$$

A két derivált egyenletét összevetve láthatjuk, hogy az összegük 0, ami nem is túl meglepő, hiszen az alku során a megtermelt értéket osztják el, így amit magasabb bér esetén a munkás nyer, azt a cég veszíti el. Ha a most kapott egyenleteket behelyettesítjük az (1) egyenletbe, akkor a következő egyenlethez jutunk:

$$w = \beta * p + (1 - \beta) * r * U \quad (2)$$

Amiből látszik, hogyha a munkás alkuereje a döntő ($\beta = 1$), akkor a bér a megtermelt termék értéke lesz, míg, ha a cég dönt ($\beta = 0$), akkor a bér a munkanélküli állapotból megszerezhető haszon lesz, mivel ez az a minimális összeg, ami mellett a munkavállalónak még megéri dolgozni.

4.7. Az egyensúlyt meghatározó görbék

Ha feltesszük, hogy a cégek számára az üres álláshelyek fenntartása is valamilyen konstans költséggel jár (c), például a hirdetési költségek miatt, akkor:

$$r * V = -c + q(\theta) * [J(w) - V]$$

Ahonnán a $V=0$ azonosság miatt szintén kapunk egy értéket $J(w)$ -re, aminek egyenlőnek kell lennie a korábban kapottal:

$$J(w) = \frac{p - w}{r + \delta} = \frac{c}{q(\theta)}$$

Ez a fenti egyenlőség az állásteremtési görbe (Job creation curve) (JC), mivel meghatározza, hogy milyen feszességi paraméter esetén milyen bért kínálnak a vállalatok.

A munkanélküliség egy időszaki hasznából, valamint az 1) egyenletből, a $V=0$ -ból és a $-J'(w) = E'(w)$ -ből a következő egyenlethez juthatunk:

$$r \cdot U = z + \theta \cdot \frac{\beta}{1-\beta} \cdot c$$

Ezt a bér (2) egyenletbe beírva:

$$w = \beta \cdot p + (1-\beta) \cdot z + \beta \cdot c \cdot \theta$$

Amit bér görbének (wage curve) (WC) is hívunk, mivel meghatározza, hogy milyen feszesség esetén milyen bért fogadnak el a munkakeresők.

Az állásteremtési és bér görbék meghatározzák, az egyensúlyi bért és az egyensúlyi feszességet. Az egyensúlyi feszesség viszont számtalan u és v esetén előállhat, így maga is meghatároz egy görbét (JC+WC). (1. ábra)

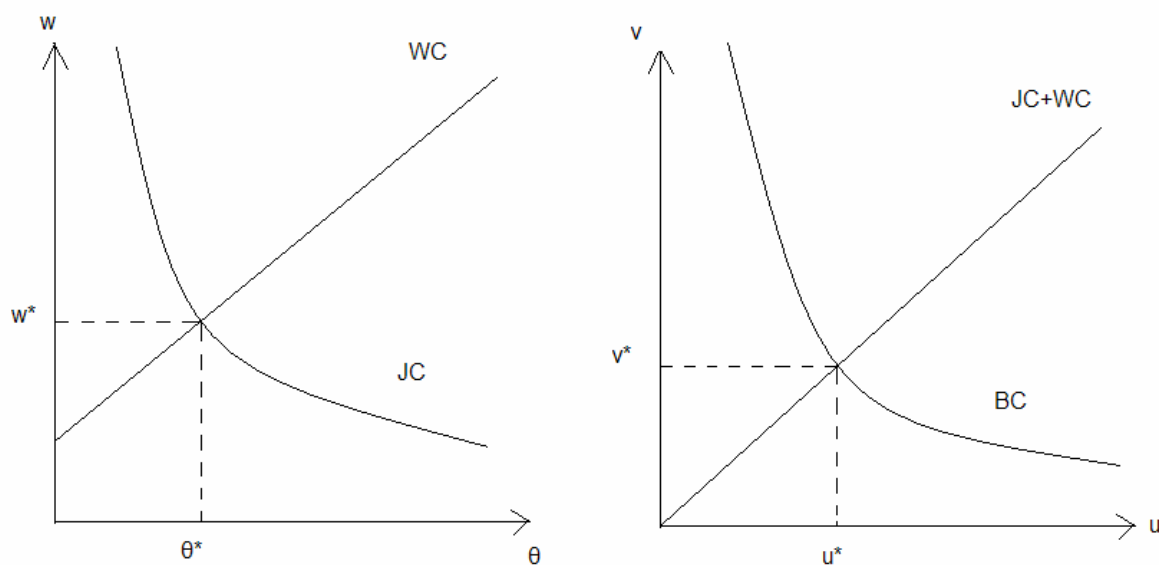
Egyensúly esetén a munkanélküliek száma nem változik, így pontosan ugyanannyian lesznek munkanélküliből foglalkoztatottá, mint foglalkoztatottból munkanélkülivé:

$$\delta \cdot (1-u) = \theta \cdot q(\theta) \cdot u$$

Ahonnán megkapjuk a Beveridge-görbét (BC):

$$u = \frac{\delta}{\delta + \theta \cdot q(\theta)}$$

Világos, hogy a Beveridge-görbe is u , v párokat határoz meg, így a JC+WC-vel együtt meghatározza az egyensúlyi munkanélküliséget és üres álláshely számot. (1. ábra)



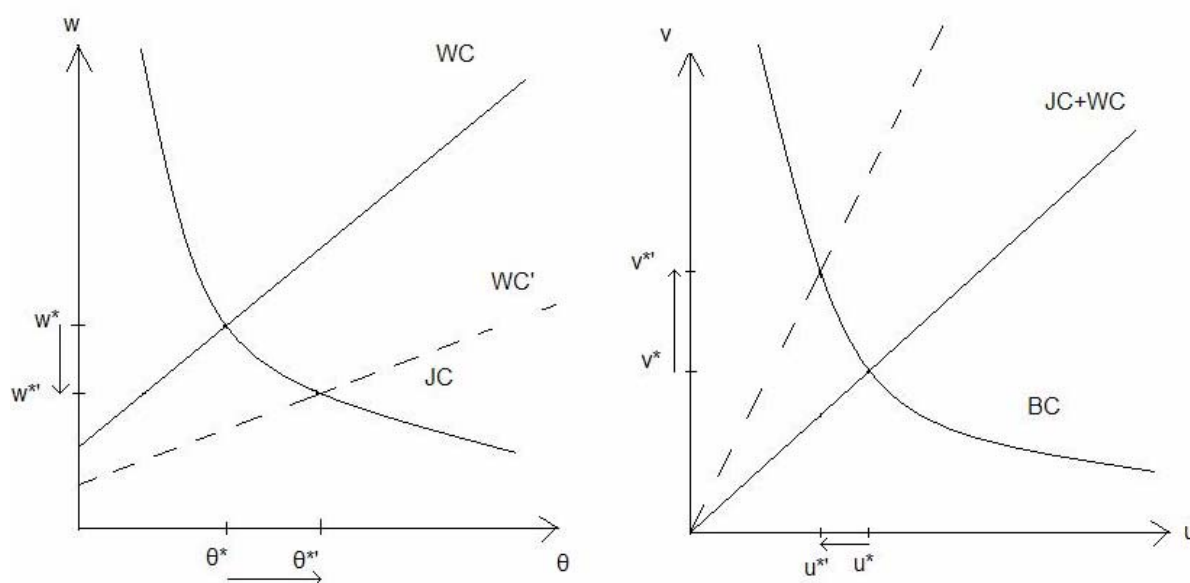
1. ábra: Az egyensúlyi munkanélküliség és üres álláshely szám meghatározódása a modellben

Kérdés, hogy az így kapott egyensúly Pareto-hatékony-e? Nos, ha $\eta(\theta)$ -val jelöljük a matching függvény rugalmasságát, akkor csak abban az esetben, ha $\beta = \eta(\theta)$. $\beta > \eta(\theta)$ esetén túl sok, míg $\beta < \eta(\theta)$ túl kevés munkanélküli lesz.

4.8. Az egyensúly szintjét befolyásoló változók hatása az egyensúlyra

A paraméterek változásának hatása a különböző változók egyensúlyi szintjére:

- ❖ Ha csökken a munkások alkuereje ($\beta \downarrow$) az a bér görbét lefele tolja és a meredekségét is csökkenti, míg az állásteremtési görbét nem változtatja meg, így csökken az egyensúlyi bér ($w \downarrow$) és nő a feszesség reciproka ($\theta \uparrow$), ami miatt $JC+WC$ meredeksége nő, és így a munkanélküliség csökken ($u \downarrow$), az üres álláshelyek száma viszont nő ($v \uparrow$) (2.ábra)
- ❖ Ha nő az állások megszűnésének valószínűsége ($\delta \uparrow$), akkor az állásteremtési görbe lefele tolódik, így egyensúlyban a bér ($w \downarrow$) csökken és a feszesség reciproka is ($\theta \downarrow$), ami miatt a $JC+WC$ meredeksége csökken, és mivel a BC is lefele tolódik, így az üres álláshelyek száma csökken ($v \downarrow$), míg a munkanélküliség nő ($u \uparrow$)
- ❖ Ha nő a segély értéke ($z \uparrow$), akkor a bér görbe felfele tolódik, és így csökken a feszesség reciproka ($\theta \downarrow$), a bér nő ($w \uparrow$). E miatt a munkanélküliség nő ($u \uparrow$), az üres álláshelyek száma viszont csökken ($v \downarrow$).
- ❖ Ha a termelékenység nő ($p \uparrow$), akkor a bér görbe és az állásteremtési görbe is felfele tolódik, de a JC jobban, ami miatt a feszesség reciproka ($\theta \uparrow$) és a bér is nő ($w \uparrow$), és a munkanélküliség csökken ($u \downarrow$)



2. ábra: A munkások alkupozíciójának romlása, és az endogénváltozók egyensúlyi szintje

Érdekes megfigyelés, hogy noha a második világháború óta a termelékenység drasztikusan nőtt, a munkanélküliség, noha nem is hasonló mértékben, de mindenképpen jelentősen nőtt. E közben a többi paraméter is megváltozott. A munkások alkuereje a szakszervezetek megszűnésével, a párosítás hatékonysága a növekvő szakosodás miatt csökkent. Természetesen az összeget tekintve nőtt a segély és az alkalmazottak keresésének költsége is.

5. A modell

A munkaerőpiac elemzésére kialakított modellemmel alapvetően a munkanélküliség mértékét és az egyensúlyi bérszintet vizsgáltam. A modell felépítése során a leglényegesebb összefüggések szerepeltetésére, és az alapvető viselkedési összefüggések elemzésére törekedtem, nem pedig a munkaadói és munkavállalói viselkedés összes jellemzőjének feltárására, mivel ez utóbbi nem is lehetséges.

A modellel elsősorban azt vizsgáltam, hogy a különböző külső tényezők, például a termelékenység változása vagy az egyes kormányzati intézkedések hogyan hatnak a munkanélküliség és a bér egyensúlyi szintjére illetve volatilitására. A különböző munkavállalókat egyenlőnek tekintettem függetlenül a vagyonuktól vagy a termelékenységüktől, és azt sem vettem figyelembe, hogy a munkanélküliségük hogyan hat az állami költségvetésre. Egy további egyszerűsítéssel csak egyféle munkát szerepeltettem a modellben, azaz mindegyik vállalat ugyanazt várja el a munkásaitól, amit mindegyik munkás teljesíteni is tud, bár különböző hatékonysággal. Ha egy aktív, de munkás nélküli vállalat és egy munkakereső találkozik, akkor a munkaviszony létrejöttének egyetlen feltétele, hogy a vállalat bérajánlata magasabb legyen, mint a munkás rezervációs bére. A szimulációk futtatására a NetLogo 5.0.4 programot használtam.

5.1. A munkaadók

A vállalatok a mezőknek felelnek meg, amelyeken a munkavállalók mozognak, míg ők maguk nem képesek mozogni. Lehetnek inaktívak, ekkor nincsen üres álláshelyük, vagy aktívak ekkor kínálnak munkát, és egy konstans állásfenntartási költséget fizetnek. Ha aktív, akkor vagy nem foglalkoztat senkit, azaz nem működő, ekkor veszteséges, profitja az állásfenntartási költség mínusz egyszerese, vagy pedig működő, ekkor a profitja a munkása által megtermelt érték mínusz az állásfenntartási költség és a bér. A hasznosságszintje a jelenlegi profitjának és a korábbi hasznosságának a súlyozott átlaga.

$$up_{t+1} = ((1 - \lambda) * up_t * pt + \lambda * \pi) / (pt + 1)$$

Ahol up_t a hasznossága, pt ideje nem változtatta meg a bérajánlatát, és a λ paraméter szerint súlyozza a jelenlegi és a korábbi profitjait. Az inaktív és a nem működő vállalat egy

bizonyos valószínűséggel megfigyeli a környezetében lévő összes többi vállalatot és a következő valószínűség szerint veheti át egy adott vállalat bérajánlatát:

$$P(\text{átveszi az adott vállalat bérajánlatát}) = \frac{\exp(\frac{up^k}{pr})}{\sum \exp(\frac{up}{pr})}$$

Ahol up^k az éppen megfigyelt vállalat hasznossága, a pr paraméter határozza meg, hogy mennyire véletlenszerűen vagy a nagyobb hasznosságú vállalatoktól tanulva vált bérajánlatot. A $\sum \exp(\frac{up}{pr})$ pedig az összes adott távolságon belül lévő vállalat hasznosságát összegzi a pr paraméter és az exponenciális függvény segítségével. Valamint a bérajánlata egy kis valószínűséggel a szomszédjaitól függetlenül is megváltozhat, méghozzá úgy, hogy beszorzódik, egy egytől picit eltérő számmal (ez annak a megakadályozását szolgálja, hogy a modell beragadjon egy lokális egyensúlyi helyzetbe). Ha egy vállalat stratégiát vált, akkor a hasznosságát újra 0-ról kezdi el számítani, illetve a pt paramétere is 1-re állítódik vissza.

Ha egy vállalat veszteséges, akkor inaktívvá válik, míg ha egy inaktív vállalat szomszédjai összességében nyereségesek, akkor aktívvá válik. Az inaktív vállalatok a szomszédjaiktól függetlenül véletlenszerűen is aktívvá válhatnak.

5.2. A munkavállalók

A munkavállalók mozognak a mezők felett. Lehetnek munkanélküliek, vagy dolgozók. Ha dolgozók, akkor a jövedelmük a bérük, míg ha munkanélküliek, akkor a segélyük. A hasznosságukat a vállalatokhoz hasonlóan számítják:

$$u_{t+1} = ((1 - \lambda d) * u_t * t + \lambda d * j\ddot{o}v) / (t + 1)$$

Ahol u_t az adott időszak hasznosság, $j\ddot{o}v$ az adott időszak jövedelem, t időszak telt el a rezervációs bér utolsó megváltoztatása óta, és a λd paraméter szerint súlyozza a jelenlegi és a korábbi jövedelmeit.

A munkanélküliek egy bizonyos valószínűséggel megfigyelik a környezetükben lévő összes többi munkavállalót és az alábbi valószínűség szerint vehetik át egy adott munkavállaló rezervációs bérét:

$$P(\text{átveszi az adott munkavállaló rezervációs bérét}) = \frac{\exp(\frac{u^k}{r})}{\sum \exp(\frac{u^k}{r})}$$

Ahol u^k az éppen megfigyelt munkavállaló hasznossága, az r paraméter határozza meg, hogy mennyire véletlenszerűen vagy a hatékonyabb munkavállalóktól tanulva vált bér ajánlatot. $\sum \exp(\frac{u^k}{r})$ pedig az összes adott távolságon belül lévő munkavállaló hasznosságát összegzi az r paraméter és az exponenciális függvény segítségével. Ha egy munkavállaló stratégiát vált, akkor a hasznosságát újra 0-ról kezdi el számítani, illetve a t paraméter értéke is 1-re állítódik.

5.3. A munkaviszony és a bér

Ha egy munkanélküli munkás egy aktív, de nem működő vállalathoz ért, és a munkás rezervációs bére kisebb, mint a vállalat bér ajánlata, akkor létrejön a munkaviszony, egy a rezervációs bér és a bér ajánlat közti béren, amelynek mértékét az alkuerő paraméter határozza meg.

$$w = (1 - \beta) * wc + \beta * wd$$

Ahol w a jövőbeni bér, β az alkuerő paraméter, wc a vállalat bér ajánlata és wd a munkás rezervációs bére.

A bér meghatározódása mellett a munkaviszony létrejöttékor meghatározódik a termelékenység is, ami a bérrel és az állásfenntartási költséggel együtt meghatározza a vállalat profitját. Ha a vállalat veszteséges lesz, azaz negatív a profitja, akkor a következő periódusban megszűnik a munkaviszony.

5.4.. Az algoritmus

A modell diszkrét idővel dolgozik, egy periódusnak az algoritmus egyszeri lefutása számít. Az algoritmus első lefutása előtt meghatározza a munkások kezdeti elhelyezkedését, valamint azt hogy a vállalatok aktívként vagy inaktívként kezdik-e az első periódust, illetve a kezdeti bér ajánlatokat és rezervációs béreket.

Egy periódusban a következő lépések zajlanak le:

1. véletlen szeparáció (egy bizonyos valószínűséggel egy dolgozó munkavállaló és egy működő vállalat közti munkaviszony megszűnhet, és a munkavállaló munkanélkülivé, a cég pedig inaktívvá válhat)
2. a veszteséges cégek inaktívvá válnak (ha volt munkásuk, akkor az munkanélküli lesz)
3. Ha egy inaktív vállalat szomszédjai összességében nyereségesek, akkor aktívvá válik
4. A még nem aktiválódott inaktív vállalatok véletlenszerűen aktívvá válhatnak
5. Az inaktív és nem működő vállalatok a szomszédjaikat megfigyelve egy a szomszédjaik hasznosságától függő valószínűség szerint, vagy véletlenszerűen megváltoztathatják a bérajánlatukat
6. A munkanélküli munkavállalók egy a szomszédjaik hasznosságától függő valószínűség szerint megváltoztathatják a bérajánlatukat
7. A munkanélküli munkások véletlenszerűen mozognak
8. Ha egy munkanélküli munkás egy aktív, de nem működő vállalathoz ért és a munkás rezervációs bére kisebb, mint a vállalat bérajánlata, akkor létrejön a munkaviszony és a bér
9. A profitok és a bérek alapján újraszámítódnak a hasznosságok

6. A modellbeli egyensúly a különböző paraméter beállítások mellett

6.1. A paraméterek kezdeti értékei

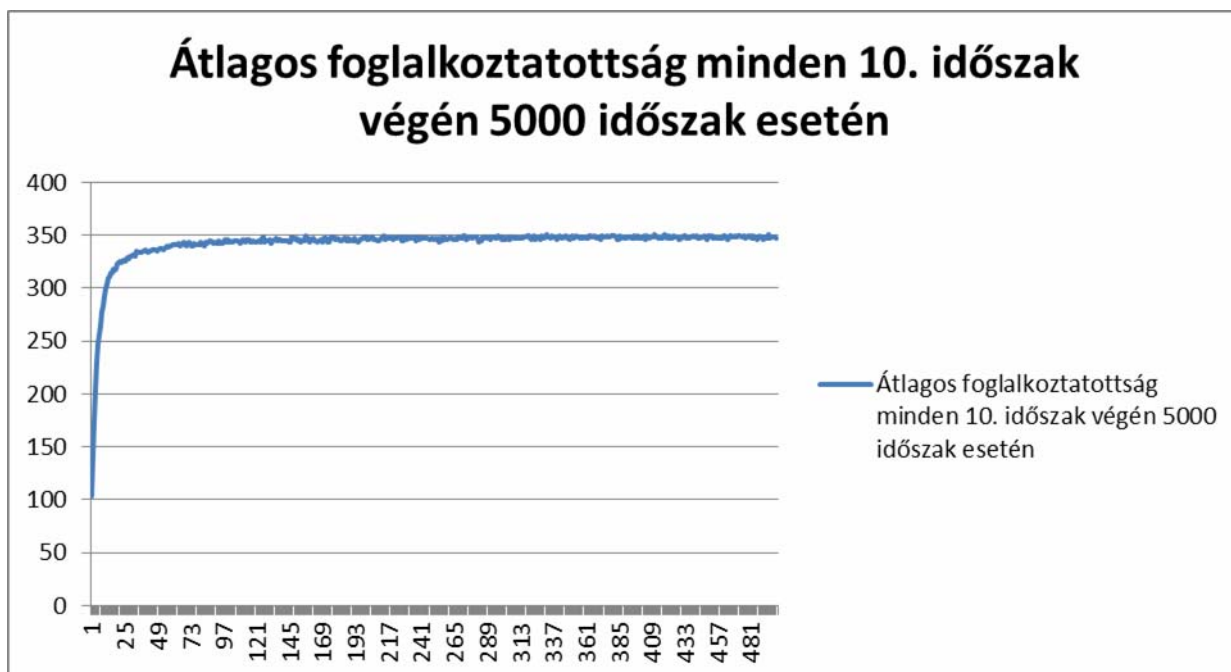
A modellt negyvenszer futattam le az egyes paraméter beállításokkal, 2000 időszakon keresztül, majd minden időszakra a negyven lefutás átlagát vettem. Az egyes paraméterek megváltoztatásának a hatását az egyensúlyra a többi paraméter változatlansága mellett fogom vizsgálni (azaz a ceteris paribus változásokat elemzem majd). Az első lefutás során a következő paraméter értékeket állítottam be:

Változó	Név	Kezdeti érték
A munkavállalók száma	-	400
A munkások stratégiaváltásának „hatékonyságát” befolyásoló paraméter	r	3
Mekkora valószínűséggel figyel meg egy munkás a szomszédjait egy adott periódusban	-	0,1
A vállalatok stratégiaváltásának „hatékonyságát” befolyásoló paraméter	pr	3
Mekkora valószínűséggel figyel meg egy vállalat a szomszédjait egy adott periódusban	-	0,1
Hogyan értékeli a jelenbeli jövedelmeit a múltbeliekhez képest egy munkás	lambda	0,6
Hogyan értékeli a jelenbeli jövedelmeit a múltbeliekhez képest egy vállalat	lam	0,8
A munkások alkuereje a	beta	0,4

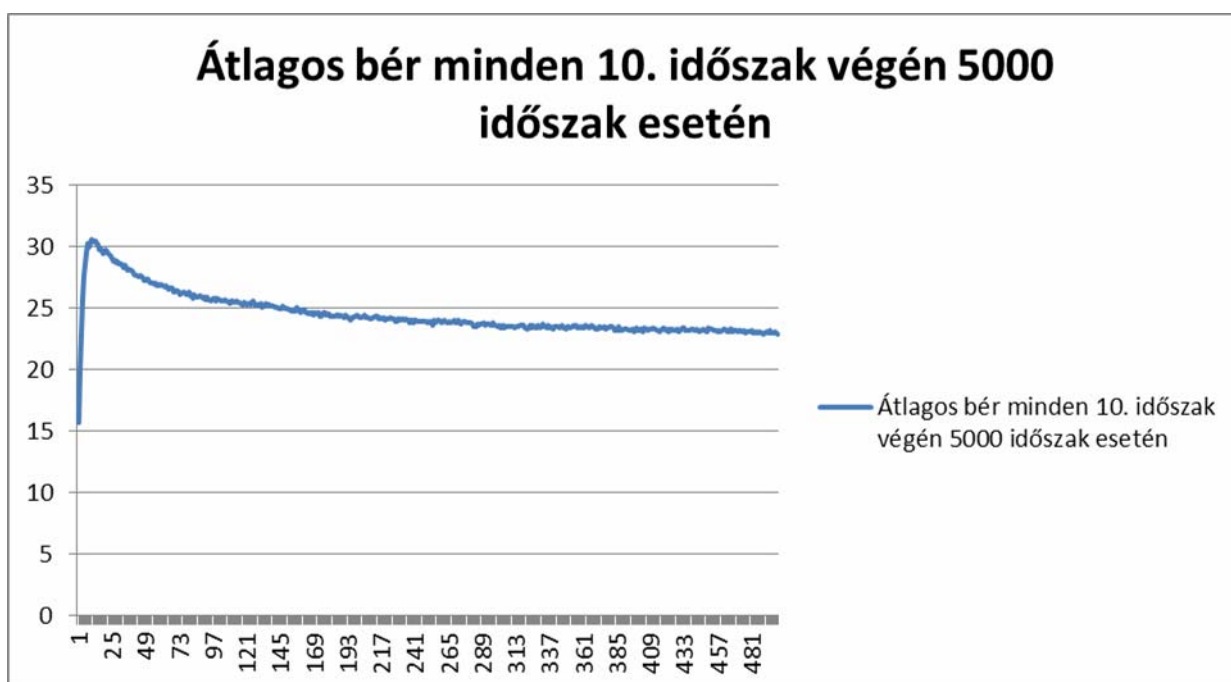
béralku folyamatában		
A munkaviszony megszűnésének valószínűsége	-	0,2
Egy inaktív vállalat szomszédoktól független aktívvá válásának az esélye	-	0,05
Mekkora valószínűséggel változik meg kis mértékben egy vállalat bérajánlata	-	0,2
Milyen eloszlást követ a munkások termelékenysége	term	70 és 130 között egyenletes eloszlású
Milyen eloszlást követ a munkások kezdeti rezervációs bére	wd	10 és 130 között egyenletes eloszlású
Mekkora jövedelemre tesznek szert a nem dolgozó munkások	-	10
Milyen eloszlást követ a vállalatok kezdeti bérajánlata	wc	0 és 130 között egyenletes eloszlású
Mekkora az állásfenntartási költség	-	20

6.2. Az induló paraméter értékek melletti lefutás

Először 5000 periódusig futattam le a modellt, hogyha valamilyen változás csak később válik érzékelhetővé a munkanélküliség vagy a bér szintjében, akkor észleljem. A 40 futás átlagát véve, minden 10. periódust ábrázolva jutottam a 3. és a 4. ábrához.



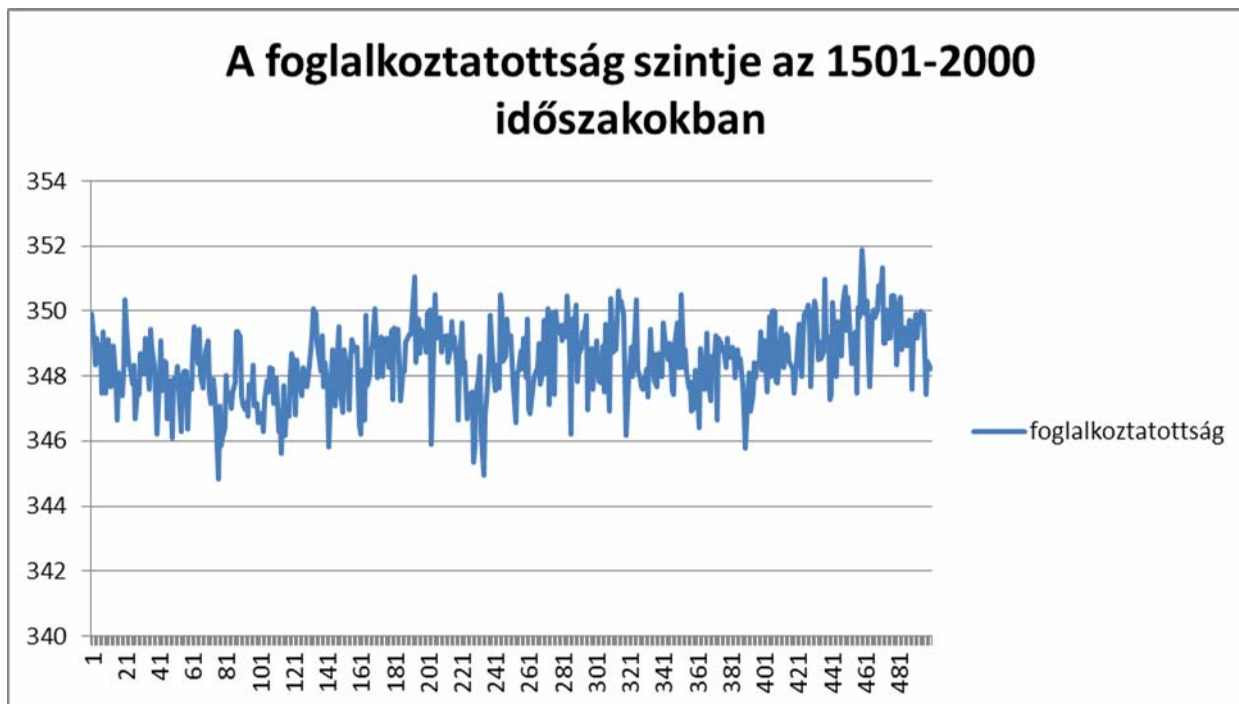
3. ábra: Átlagos foglalkoztatottság minden 10. időszak végén 5000 időszak esetén



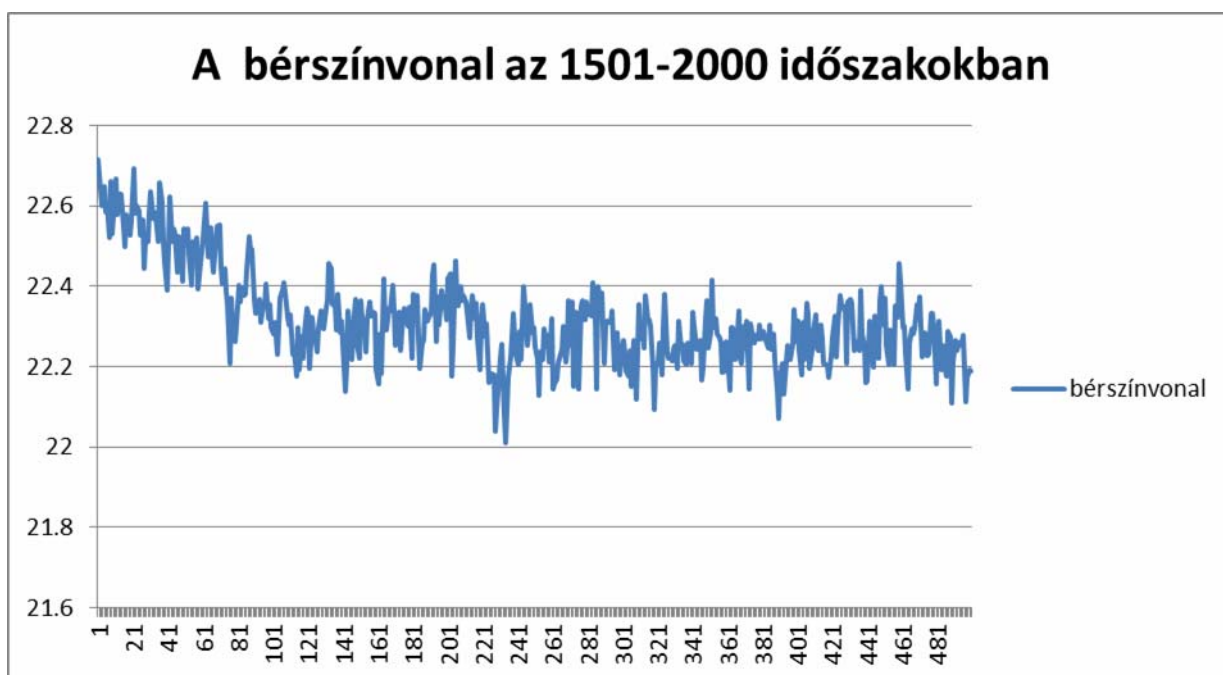
4. ábra: Átlagos bér minden 10. időszak végén 5000 időszak esetén

A két ábrát részletesebben megvizsgálva látható, hogy a foglalkoztatottság jóval gyorsabban konvergál, hiszen már 1200 periódus után nagyjából az egyensúlyi 350 fős érték körül ingadozik (ez 87,5% körüli foglalkoztatottsági szintet jelent), míg az átlagos bérek szintjében ezen időszak után is megfigyelhető egy apró csökkenés. Az átlagos bérszint lassabb konvergálásának egyik oka, hogy a munkanélkülieket nulla bérszint mellett vettem számításba, így az ő számuk jelentős változása ennek a változónak a mértékére is nagy hatással van.

A későbbi paraméter beállításokkal való összehasonlíthatóság érdekében 2000 periódusig is lefutattam a modellt negyvenszer, és az utolsó 500 periódusban vettem az egyes eredményváltozók átlagát, majd ábrázoltam őket.



5. ábra: A foglalkoztatottság szintje az 1501-2000 időszakokban

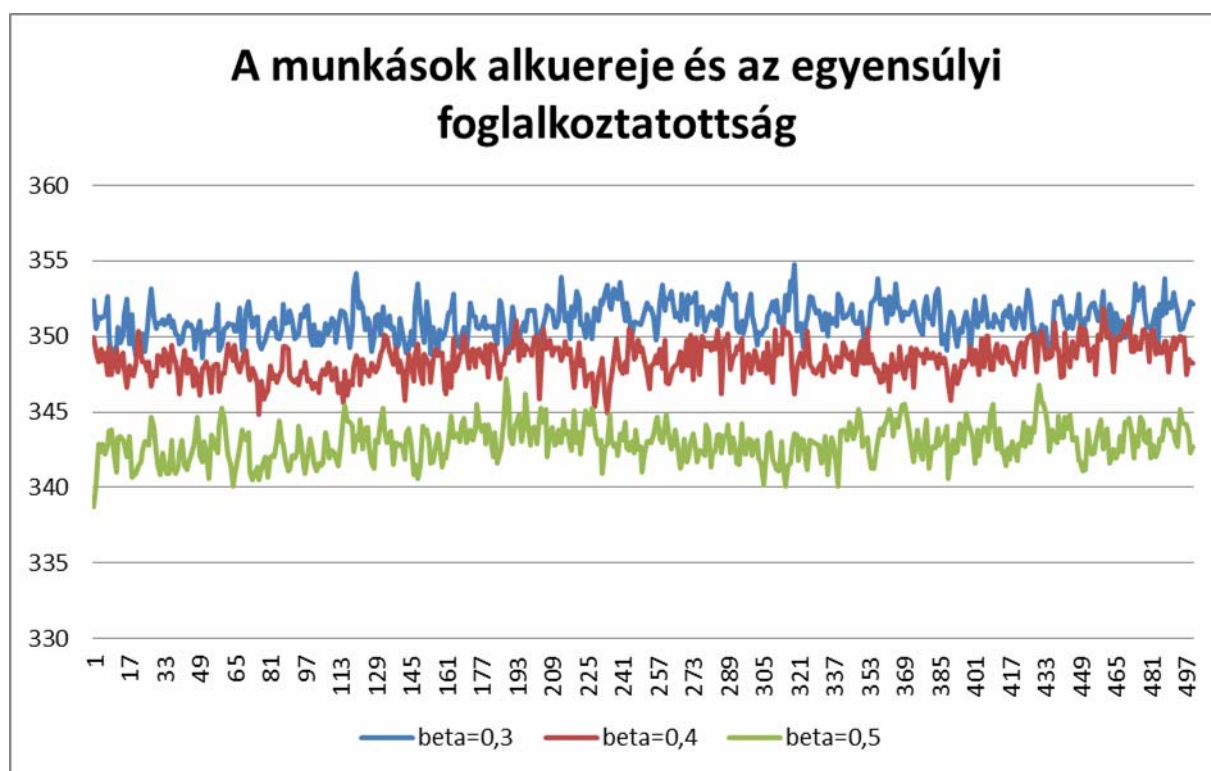


6. ábra: A bérszínvonal az 1501-2000 időszakokban

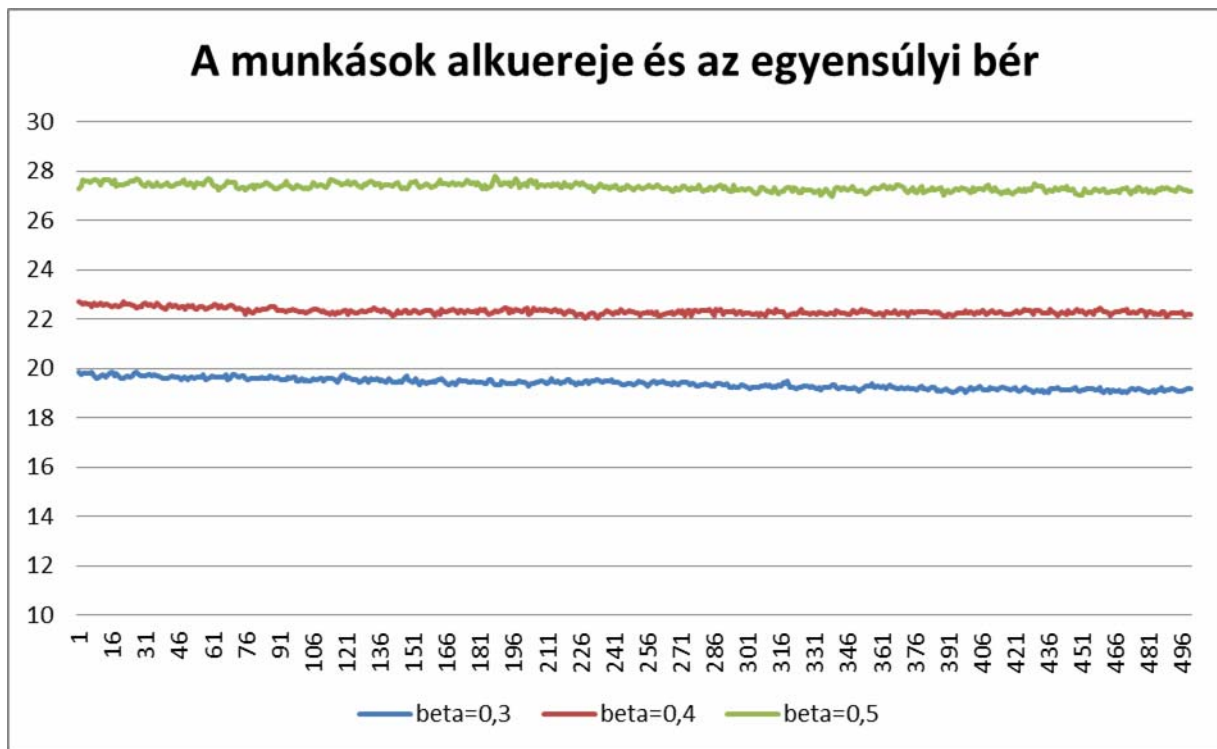
Az 5. és 6. ábráról is meglehetősen hasonló következtetéseket vonhatunk le, mint az 5000 időszakon át való futtatás után keletkezett 3. és 4. ábráról. A foglalkoztatottság egy viszonylag stabil szinten stagnál, míg a bérszínvonal 0,4-el csökken az első száz periódus alatt, de a szórása viszonylag kicsi, és a századik periódus után már az értéke sem változik.

6.3. Az alkuerő paraméter

Ahhoz, hogy megvizsgáljam, hogyan hat a munkások alkuerejének növekedése a foglalkoztatottság és a bér egyensúlyi értékére az alkuerő paraméter kezdeti négy tizedes értékénél egy tizeddel nagyobb és egy tizeddel kisebb érték mellett is lefutattam a modellt, majd egy ábrában ábrázoltam a három beállítás melletti átlagokat.



7. ábra: A munkások alkuereje és az egyensúlyi foglalkoztatottság

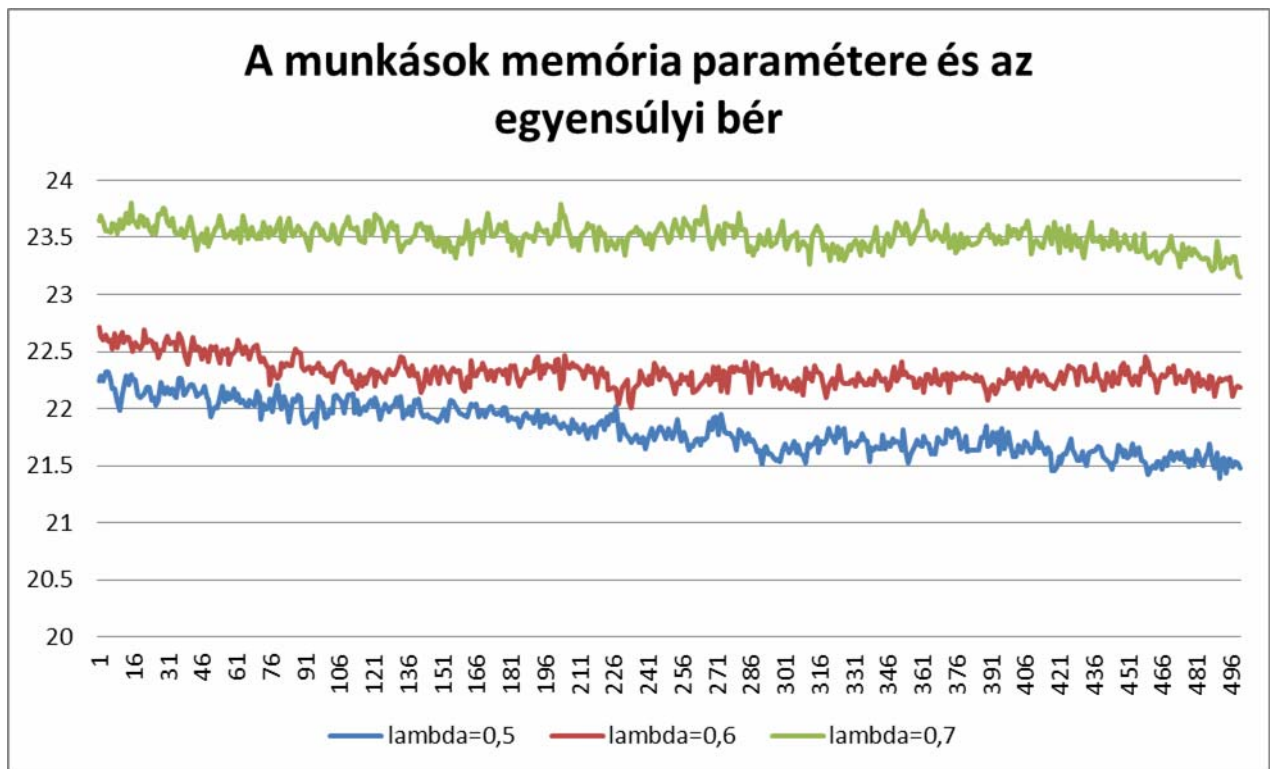


8. ábra: A munkások alkuereje és az egyensúlyi bér

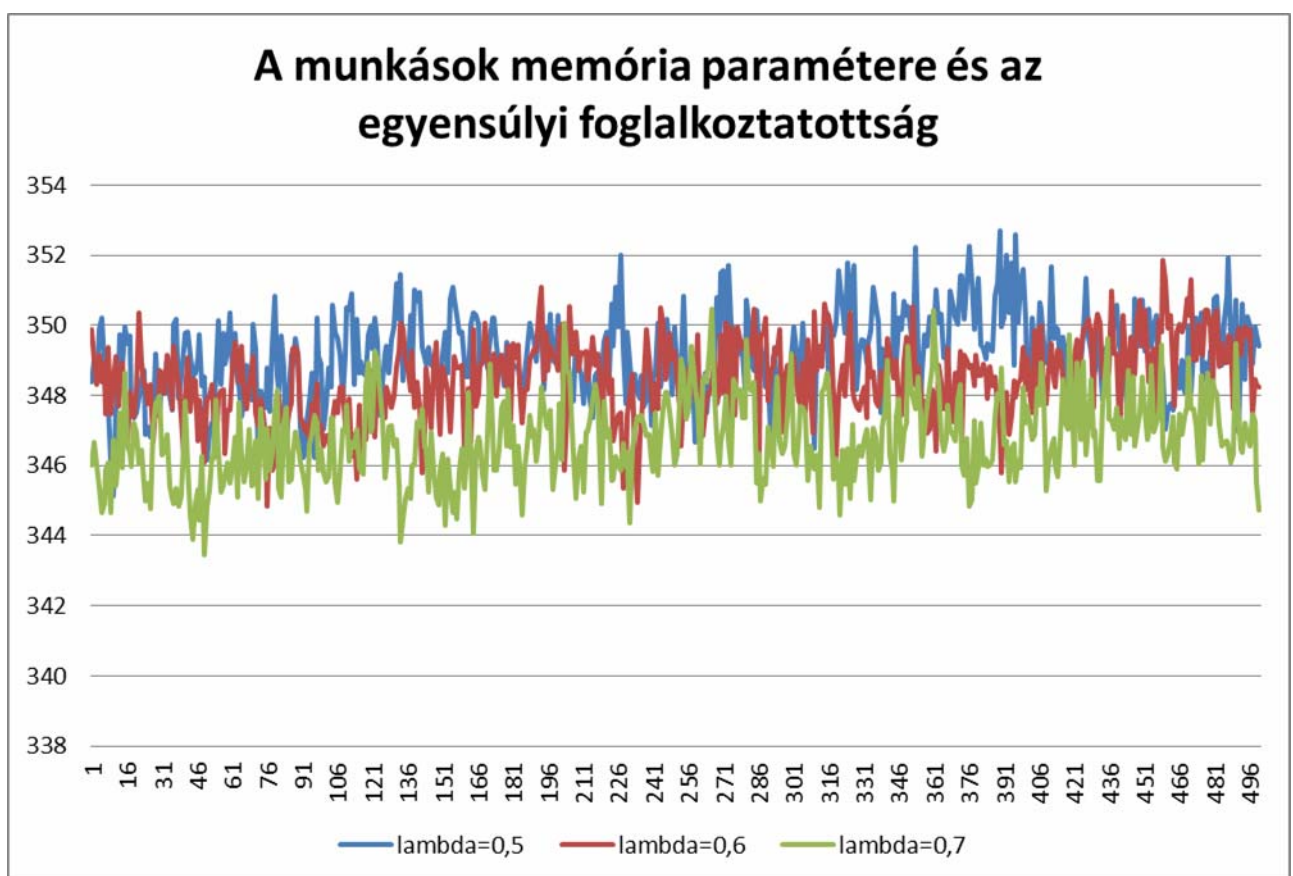
A 7. és a 8. ábra alapján megállapítható, hogy az alkuerő paraméter növekedése jobban hat a bér és a foglalkoztatottság egyensúlyi szintjére, mint a csökkenése. Az előzetes várakozásaink alapján az alkuerő paraméter csökkenése esetén az egyensúlyi bérnek és a munkanélküliségnek is csökkennie kéne, és pontosan ugyanezt figyelhetjük meg a fenti két ábrán, azaz az eredményeink konzisztensek a várakozásainkkal.

6.4. A munkások memória paramétere

A munkások memória paraméterük (λ) növekedése esetén magasabbra értékelik a jelenbeli bérszintjüket a múltbeliekhez képest, azaz megnő azoknak a bérstratégiáknak a hasznossága, amelyek nagyobb bért biztosítanak kisebb valószínűséggel, hiszen ezekkel később, de magasabb bér mellett kerül állásba egy adott munkavállaló. Így mivel a bérkínálat szintje nő, az egyensúlyi bér is nő (9. ábra). Az előzetes várakozásaink szerint a bérszint egyoldalú növekedésének a foglalkoztatottság csökkenését kellene eredményeznie, de ezt csak kis mértékben figyelhetjük meg (10. ábra).



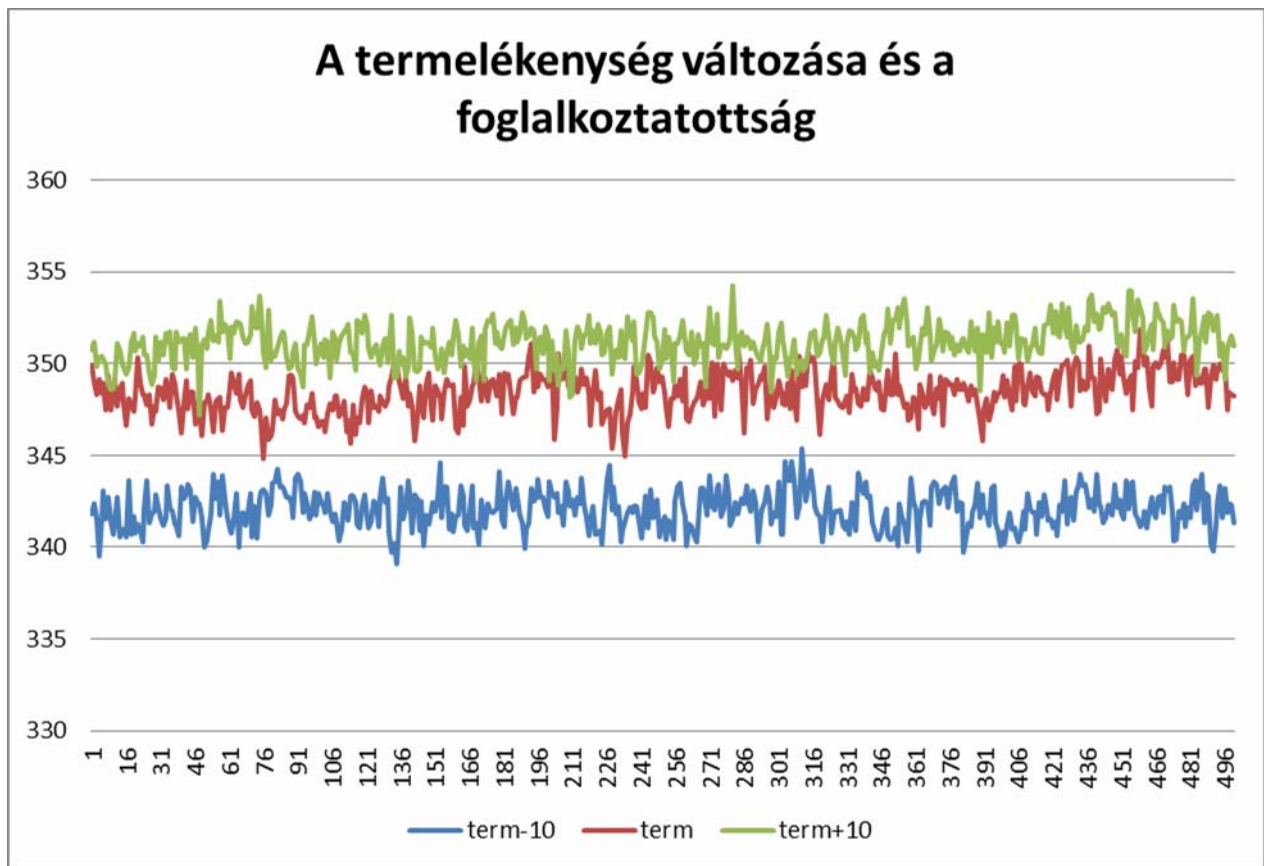
9. ábra: A munkások memória paramétere és az egyensúlyi bér



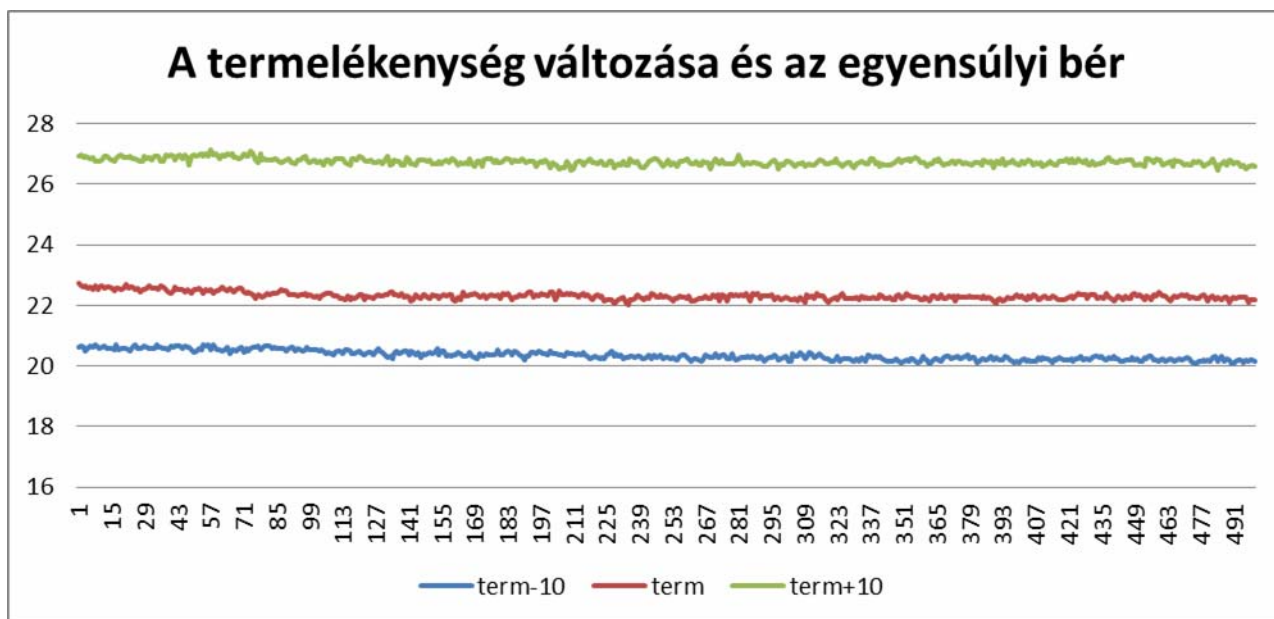
10. ábra: A munkások memória paramétere és az egyensúlyi foglalkoztatottság

6.5. A termelékenység

A termelékenység növekedése a munkások által egy periódusban megtermelt érték növekedését jelenti, így a vállalatoknak magasabb bér mellett is megéri foglalkoztatni a munkásokat, illetve olyan munkásokat is elkezdenek foglalkoztatni, akiket korábban nem. Így összességében a foglalkoztatottság és az egyensúlyi bér szintje is megemelkedik. (11. és 12. ábra).



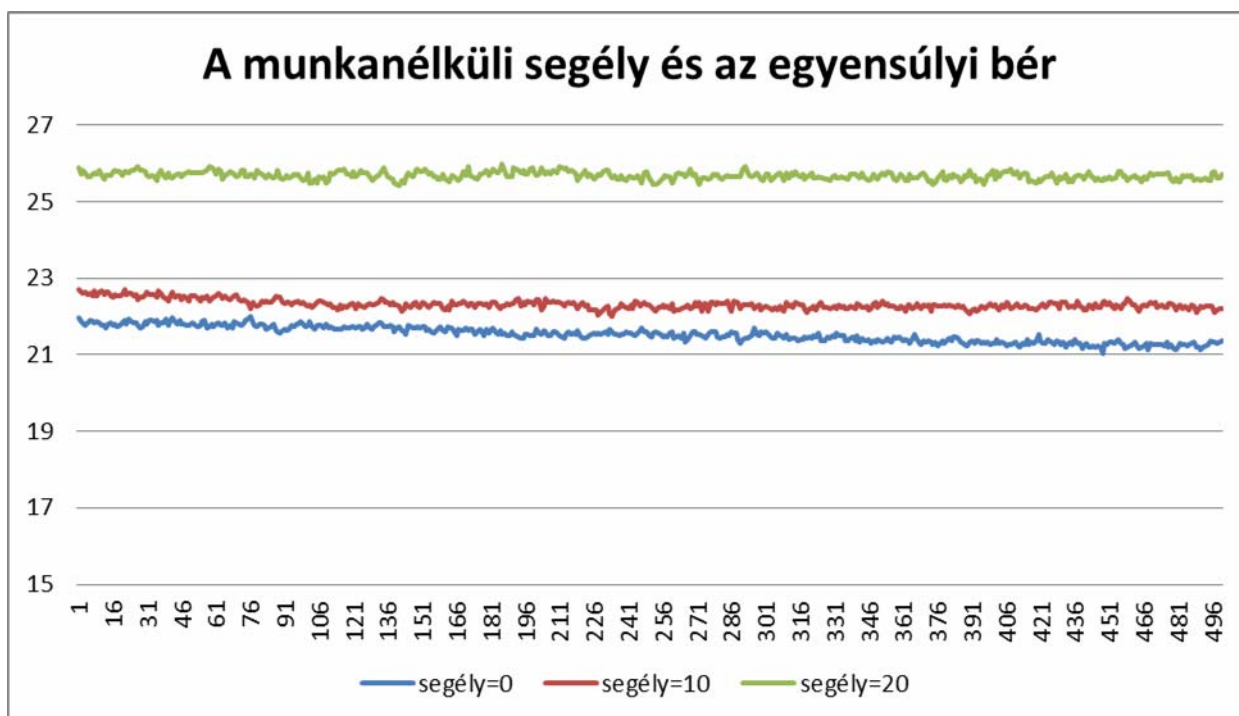
11. ábra: A termelékenység változása és a foglalkoztatottság



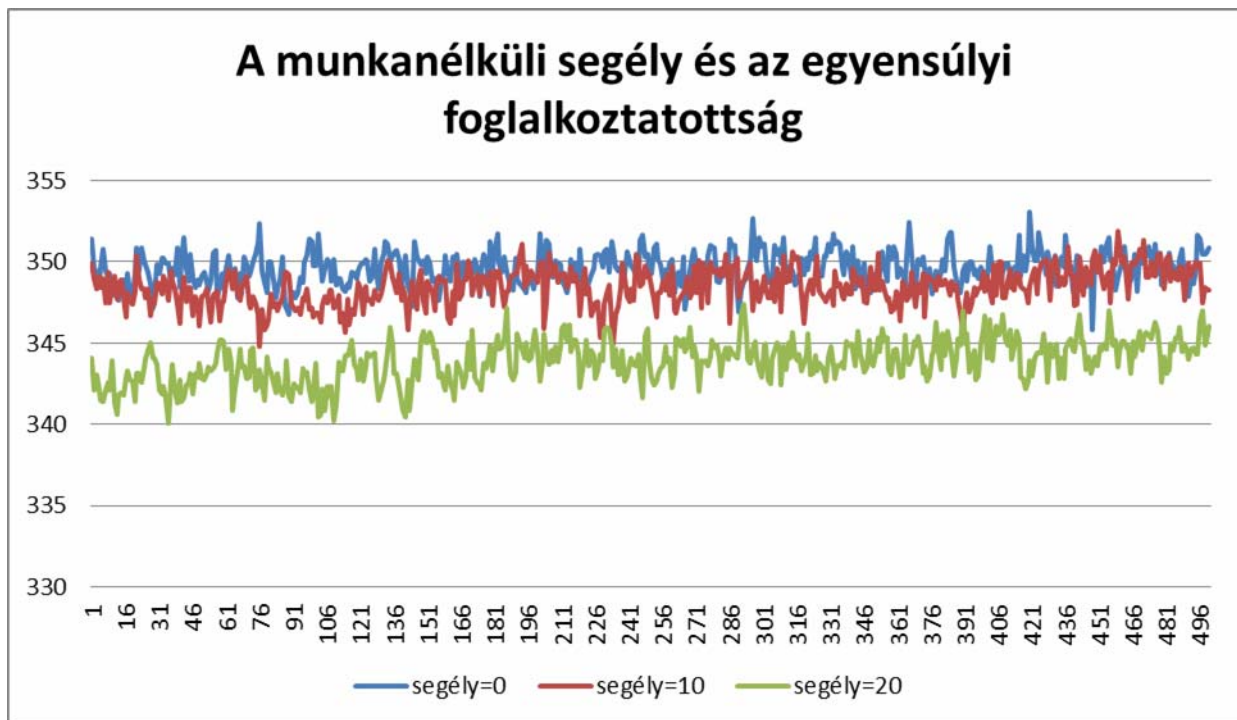
12. ábra: A termelékenység változása és az egyensúlyi bér

6.6. A munkanélküli segély

A munkanélküli segély összegének növekedése megnöveli a munkanélküliség hasznosságát az állásban levéshez képest, és így megnöveli az egyensúlyi bért (13. ábra). A bér növekedése változatlan termelékenység mellett pedig a foglalkoztatottság csökkenését vonja maga után (14. ábra). A segély nullára csökkentése pedig azért vált ki elenyésző hatást, mert a munkások béreloszlásában korábban sem szereltek tíz alatti értékek.



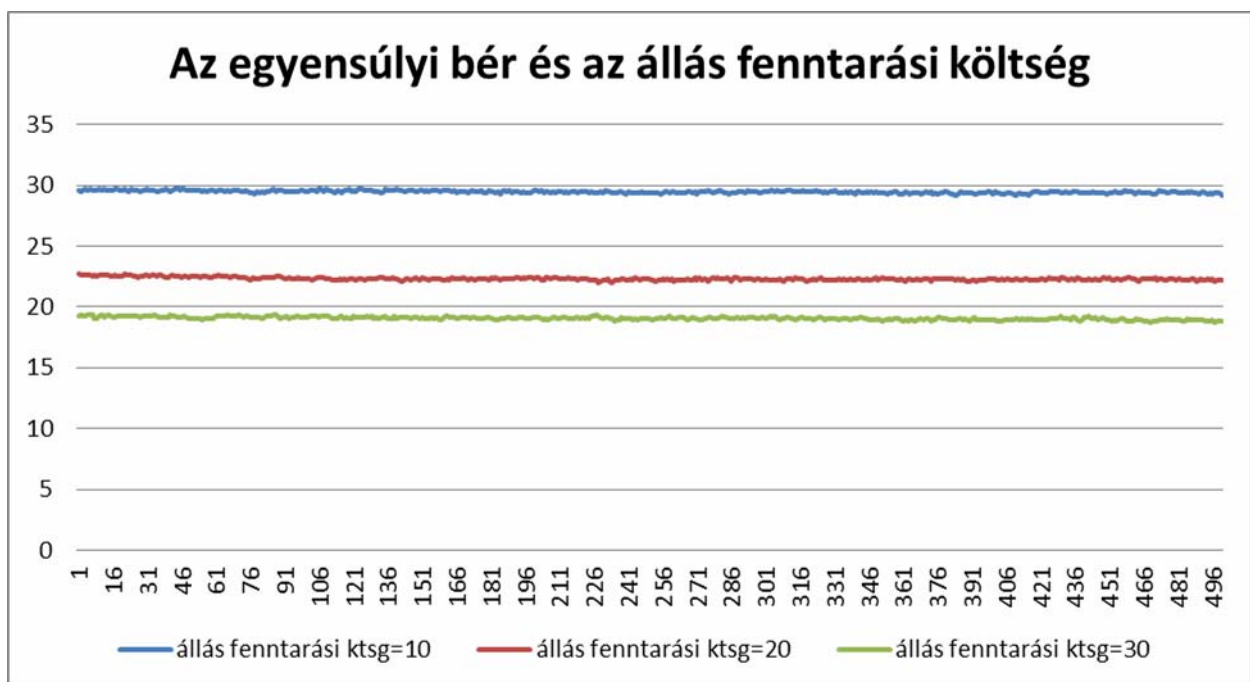
13. ábra: A munkanélküli segély és az egyensúlyi bér



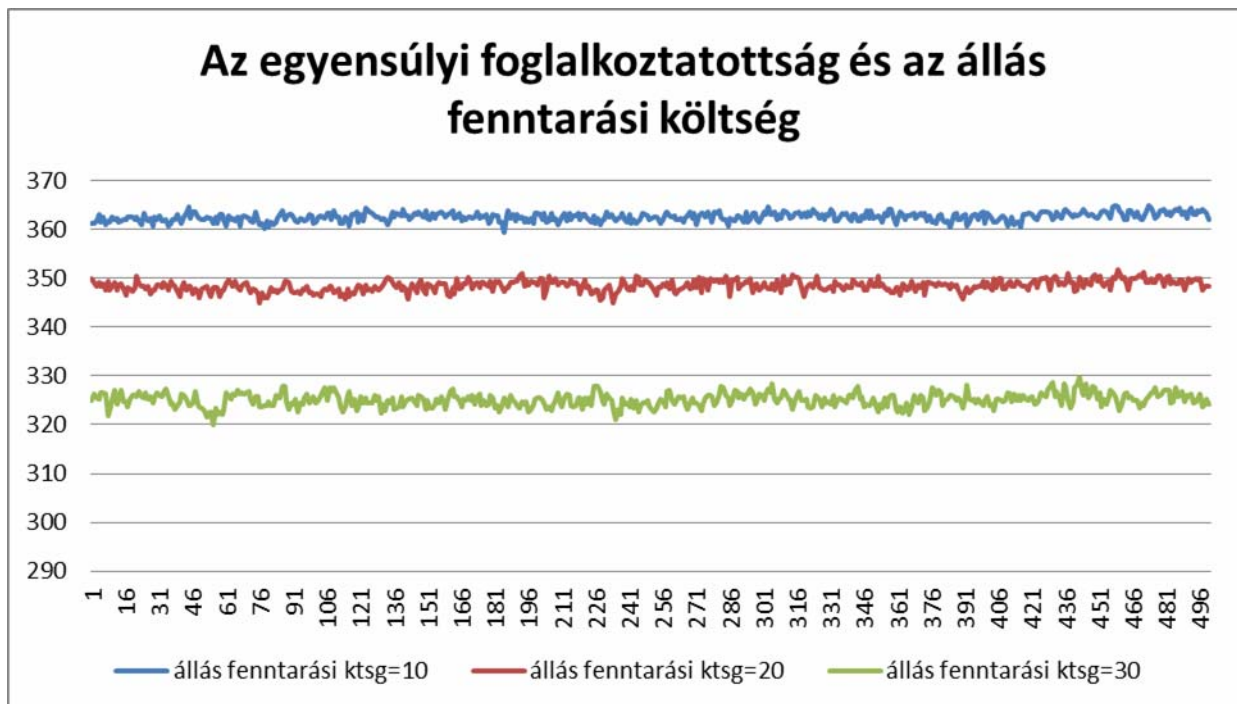
14. ábra: A munkanélküli segély és az egyensúlyi foglalkoztatottság

6.7. Az állás fenntartási költség

Az állás fenntartási költség növekedése esetén lecsökken az egy periódus alatt megtermelt nettó hozzáadott érték, és így kisebb összegen kell a cégeknek és a munkásoknak osztozniuk, és emiatt lecsökken a bér (15. ábra), ami a munkakínálat csökkenésén keresztül lecsökkenti az egyensúlyi foglalkoztatottságot is (16 ábra).



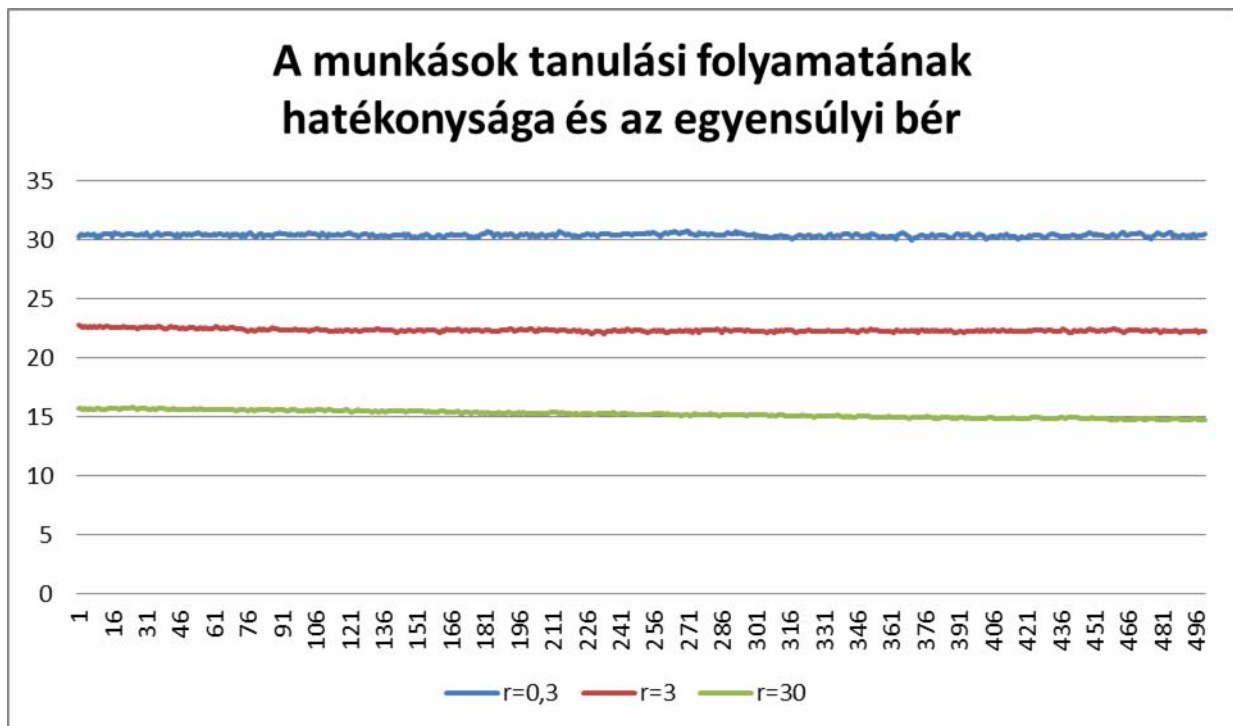
15. ábra: Az egyensúlyi bér és az állás fenntartási költség



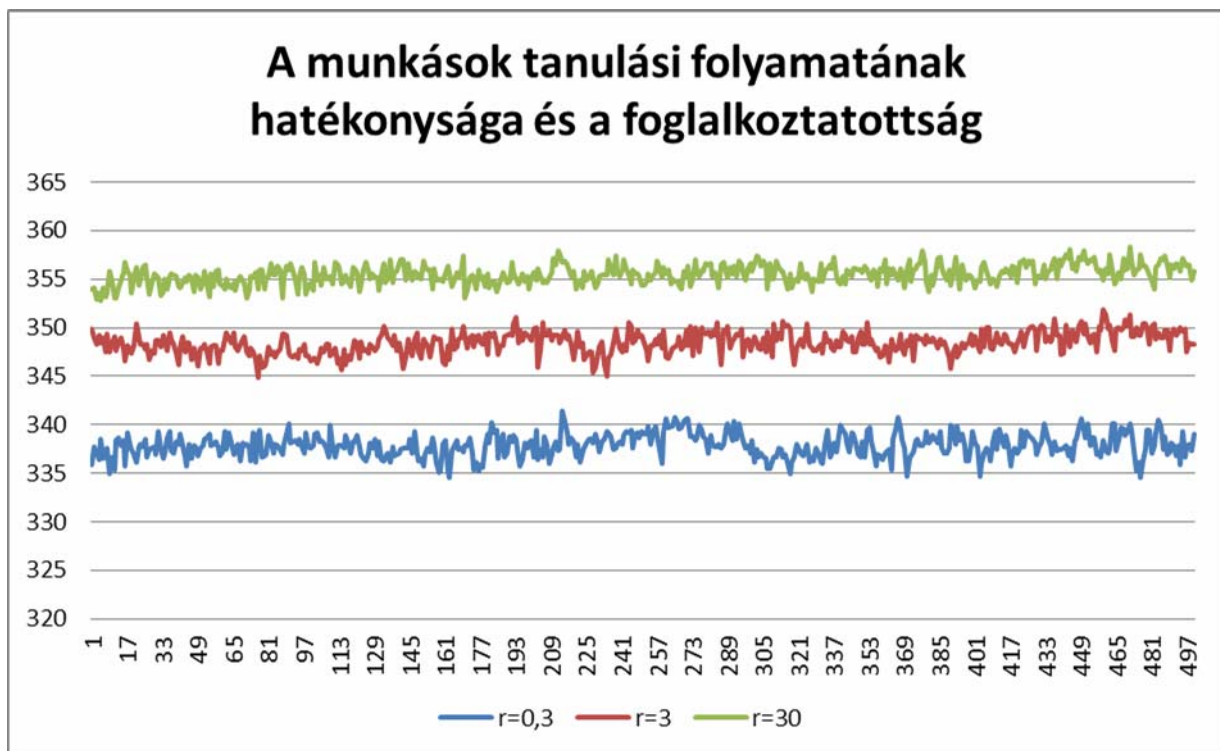
16. ábra: Az egyensúlyi foglalkoztatottság és az állás fenntartási költség

6.8. A munkások tanulási folyamatának „hatékonysága”

Az r paraméter csökkenése esetén a munkanélküliek nagyobb valószínűséggel veszik át az éppen nagyobb hasznossággal rendelkező munkavállalók rezervációs bérét, míg növekedése esetén az $\exp(-\frac{r}{\sigma})$ tagok egyhez tartanak, azaz véletlenszerűvé válik, hogy a környezetéből melyik munkás bérét veszi át. Így az aktuális hasznosság szintet jobban követő tanulási folyamat esetén az átlagos bérszint megnő (17. ábra), de ez a növekedés nem a foglalkoztatottság növekedéséből származik, hanem a dolgozó munkások átlagos bérének növekedéséből (18. ábra).



17. ábra: A munkások tanulási folyamatának hatékonysága és az egyensúlyi bér

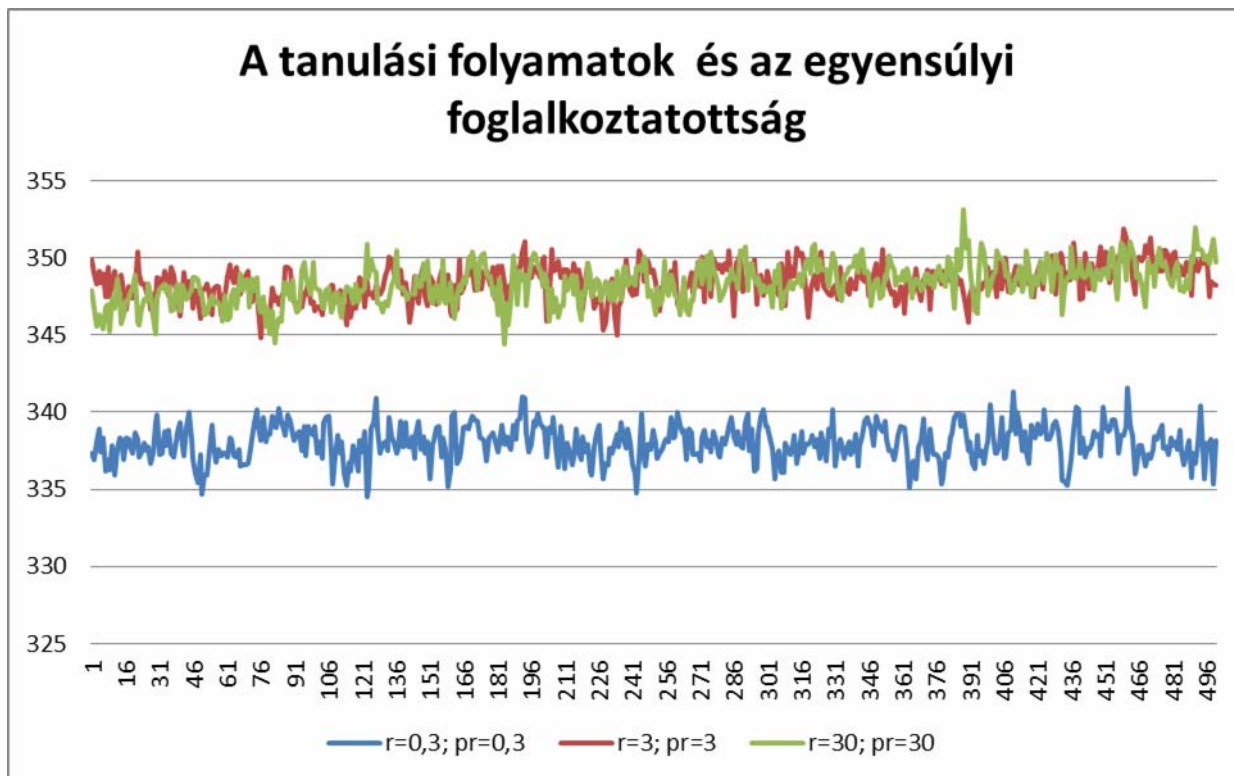


18. ábra: A munkások tanulási folyamatának hatékonysága és a foglalkoztatottság

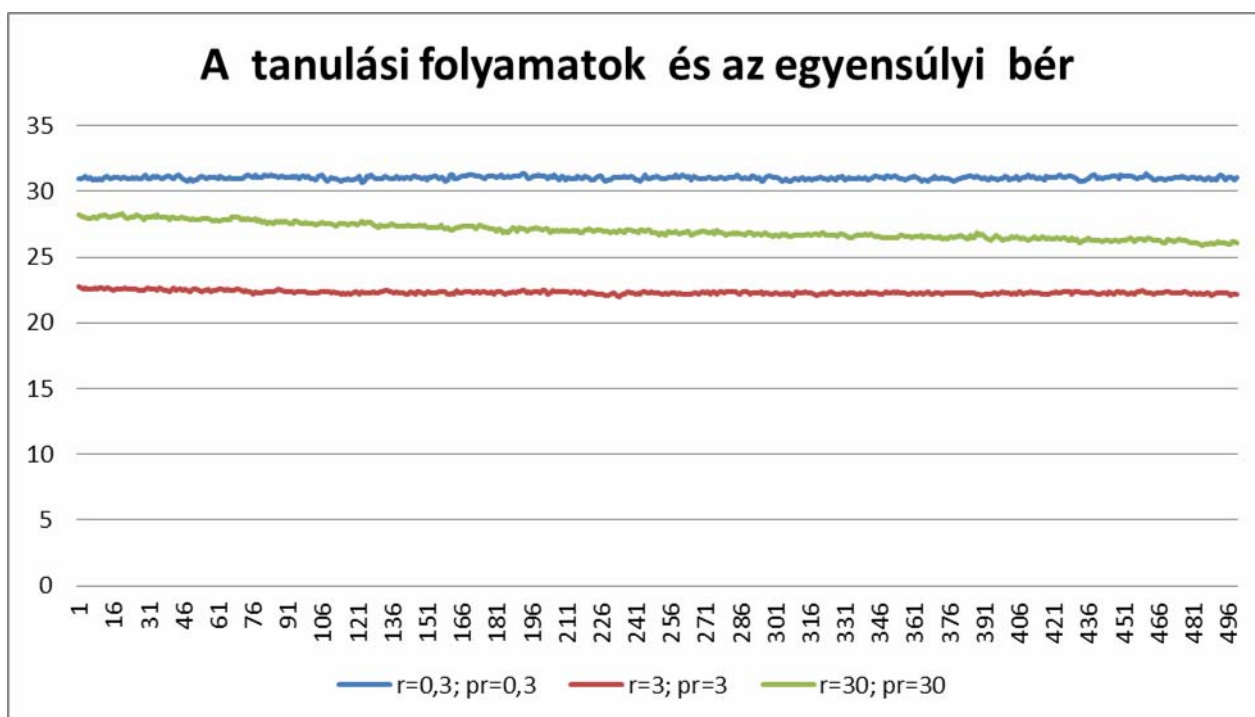
6.9. A munkások és a vállalatok tanulási folyamatának egyidejű megváltozása

Az r és a pr paraméterek egyidejű csökkenése esetén mind a munkások, mind a vállalatok az aktuálisan nagyobb hasznosságú társaik bérstratégiáit kezdik el nagyobb

valószínűséggel átvenni. A 19. és a 20. ábrából nem állapítható meg, hogy ez az együttes változás milyen irányba befolyásolja munkanélküliség és a bér szintjét, de a lineáris kapcsolat elvethető.



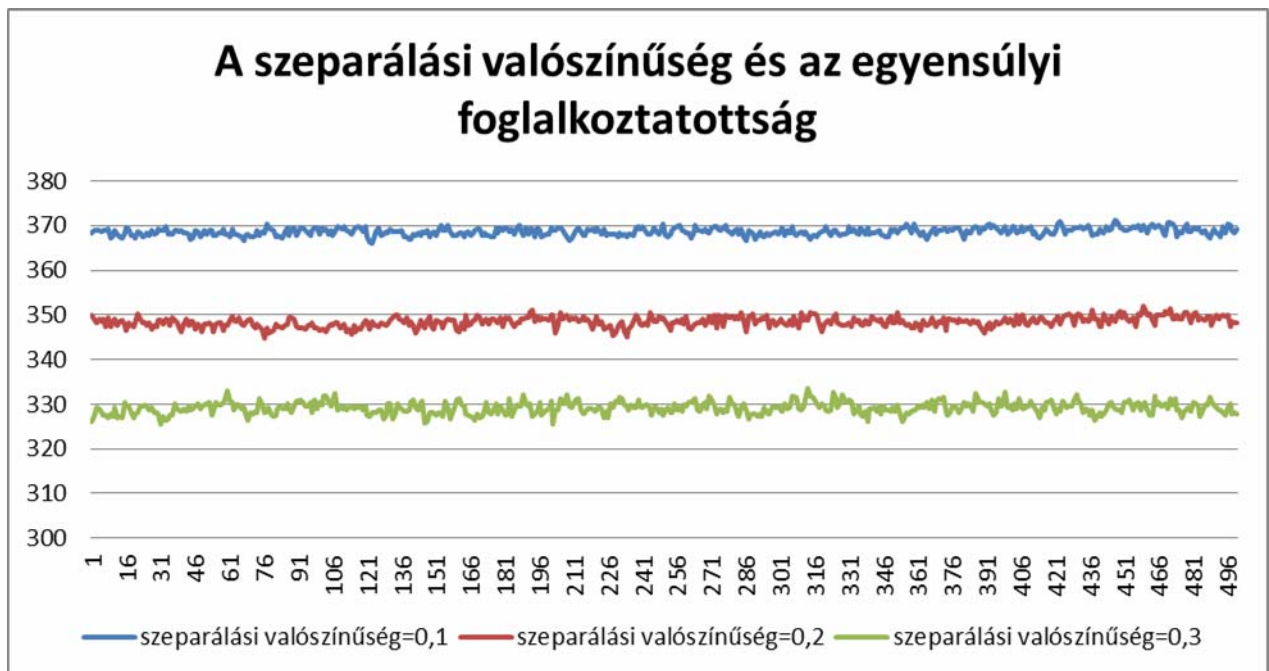
19. ábra: A tanulási folyamatok és az egyensúlyi foglalkoztatottság



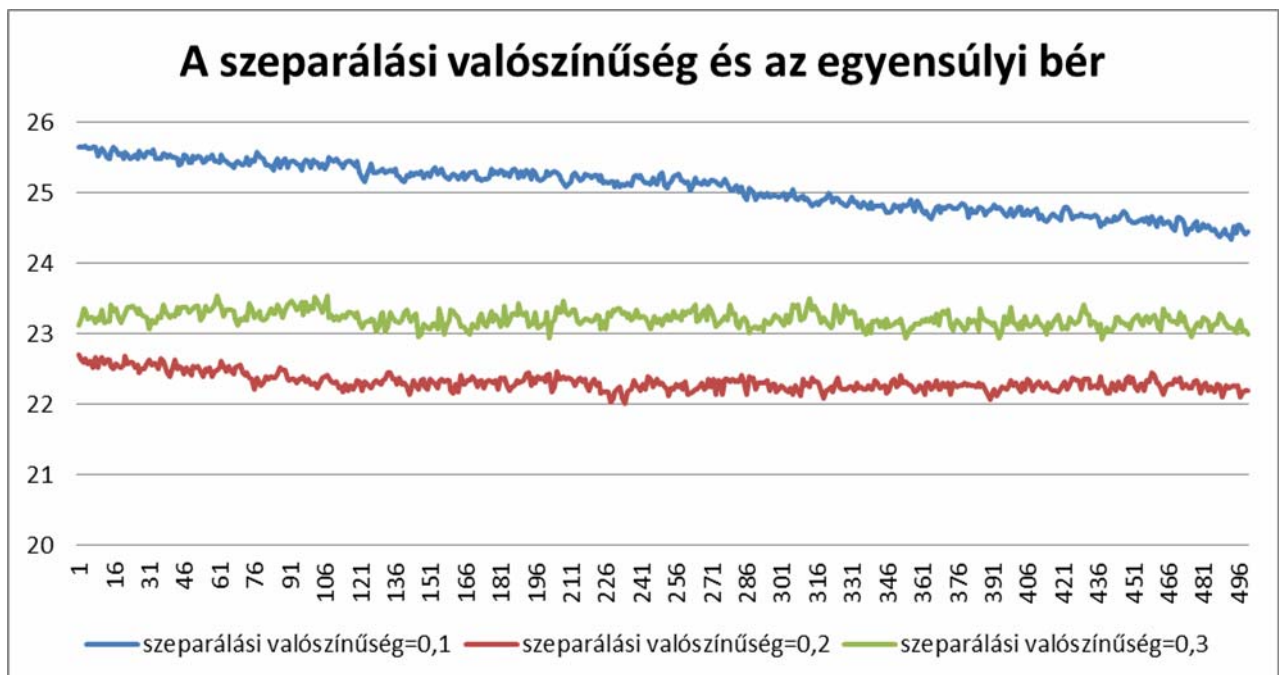
20. ábra: A tanulási folyamatok és az egyensúlyi bér

6.10. A munkaviszony megszűnésének valószínűsége és az egyensúlyi bér

Ha megnő a már létező munkaviszonyok megszűnésének valószínűsége, az közvetlen módon csökkenti a foglalkoztatottságot (21. ábra). A keresési-párosítási alapmodell alapján ezzel párhuzamosan a bérek csökkenését várnánk, de a 21. ábrán azt láthatjuk, hogy a kiinduló valószínűség növekedése esetén is enyhe mértékű béremelkedés következik be.



21. ábra: A szeparálási valószínűség és az egyensúlyi foglalkoztatottság



22. ábra: A szeparálási valószínűség és az egyensúlyi bér

7. Továbbfejlesztési lehetőségek

Az általam a dolgozatban vázolt modellt számos módon tovább lehet fejleszteni. Az egyik ilyen lehetőség a termelékenység változásának átalakítása, úgy hogy a már állásban levő munkavállalók termelékenysége is megváltozhasson, illetve úgy hogy a munkásoknak állandó termelékenysége legyen, amit a vállalatok csak a munkaviszony létrejötte és a béralku után, termelés közben ismernek meg.

Ha a munka melletti keresésnek a keresési-párosítási alapmodellbe való beépítését akarjuk értékelni, akkor ki kell emelnünk, hogy egy empirikusan fontos jelenséget építünk be, amittől a modell ugyan bonyolultabb lesz, de mutat számos új eredményt is. Noha a leírt modell statikus, pár dinamikus jelenséget is elemez a modell. A bérezés tapasztalattal való növekvését azért kell beépíteni a modellbe, mert így az a jelenség is alátámasztásra kerül, hogy a rövidebb távon dolgozók közül többen keresnek munkát. A modell eredményeinek egyik legfontosabb tanulsága, hogy az egyensúly nem egyezik meg a társadalmi optimummal, mivel a munkások túl hamar hagyják abba a keresést, és mert nem az összes érintett helyzetének változását veszik figyelembe döntésük során. A munka melletti keresés befolyásolja az állások összetételét, és lerontja a munkanélküliek keresésének hatékonyságát. (Pissarides [1994])

Ezen eredmények alapján az ágens-alapú keresési modell is érdekes további eredményeket mutathatna, ha a munka melletti keresés, vagy a tapasztalat termelékenység növelő hatását bevezetnénk a modellbe.

Ha a munkások többféle bérváltoztatási stratégiát alkalmaznának, akkor az egyes stratégiák eredményességét összehasonlítva hasznos megállapításokhoz juthatnánk. Vagy akár a dolgozatban alkalmazott stratégiát teljesen lecserélve más bérváltoztatási stratégiák bevezetésének a hatását is vizsgálhatjuk, például a genetikus algoritmusét, amely alkalmas eszköz arra, hogy modellezzük vele a sikerebb stratégiák kiválasztódását. (Arifovic-Gencay [2000])

8. Összefoglalás

A munkaerőpiac elemzésével rendkívül fontos társadalmi döntések meghozatalához nyújtanak segítséget a közgazdászok. Ez a piac relatíve távol áll a tökéletes versenypiacról a számos súrlódás miatt, ezért az elemzésére egy merőben új modellkeretet fejlesztettek ki, a keresési-párosítási modellt. Mivel a munkaerőpiacra is jellemző a tökéletes informáltság és racionalitás hiánya, ezért a 4. fejezetben bemutatott modellkeret egy egyszerűsített változatát ágens-alapúvá alakítottam, és ennek segítségével vizsgáltam, hogy az alulról felfele építkező modell által szimulált adatokból is hasonló következtetések vonhatóak-e le, mint felülről lefele építkező egyenlet alapú társából.

A munkások alkuerejének növekedése mindkét esetben a bérek és a munkanélküliség szimultán emelkedéséhez vezettek. Míg a termelékenység növekedése a bér emelkedés mellett a munkanélküliség csökkenését vonta maga után. A munkanélküli segély növekedése is a hagyományos modellhez hasonló eredményt hozott, a bér nőtt, de ezzel együtt a munkanélküliség is. Az állásfenntartási költség növekedése a bérek csökkenését és a munkanélküliség növekedését vonta maga után, hasonlóan az alapmodellhez. A munkaviszony megszűnésének valószínűsége viszont csak a foglalkoztatás szintjét befolyásolta a várt módon, a megszűnési valószínűség növekedése nem eredményezte a bérek csökkenését.

A munkások tanulási folyamatát vizsgálva arra jutottam, hogyha az aktuálisan nagyobb hasznosságú társaiktól tanulnak, akkor a bér növekszik, de ez egyben a munkanélküliség növekedésével is együtt jár. A vállalatok és a munkások tanulási folyamatának egyidejű megváltozása viszont nem egyértelmű módon befolyásolta a bér és a foglalkoztatottság egyensúlyi szintjét. Érdekes módon, az viszont nem befolyásolta érdemben az egyensúlybeli munkanélküliség mértéket, ha a munkások a jelenbeli jövedelmeiket magasabbra értékelték a múltbeliekhez képest, ellenben a bérszintjüket viszont megnövelte ez a viselkedésbeli változás.

Összességében tehát megállapítható, hogy az ágens-alapú változat is az alapmodellhez képest hasonló jellegzetességeket mutat, csupán egy eltérés mutatkozik az eredményekben.

9. Irodalomjegyzék

Arifovic, Jasmina – Gencay, Ramazan [2000]: Statistical properties of genetic learning in a model of exchange rate. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 24 évf. 5-7. szám 981-1005 old.

Daly, Mary - Hobijn, Bart – Valletta, Rob [2011]: The recent Evolution of the natural rate of unemployment. Műhelytanulmány. IZA DP No. 5832 Letölthető: <http://ftp.iza.org/dp5832.pdf> Letöltve: 2013.11.03.

De Grauwe, Paul [2010]: Behavioral Macroeconomics. University of Leuven. Letölthető: <http://www.econ.kuleuven.be/ew/academic/intecon/Degrauwe/PDG-papers/Contributions%20to%20books/Behavioral%20Macro%20Book-Fin.pdf> Letöltve: 2013.10.20.

Hau, Orsolya - Sebestyén, Tamás - Mellár, Tamás [2012]: Láthatóvá tehető-e a láthatatlan kéz? Egy ágens-alapú piaci modell tapasztalatai. Műhelytanulmány. Pécsi Tudományegyetem Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete, 2012/4. Letölthető: http://www.krti.ktk.pte.hu/files/tiny_mce/File/szeminariumok/HauO-SebestyenT-MellarT%20-%20Lathatova_teheto_e_a_lathatatlan_kez.pdf Letöltve: 2013.11.23.

Macal, C. M. – North, M. J. [2010]: Tutorial on agent-based modelling and simulation. *Journal of Simulation*, 4 évf. 4. szám 151–162 old.

Mortensen, D. T. - Pissarides, C. A. [1994]: Job creation and job destruction in the theory of unemployment. *The Review of Economic Studies*, 61 évf. 3. szám 397-415 old.

Pissarides, Christopher A. [1994]: Search unemployment with on-the-job search. *The Review of Economic Studies*, 61 évf. 3. szám 457-475 old.

A NetLogo 5.0.4 program Letölthető: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/5.0.4/> Letöltve: 2013.09.21.

10. Függelék

A modellt az alábbi forráskóddal futtattam a NetLogo 5.0.4 programmal, majd a kapott eredményeket MS Office Excelbe exportálva készítettem el az ábrákat:

```
turtles-own [tal wd w jov u t r ran o v v1 v2 lambda beta wct]
```

```
patches-own [wc prof wp up lam po s1 s2 pt pr term]
```

```
globals [wg oi q q2 px py spx spy poi]
```

```
to setup
```

```
  clear-all
```

```
  setup-patches
```

```
  setup-turtles
```

```
  reset-ticks
```

```
end
```

```
to setup-patches
```

```
  ask patches [
```

```
    set pcolor ifelse-value (random 2 = 1) [yellow] [black]
```

```
    set prof random 3 - 1
```

```
    set wc random 130
```

```
    set lam 0.8
```

```
    set pt 1
```

```
    set up 0
```

```
    set pr 3
```

```
  ]
```

```
end
```

```
to setup-turtles
```

```
  set-default-shape turtles "person"
```

```

create-turtles 400
ask turtles [ setxy random-xcor random-ycor ]
ask turtles [
  set color white
  set wd random 120 + 10
  set lambda 0.6
  set t 1
  set u 0
  set r 3
  set beta 0.4
  set w 0
]
end

```

```

to go
  if ticks >= 2000 [stop]
  sep
  inact
  act
  vact
  pstrat
  valt
  move-turtles
  talalk
  real
  tick
end

```

to sep ;a cégek és a munkások közötti munkaviszony egy bizonyos valószínűséggel megszűnhet

```

ask turtles [
  if pcolor = green and color = red [
    set pcolor ifelse-value (random-float 1 < 0.2) [black] [green]
  ]

```

```

    if pcolor = black and color = red [
        set color white
        set w 0
    ]
]
end

```

to **inact** ;ha egy aktív cég veszteséges , akkor inaktívvá válik

```

ask patches [
    if pcolor = yellow [

        set pcolor ifelse-value ( prof < 0) [black] [yellow]
    ]
    if pcolor = green [

        set pcolor ifelse-value ( prof < 0) [black] [green]
    ]

]

```

```

ask turtles [
    if pcolor = black and color = red [
        set color white
        set w 0
    ]
]
end

```

to **act** ;ha egy inaktív cég környezetében nyereséges cégek vannak, akkor aktívvá válik

```

ask patches [
    if pcolor = black [
        set pcolor ifelse-value (sum [prof] of neighbors > 0) [yellow] [black]
    ]
]

```

end

to vact ;minden inaktív cég környezetétől függetlenül is egy bizonyos valószínűséggel aktívá válhat

```
ask patches [  
  if pcolor = black [  
    set pcolor ifelse-value (random-float 1 < 0.05) [yellow] [black]  
  ]  
]
```

end

to pstrat ;a vállalatok körbe néznek és egy a körülöttük lévők hasznosságától függő valószínűséggel bér ajánlatot változtathatnak

```
ask patches [  
  if pcolor = black or pcolor = yellow [  
    if random-float 1 < 0.1 [  
  
      set poi sum [ exp ( up / pr ) ] of patches in-radius 3  
      if poi > 0 [  
        set px pxcor  
        set py pycor  
        ask patches in-radius 3 [  
          set s1 exp ( up / pr )  
          set po poi  
          set s2 s1 / po  
          set spx pxcor  
          set spy pycor  
          if random-float 1 < s2[ ask patch px py [  
            set pt 1  
            set up 0  
            set wc ([wc] of patch spx spy)  
          ]  
        ]  
      ]  
    ]  
  ]  
]
```

```

]
; egy bizonyos valószínűséggel is megváltozhat a bérajánlata, úgy, hogy beszorzódik 1 db 1-
től picit eltérő számmal
if random-float 1 < 0.2 [
  set wc wc * (1 + ( random-float 1 - 0.5) / 10)
set pt 1
set up 0
]
]
]
end

```

to valt ;a munkavállalók körbe néznek és egy a körülöttük lévők hasznosságától függő valószínűséggel rezervációs bér változtathatnak

```

ask turtles [
  if color = white [
    if random-float 1 < 0.1 [
      set oi sum [ exp ( u / r ) ] of turtles in-radius 3
      if oi > 0 [
        set q who
        ask turtles in-radius 3 [
          set v1 exp ( u / r )
          set o oi
          set v2 v1 / o
          set q2 who
          if random-float 1 < v2[ ask turtle q [
            set t 1
            set u 0
            set wd ([wd] of turtle q2)
          ]
        ]
      ]
    ]
  ]
]

```

```
]
]
```

```
end
```

to move-turtles ;a munkások mozognak, és ha aktív, de munkás nélküli vállalatra érnek akkor megjelölődnek és még ebben a periódusban megkezdik a béralkut

```
ask turtles [
  if color = white [right random 360
    forward 1
  ]
  if pcolor = yellow and color = white [set tal 1]
```

```
]
end
```

to talalk ;ha egy munkanélküli találkozott egy aktív, de munkás nélküli céggel, és nagyobb a rezervációs bére, mint a cég bér ajánlata, akkor létrejön a munkaviszony, egy a relatív alkuerejüktől függő bér mellett

```
ask turtles [
  if tal = 1 [
    set wct [wc] of patch-here
    if wct > wd [
      set wg ( 1 - beta)* wct + beta * wd
      set w wg
      set pcolor green
      set color red
      ask patch-here [set wp wg]
      ask patch-here [set term random 60 + 70 ]
    ]
  ]
```

```
set tal 0 ]
]
```

end

to real ;a periódus végén egy bizonyos súllyal megváltoztatja az adott időszaki haszon/profit a hasznosságot

```
ask turtles [  
  if color = red [  
    set jov w  
    set u  $((1 - \text{lambda}) * u * t + \text{lambda} * \text{jov}) / (t + 1)$   
    set t t + 1]  
  if color = white [  
    set jov 10  
    set u  $((1 - \text{lambda}) * u * t + \text{lambda} * \text{jov}) / (t + 1)$   
    set t t + 1  
  ]  
]
```

```
ask patches [  
  if pcolor = black [  
    set prof 0  
  ]
```

```
  if pcolor = yellow [  
    set prof -20  
  ]
```

```
  if pcolor = green [  
    set prof term - wp - 20  
  ]
```

```
  set up  $((1 - \text{lam}) * \text{up} * \text{pt} + \text{lam} * \text{prof}) / (\text{pt} + 1)$   
  set pt pt + 1
```

```
]  
end
```