

Szakmai zárójelentés

„A munkaerő-áramlás hálózatának szerepe a munkapiaci folyamatokban és a vállalati teljesítményben” című NKFIH K 112330. sz. kutatási pályázatához.

A kutatásunk arra a jelentős, de kevésbé kutatott kérdéskörre koncentrált, hogy milyen szerepe van a különféle kapcsolatrendszernek a tudás terjedésében, és hogy a kapcsolathálók által generált tudás-áramlás hogyan befolyásolja a gazdasági (vállalati, iparági, regionális) teljesítményt. Kutatásunkban elsőként térképeztük fel a magyar vállalatok közti munkaerő-áramlás hálózatát. Empirikusan bizonyítottuk, hogy a vállalatok közti munkaerő-áramlás a tudásterjedés egyik fontos eszköze és szerepet játszik a vállalati teljesítmény, a termelékenység alakulásában. Bizonyítottuk, hogy az egyes iparágakban a vállalatok termelékenység különbségeit nem csak a piaci ki- és belépések dinamikája, hanem a vállalatok közötti tudásáramlás is csökkentheti. A munkatársi kapcsolathálóknak a regionális gazdasági folyamatokban betöltött szerepét is vizsgáltuk, amely kapcsolathálók a helyi tanulás fontos csatornáit lehetnek. E kapcsolathálók vizsgálata új magyarázatot nyújt a régiós termelékenység-növekedés különbségeire. Új bizonyítékot találtunk arra, hogy a nagyvárosi térségekben elsősorban a sokszínűségekre alapuló tudásexternáliák, a középvárosokban pedig az iparágak kognitív közelségén alapuló tudásexternáliák érvényesülnek. Az iparágak technológiai kapcsolatrendszerét is vizsgáltuk, amit felhasználtunk a vállalatok termékdiverzifikációs döntéseinek és válság stratégiáinak megértéséhez és bemutattuk a regionális fejlesztéspolitikai alkalmazásának lehetőségét is.

A vállalatok közti munkahelyváltás alapján felrajzolható egyrészt a munkavállalók személyes szakmai kapcsolathálója, másrészt a vállalatok közötti munkaerő-áramlás hálózata. A kutatás jelentős részben empirikus ökonometria elemzést használt, melyben a kapcsolatháló jellemzői magyarázó változókként szerepelnek. A kérdések vizsgálata során több típusú kapcsolatháló elemzésére került sor (munkavállalók szakmai kapcsolathálója, vállalatok közötti mobilitási kapcsolatháló, iparágak technológiai közelségi hálózata). A felhasznált adatbázisok segítségével tudtuk a vállalatok közötti munkaerő-áramlást követni, ami véleményünk szerint új utat nyit a vállalatközi tanulás empirikus elemzése számára.

A következő adatforrásokat kapcsoltuk össze és használtuk: az MTA KRTK KTI adatbankja által fejlesztett államigazgatási adatintegrációs (OEP / ONYF / MÁK / NAV / OH) adatbázis, összekapcsolva a NAV mérleg és eredmény kimutatás (XX29) adatokkal. A technológiai közelség kapcsolathálóhoz a mérleg és eredmény kimutatás adatok és a termékstatisztika (OSAP 1039) és a külkereskedelmi statisztika adatbázisok összekapcsolását használtuk. Az adatbázisok tisztítása és összekapcsolása a tervezettnél nagyobb munkának bizonyult, így hosszabb ideig is tartott a tervezettnél, de ennek eredményeképpen egyedülálló új adatok keletkeztek. Elsőként térképeztük fel a magyar vállalatok közti munka-erőáramlás hálózatát, valamint elsőként tártuk fel a magyar iparágak technológiai közelségi hálózatát („Iparági-tér”). E feltárt kapcsolathálók adatait további kutatási célokra nyilvánosan hozzáférhetővé tettük a kutatóintézetünk honlapján az adatok, változók és módszerek leírásával együtt, magyar és angol nyelven is: <http://www.mtaki.hu/relatedness/>

A kutatásunk 6 különálló, de egymáshoz kapcsolódó projektre osztható, ezek eredményeit foglaljuk össze.

1. *Munkatársi kapcsolatháló és regionális fejlődés.* A svéd partnerekkel folytatott közös kutatás új empirikus keretet kínál a társadalmi kapcsolatháló regionális gazdasági növekedésben játszott szerepének vizsgálatára. A kutatás elsőként vizsgálja a munkatársi kapcsolatháló szerepét a regionális gazdasági folyamatokban. A munkatársi kapcsolatháló elemzése különösen hasznos, hiszen a helyi tanulási lehetőségekre enged következtetni, így új magyarázatot biztosít a régiós termelékenység-növekedés különbségeire. Ezen túl az iparágakon átívelő kapcsolatok a helyi tudás-externáliák különbségeibe engednek betekintést. A projekt elsőként támasztotta alá azt a gazdaságföldrajzi központi állítást, miszerint a társadalmi kapcsolatháló sűrűsége pozitív hatással bír a régió termelékenység-növekedésére, valamint a munkatársi kapcsolatháló segítségével új bizonyítékot találtunk arra, hogy a nagyvárosi térségekben elsősorban a sokszínűségekre alapuló tudásexternáliák, a középvárosokban pedig az iparágak kognitív közelségére alapuló tudásexternáliák érvényesülnek. A kutatás eredményeit több hazai és nemzetközi konferencián bemutattuk. A tanulmányt (*Co-worker Networks, Labour Mobility and Productivity Growth in Regions*) először a Papers in Evolutionary Economic Geography working paper sorozatban publikáltuk 2015 végén (<https://peeg.wordpress.com/2015/05/13/15-13-co-worker-networks-and-productivity-growth-in-regions/>), majd az ebből született cikk a Journal of Economic Geography folyóiratban jelent meg (<https://academic.oup.com/joeg/article/17/3/635/2930618>, Q1-es besorolású folyóirat, impakt faktor: 3,648).
2. *A munkaerő-áramlás hatása a vállalati termelékenységre.* A vállalatok közti munkaerő-áramlás adatait az összekapcsolt OEP / ONYF / MÁK / NAV adatbázisokból állítottuk elő. Elsőként térképeztük fel a magyar vállalatok közti munkaerő-áramlás hálózatát és azt vizsgáltuk, hogy a munkaerő-áramlás és az általa hordozott tudástranszfer hogyan befolyásolja a vállalatok termelékenységét. Először feltártuk, e munkaerő-áramlási hálózat jellemzőit. A kutatásunk eredményei azt mutatják, hogy Magyarországon az iparág-specifikus tudás kevésbé befolyásolja az alacsony végzettségű munkaerő áramlását, viszont erősebben hat a menedzserek és szakemberek munkahelyváltásaira. A kutatás következő fázisa a szaktudásban megjelenő áttérjedési hatásokat vizsgálta, azaz, hogy hogyan befolyásolja a vállalatok termelékenységét az iparág-specifikus, vagy külföldi tulajdonú vállalatnál szerzett, vagy nagyobb termelékenységű vállalatnál szerzett tudás. Az eredmények azt mutatják, hogy a küldő és fogadó vállalatok teljesítménykülönbsége alapvetően meghatározza, hogy a beáramló munkaerő hogyan hat a vállalati teljesítményre. Ha a beáramló munkaerő nagyobb hányada érkezik magasabb termelékenységű vállalattól, akkor az szignifikáns pozitív hatással van a fogadó vállalat termelékenységére. Továbbá az eredmények azt mutatják, hogy a termelékenységbeli különbség pozitív hatását növeli az iparágak közti „technológiai közelség”. A kutatási eredményeket több nemzetközi és hazai konferencián bemutattuk, majd egy műhelytanulmányban foglaltuk össze, amit 2016-ban tettünk közzé a kutatóintézetünk műhelytanulmány-sorozatában (<http://econ.core.hu/file/download/mtdp/MTDP1610.pdf>). A tanulmányból írt folyóiratcikk (*Productivity Spillovers through Labor Flows: Productivity Gap, Multinational Experience and Industry Relatedness*) pedig a Journal of Technology Transfer folyóiratban jelent meg 2018-ban (közlésre elfogadva, online már megjelent:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10961-018-9670-8>, nyomtatott változat hamarosan megjelenik; Q1-es besorolású folyóirat, impakt faktor: 2,932).

3. *Iparágak technológiai közelségen alapuló kapcsolatrendszere Magyarországon 1995-től 2012-ig és e kapcsolatrendszer felhasználása a vállalatok termékportfólióval kapcsolatos döntéseinek és válságban követett viselkedésük vizsgálatára.* Az összekapcsolt vállalati mérleg és termékstatisztikai adatok segítségével határoztuk meg az iparágak közti technológiai kapcsolatrendszert. Az egyik jelentősége a kutatásnak módszertani: a piaci folyamatok vizsgálatára a statisztikai, ökonometria eszközök mellett a hálózat kutatás és elemzés eszközeit alkalmaztuk. Eddig a 2003-2012 közti időszakra készült el a magyar feldolgozó iparágak technológiai közelségi hálózata („iparági tér”). Az iparágak e kapcsolatrendszerét használtuk a vállalati döntések és piaci folyamatok megértéséhez. A kutatás azt vizsgálta, hogy a vállalatok termékportfóliójának kialakításában az iparágak közti technológiai közelségnek milyen szerepe van. Azt is vizsgáltuk, hogy a vállalatok termékdiverzifikációs döntései hogyan változnak válság időszakban (a 2008-2009-es válság adatait használtuk). Az eredmények azt mutatják, hogy a pénzügyi válság időszakában felerősödött a technológiai közelség szerepe: a vállalatok a profiltisztítás során nagyobb valószínűséggel szüntették-e meg, vagy csökkentették olyan termékek gyártását, amelyek a főtevékenységükhöz technológiailag kevésbé álltak közel. A kutatás eredményeit több nemzetközi és hazai konferencián előadtuk. A kutatási eredményekből elkészült a műhelytanulmány (*Related and unrelated diversification in crisis and prosperity*), amely az intézet műhelytanulmány sorozatában jelent meg (<http://www.mtaki.hu/wp-content/uploads/2018/09/MTDP1823.pdf>), majd az ebből született cikket beküldtük az Industrial and Corporate Change folyóiratba (bírálat alatt, Q1-es besorolású folyóirat, impakt faktor: 2.763).
4. *A társadalmi és gazdasági hálózatok szerepének vizsgálata a piaci tranzakciókban fellépő információs problémák kezelésében.* Olyan javak piacain, amelyek kevésbé jól definiáltak, ahol a jószág fontos jellemzői, a minőség és megbízhatóság kevésbé előre jelezhető, jelentős szerepe lehet a piaci szereplők közti kapcsolatrendszereknek. Több empirikus tanulmány megmutatta, hogy azon piacok hajlamosak a „hálózatosodásra” – abban az értelemben, hogy a piaci szereplők erőteljesen építenek a társadalmi és üzleti kapcsolatrendszerekre –, ahol nagy a bizonytalanság és/vagy jelentős információs problémák merülnek fel. Ilyen piacokon e társadalmi és gazdasági kapcsolathálóknak a vizsgálata segíthet megérteni olyan jelenségeket, amelyeket a piaci mechanizmusok hagyományos modelljei nem képesek megmagyarázni. Kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy a társadalmi és üzleti kapcsolatrendszerek milyen szerepet játszhatnak a piaci tranzakciókban felbukkanó információs problémák kezelésében. Mely piacokon és milyen feltételek esetén csökkentheti e kapcsolatrendszerek felhasználása az aszimmetrikus információból és bizonytalanságból fakadó problémákat, és hogyan hat e kapcsolatrendszerek használata a piaci tranzakciókra, árakra, piaci hatékonyságra, jólétre. Egy Megbízó-Ügynök modellt írtunk fel, amelyben megmutatjuk, hogyan lehet a társadalmi kapcsolathálót a szűrés eszközeként használni. Bár a tanulmányban az árdiszkriminációt használjuk illusztrációként, de az eredmények általánosabbak, és könnyen átvihetők minden olyan piaci interakcióra, ahol jelentős információs problémák merülnek fel és a társadalmi kapcsolatrendszereknek fontos szerepe lehet (például az álláskeresés, munkaerő-felvétel a munkaerőpiacon, mikrohitelzés és online peer-to-peer hitelzési formák a pénzügyi piacokon). Az eredményeket több nemzetközi konferencián előadtuk, majd egy műhelytanulmányban foglaltuk össze (*A Modelling of the Role of Social Networks in Market Mechanism - Social Ties as Screening Tools in Price Discrimination*), amely a kutatóintézetünk

műhelytanulmány sorozatában jelent meg (<http://www.mtakti.hu/wp-content/uploads/2018/09/MTDP1824.pdf>), és az ebből született cikket beküldtük az Economics Letters folyóiratba (bírálat alatt, Q2-es besorolású folyóirat, impact faktor: 0,902).

5. *Az iparágak közti hasonlóság mérésének hálózati módszerei és relevanciájuk a gazdaságfejlesztésben.* Ebben a projektben a kutatás korábbi fázisaiban felgyűlt módszertani újdonságok és a feltárt iparági kapcsolatrendszer regionális fejlesztéspolitikai alkalmazásait tártuk fel és tettük közzé. Az iparágak hasonlóságának mérésére számos próbálkozás történt, melyek közül a nyilvánított technológiai közelség és a szakértelmi közelség tekinthető a leginkább elfogadottnak. A kutatásunkban a magyarországi iparágak hasonlósági rendszerét vizsgáljuk a két hálózati módszer segítségével. Bemutatjuk a nyilvánított technológiai közelség és a szakértelmi közelség koncepciókat, illetve ezek empirikus módszertanát, majd szemléltetjük a hazai iparágak hasonlósági hálózatát a két módszer segítségével. Ezek után elemezzük ezek egymással és a hagyományos ágazati besorolással való viszonyát. Az országok és régiók gazdasági növekedése nagyban függ az iparágak hasonlóságának rendszerétől, ami befolyásolja új iparágak régiókban, országokban való megjelenését és sikerességét. Az utóbbi időben népszerűvé vált hely-alapú regionális gazdaságfejlesztési megközelítések (például intelligens szakosodás) kiemelik, hogy a kapcsolódó ágazatok jelenléte és helyi beágyazottsága hozzájárul a régiók hosszú távú sikeréhez. Egy ilyen jellegű stratégia a régiók gazdasági szerkezetének igen részletes ismeretét feltételezi. A gazdasági tevékenységek közötti kapcsolódási lehetőségek explicit feltérképezése, amit a kutatásunkban feltártunk, a regionális gazdaságfejlesztés információs bázisának bővítéséhez nagyban hozzájárul. Egy esetpéldán keresztül bemutattuk ezeknek a kapcsolatoknak az alkalmazhatóságát a térségi gazdasági bázis feltérképezésében, amely a helyzetelemzés szakaszában segítheti a hazai regionális gazdaságfejlesztési szakpolitikát. Ehhez példaként a Közép-Dunántúli Régió adatait használtuk és a régió gazdasági szerkezetét feltérképezve bemutattuk, hogy melyek a régió erősségei, húzóágazatai és potenciális diverzifikációs irányai. Az eredményeket egy műhelytanulmányban foglaltuk össze, amely a kutatóintézetünk műhelytanulmány sorozatában jelent meg (<http://www.mtakti.hu/wp-content/uploads/2018/08/MTDP1816.pdf>) és az ebből született cikket beküldtük a Közgazdasági Szemle folyóiratba (bírálat alatt).
6. *A munkaerő-áramlás által közvetített tudástranszfer hatása az iparágon belüli termelékenység szórására.* Számos kutatás kimutatta, hogy az egyes iparágakon belül jelentős termelékenységbeli különbségek maradnak fenn hosszú távon is. Az eddigi kutatások főképp a piaci be- és kilépések dinamikájával írta le a termelékenységbeli kiegyenlítődés folyamatát: megfelelő versenynyomás mellett a kevésbé termelékeny vállalatok kiszorulnak a piacról; és azt vizsgálták, hogy mik azok a tényezők, amelyek ezt a folyamatot korlátozzák, így lehetővé téve, hogy a termelékenységbeli különbségek fennmaradjanak. Ezzel szemben mi egy másik kiegyenlítődési folyamat lehetőségét és korlátait vizsgáljuk. Feltevésünk szerint a vállalatok termelékenységkülönbségeit a vállalatok közti tudástranszfer is csökkentheti, aminek egyik legfontosabb hordozófelülete a vállalatok közti munkaerő-áramlás. A kutatás során azt próbáljuk meg feltárni, hogy a munkaerő által hordozott tudásáramlás mennyiben csökkentheti az egyes iparágakon belül megfigyelt termelékenységszórást. Azt is megvizsgáljuk, hogy az iparágon belüli és iparágak közötti munkaerő-áramlási hálózat jellemzői hogyan befolyásolják e kiegyenlítő hatást. Ennek során vizsgáljuk az iparágak skill-relatedness kapcsolatrendszerének összefüggését az egyes iparágakon belüli vállalati heterogenitással: azt hogy a különböző iparágak közti munkaerő-áramláson keresztül az iparágak

ezen kapcsolatrendszere mennyiben magyarázza a vállalatok termelékenységbeli különbségeit, és milyen szerepet játszik e termelékenységi különbségek dinamikájában. Az eredményeink azt mutatják, hogy azon iparágakban, ahol nagyobb mértékű a vállalatok közti munkaerő-áramlás, ott kisebb mértékű termelékenység különbségek maradnak fenn. Azonban azt is feltártuk, hogy ez a hatás nem csak a munkaerő-áramlás volumenétől függ, hanem e munkaerő-áramlási hálózat strukturális tulajdonságaitól is, ami mind elméleti, gyakorlati és módszertani szempontból is fontos újdonság. Arra találtunk bizonyítékokat, hogy az egyes iparágakban a vállalatok közt feltárt munkaerő-áramlási hálózat sűrűsége, modularitása és diverzitása is befolyásolja termelékenység-különbségek kiegyenlítődését a tudástranszferen keresztül. E kérdéseket vizsgáltuk egyrészt egy empirikus ökonometriai modellben, másrészt egy ágens alapú szimulációs modellben. Az empirikus elemzésben a megfigyelési egységek a 2 számjegyű iparágak voltak (2003-2011-es időszakban). Fixhatás panelregressziókat futattunk, ahol a függő változó a TFP eloszlás (TFP range: $(p75-p25)/p50$, $(p90-p10)/p50$) és a magyarázó változók a munkaerőáramlási hálózathoz számolt hálózati mutatók (sűrűség, modularitás, diverzitás). Az eredmények azt mutatják, hogy i) a nagyobb sűrűség jobban kiegyenlíti a termelékenység-különbségeket (ha a munkaerőmobilitás több cég között oszlik el, az jobban kiegyenlíti a termelékenységkülönbségeket); ii) a kisebb modularitás (ha a vállalatok közti munkaerő-áramlási hálózat kevésbé bomlik szét elkülönülő modulokra) jobban kiegyenlíti a termelékenység-különbségeket (ha a munkaerőmobilitás zárt csoportok között valósul meg, az kevésbé egyenlíti ki a termelékenységkülönbségeket); iii) a nagyobb diverzitás növeli a termelékenység-különbségeket (minél többféle külső iparágból érkezik az iparágon belüli vállalatokhoz beáramló munkaerő, annál nagyobb termelékenységkülönbségek maradnak fenn). A kutatás eredményeit több nemzetközi konferencián előadtuk, de a műhelytanulmányon és nemzetközi referált (Q1-es) folyóiratba szánt cikken jelenleg még dolgozunk. A készülő cikk egy tömörített változatát csatoljuk mellékletként e záró beszámoló végére, hogy ezen projekt eredményeinek értékelhetőségét megkönnyítsük.

MELLÉKLET: A 6. alprojekt (*A munkaerő-áramlás által közvetített tudástranszfer hatása az iparágon belüli termelékenység szórásra*) készülő publikációjának tömörített változata

Inter-firm labor mobility networks: The effect of network characteristics on intra-industry productivity differences

Lőrincz, László, Csáfordi, Zsolt, Kiss, Károly Miklós

Abstract

Why are productivity differences maintained between firms in the same industry? Labor mobility is a means of knowledge spillovers between firms, and is particularly intense between firms of the same industry. Therefore we examine how the intensity and structure of labor mobility between firms is associated with the productivity dispersion of industries. We use econometric analysis of the Hungarian administrative and firm data in 2003-2011 on labor mobility and productivity dispersion in the first part of the paper. In the second part we present an agent-based model of labor mobility, and analyze the simulated results for better understanding the mechanisms driving the examined relationship. We find in both analyses that labor mobility itself is not sufficient to decrease productivity differences, but a dense network of mobility involving the firms is necessary. We also analyze the role of modularity of this network, and did not find its impact robust.

JEL codes: D22, J24, J60, M51

Keywords: labor mobility network, firm productivity, knowledge spillover, network characteristics, density, diversity

Acknowledgements:

The research project was financed by the Hungarian Scientific Research Fund (K112330). The development of this study was Data was developed and access was provided by the Databank of the Center for Economic and Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences. Comments, contributions by Gábor Békés, Virág Ilyés, Balázs Lengyel, Simonetta Longhi, Balázs Muraközy, Frank Neffke and Balázs Reizer are gratefully acknowledged. The authors received further suggestions at the Labor Economics Conference in Szirák, Hungary in 2016 and 2017, Conference on Mobility, Economic Transformation, and Regional Growth in Stockholm, 2017, Conference on “Challenges of Europe: Innovative Responses for Resilient Growth and Competitiveness” in Bol, Croatia, 2017, Spring Meeting of Young Economists, in Palma, 2018, Organization, Strategy and Entrepreneurship research seminar at Erasmus School of Economics, and the 58th ERSa Congress “Places for People: Innovative, Inclusive and liveable Regions” in Cork, 2018.

1. Introduction

When analyzing productivity, a high difference between firms can be observed, even within industries. Syverson (2004b) reports that in the U.S. manufacturing sectors, the productivity of firms at the 90th percentile (p90) is twice the productivity of firms at the 10th percentile (p10) on average, and it is even higher in some sectors. According to Hsieh and Klenow (2009), in China and India, the average p90-p10 TFP rate, i.e. the productivity of the firm at the 90th percentile divided by the productivity of the firm at the 10th percentile is 5:1.

Previous studies concentrated on the (lack of) market competition in explaining these differences, proxied by the dynamics of exits and entries (Syverson 2004a, 2011), or competition advantages due to export activities (Melitz 2003).

Following Arrow (1962), worker mobility has long been considered a major source of knowledge flow across firms: the hiring firm benefits from the embodied knowledge and skills of incoming labor, which has a positive effect on wages and productivity in the target company (Almeida and Kogut 1999; Zucker, Darby, and Torero 2002; Palomeras and Melero 2010; Stoyanov and Zubanov 2012) (Balsvik 2011; Poole 2013; Csáfordi et al. 2016).

This suggests that knowledge transfers between firms can decrease productivity differences, while constraints to knowledge transfers can explain why productivity differences sustain, however, we found neither theoretical model, nor empirical study in the literature connecting knowledge transfers and the longevity of productivity differences. Therefore, our aim is to fill this gap, and analyze, how mobility between firms influences within-industry productivity differences.

Since worker mobility induces knowledge transfer, our first hypothesis considers the relationship between labor mobility and productivity differences:

H.1. With increasing labor mobility, productivity dispersion within an industry decreases

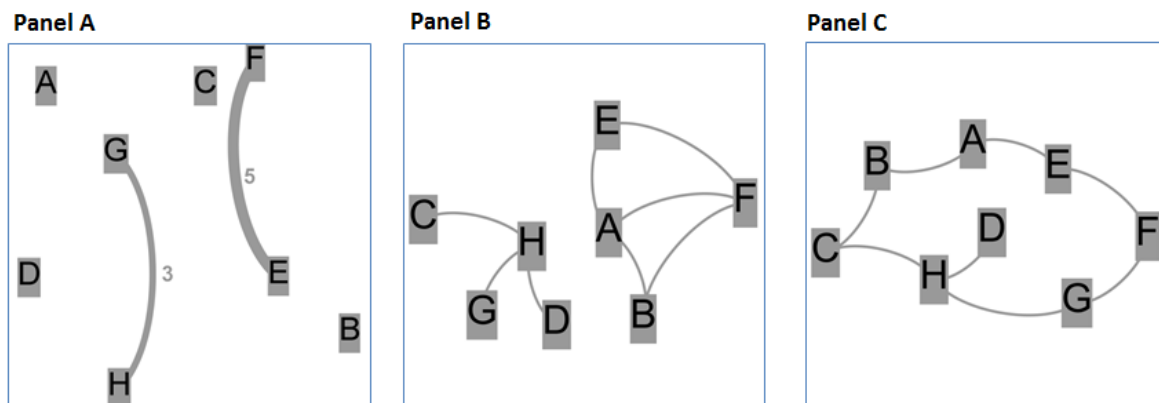
However, we argue, that not only the magnitude of labor mobility matters, but the structure, how it connects firms is also important. First, the number of firms involved in the mobility should make a difference. For example, Figure 1 represents eight firms (A-F) and eight mobile workers, represented by the weight of edges between them. We argue that in a mobility structure in Panel B contributes more to decreasing productivity dispersion, as more firms are involved in the mobility network. We will use the network measure density for capturing this phenomenon, which corresponds to the number of edges in a network compared to all potential links:

H.2. A high density of the mobility network is necessary to decrease productivity dispersion.

Beyond density, it is also interesting, whether mobility is concentrated in closed groups, or it connects firms relatively uniformly. For example, Figure 1 panel B and C both represents the same magnitude of mobility, and also networks with the same density, however, Panel B is a structure with high modularity (mobility is concentrated within subnetworks), while Panel C a lower modular structure (which is difficult to divide into concentrated subnetworks based on the existing links). We argue, that:

H.3. If the structure of the mobility is highly modular, increased mobility between these modules decrease productivity dispersion.

Figure 1. Three hypothetical mobility networks of eight firms with eight mobile workers



Our analysis of these questions consist of two main parts. First, in Section 2 we analyze Hungarian data on labor mobility and productivity dispersion. Doing this, we first present the data and our measures, then turn to results of the econometric analysis. The second main part is Section 3, where we present an agent-based model of labor mobility, and analyze the simulated results. We use this method for better understanding the mechanisms driving the relationship between labor mobility and productivity dispersion, which may help us to test the validity of the conclusions, which we can draw based on the analysis.

2. Empirical analysis

2.1. Data

We have access to the Hungarian administrative data integration database, which is an anonymized employer-employee linked panel dataset created by matching five administrative data sources, for the years 2003-2011, developed by the databank of HAS CERS. The database contains a 50% random sample of the population aged 15-74 living in Hungary in 2003 and the involved employees are traced over the period. We also know characteristics of the firms: 4-digit industry code according to the NACE'08 classification, number of employees, and specific rows of their balance sheets and financial statements including tangible assets, equity owned by private domestic, private foreign, and state owners, sales, pre-tax profits, material-type costs, personnel expenditures, the wage bill. All monetary variables are deflated by yearly industry-level producer price indices to calculate their real 2011 value. See more details on data access and data manipulation in Appendix.

2.2 Methods

2.2.1 Independent variables

Using the mobility data, we created a network of labor mobility for every 2-digit industry ($N=95$) for each year. In these networks, vertices are the firms, and the edge weights correspond to the number of workers moving between these firms.

Our first interest is the intensity of labor mobility, which we measure by the number of mobile workers compared to the total workforce of the industry. We differentiate the workers arriving from the same industry („inside-industry worker inflows”), and the number of workers arriving from a different industry („outside-industry worker inflows”), both normalized by the total workforce of recipient industry.

The second hypothesis considers density of the network, which defined by $d = \frac{E}{n(n-1)}$ for a directed network, where E is number of edges (pairs of firms in the industry, where more than zero workers moved from firm i to firm j), and n is the number of vertices (firms). The key difference between density and intensity of mobility is that density increases only if the job switching worker moves between two firms, between which there was no further labor movement within the year, thus a new edge is created in the network.

The third hypothesis refers to the extent to which the network is easily separable to subnetworks in contrast to being evenly connected. For calculation, we use the modularity measure, which is the fraction of the actual edges within the subnetworks minus their expected fraction, if the edges were created at random. We use the Louvain community detection algorithm (Blondel et al. 2008), which separates the network into subnetworks, where the modularity measure is maximal, and refer to this maximal modularity as Louvain modularity of the network.

Considering the workers arriving from other industries, we use the diversity of industries they come from as a control variable, measured by Shannon entropy ($H_i = -\sum_{j=1}^k p_{ij} \log\left(\frac{v_{ij}}{\sum_{j=1}^k v_{ij}}\right)$

where p_{ij} is the share of flows from vertex i to vertex j standardized by the size of node j , k is the degree of vertex j , v_{ij} is the edge weight).

To control for the intensity of competition, we use the share of entering and the share of exiting firms in the examined period.

2.2.2 Dependent variable: productivity dispersion

As a measure of productivity, we use the TFP approach. For the measurement, we utilize a Cobb-Douglas production function following Syverson (2011):

$$\ln Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_k \ln K_{it} + \alpha_l \ln L_{it} + \alpha_m \ln M_{it} + \gamma_i + \delta_t + \varepsilon_{it}$$

$$TFP_{it} = \hat{\alpha}_0 + \hat{\gamma}_i + \hat{\varepsilon}_{it}$$

where Y is sales revenue corrected by change in inventories, K is the capital stock measured by non-monetary assets, L is labor measured by the wage bill¹, and M is material-type expenditures, each deflated to year 2011. γ_i represents firm fixed effects, and δ_t stand for year fixed effects.

After estimating the TFP measures for the firms, we were able to calculate our dependent variables representing the industry dispersion of these productivities. We used two versions of the normalized TFP ranges: $\frac{p_{75}-p_{25}}{p_{50}}$ and $\frac{p_{90}-p_{10}}{p_{50}}$ calculated for each year and 2-digit industry following (Syverson 2004a, 2004b).

2.2.3. Empirical strategy

In this analysis we try to infer the effect of the network structure of labor mobility on productivity dispersion on the sample of 2-digit industries in Hungary in 2003-2011. However, one may plausibly assume that the relationship between these phenomena is two-fold, as productivity dispersion may also influence labor mobility: If a plant, or a group of plants happen

¹ Wage bill might be endogenous, since it depends on the productivity itself, another option could be to control for education of the workforce.

to increase productivity highly, therefore generating increased productivity dispersion within the industry, they become also more attractive to workers, which creates mobility. As cross-sectional comparisons are unable to tackle this endogeneity, we apply panel regression models for the analysis. To control for unobservable heterogeneity, e.g. that firm-specific skills are more important in some industries and less in others, which may influence both labor mobility and productivity dispersion, we use industry fixed effects in the model. To cope with the endogeneity issues, we analyze how productivity dispersion changes in each round, therefore include the lagged term of productivity dispersion to the model. Therefore, our identification of the effects comes only from changes of mobility structure within the same industry over the examined period. We also add year fixed effects to sort out time-specific general shocks.

2.3. Results

Table 1: Descriptives of the regression variables

Variable	N	Mean	SE	Min	Max
TFP Range (p75-p25 / median)	775	0.198	0.096	0	0.693
TFP Range (p90-p10 / median)	775	0.410	0.165	0	0.976
Inside-industry worker inflow	674	0.007	0.007	0	0.042
Outside-industry worker inflow	674	0.039	0.024	0	0.333
Density	686	0.001	0.006	0	0.100
Modularity	700	0.658	0.334	0	0.990
Diversity	682	0.718	0.119	0	0.847
Share of exiting firms	700	0.147	0.099	0	1.000
Share of entering firms	708	0.190	0.136	0	1.000

Table 2 shows results of the main regression model with dependent variable TFP range (p90-p10 and p75-p25, normalized by TFP median) of firms within each 2-digit industry (NACE Rev.2). Explanatory variables are network characteristics of labor mobility within an industry and also between industries. In the panel regression model, firm and year fixed effects and additional controls are included to control for heterogeneity in these factors.

Table 2. Panel regression models on productivity dispersion

Variables	TFP range (subsequent year)					
	(p75-p25) / median			(p90-p25) / median		
	Coef	SE		Coef	SE	
TFP range	0.333	0.044	***	0.162	0.044	***
Inside-industry worker inflow	9.097	2.131	***	8.260	3.237	**
Outside-industry worker inflow	0.125	0.221		-0.100	0.334	
Diversity of outside-industry inflow	0.148	0.046	**	0.300	0.069	***
Density	-1.552	0.373	***	-2.760	0.555	***
Modularity (previous year)	0.051	0.018	**	-0.021	0.028	
Modularity (previous year) x inside inflow	-9.430	3.037	**	-10.107	4.615	*
Share of exiting firms	-0.212	0.436	***	-0.103	0.067	
Share of entering firms	0.163	0.039	***	0.269	0.059	***
Year FE	Yes			Yes		

Industry FE	Yes	Yes
Observations	501	501
R-squared	0.866	0.885

*Notes: Measures correspond to current year, unless other period noted. Significance levels
*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$*

In **Table 2**, the positive coefficient of inside-industry worker inflow suggests that a higher magnitude of mobility within the sector do not decreases but increases the TFP dispersion, i.e. causes inequalities in TFP between firms within a sector. However, this holds with controlling for the other network variables, most importantly density of the network. The negative coefficient of density imply that a more dense network contributes more to the narrowing of the TFP range, i.e. balances out differences in TFP within a sector. Altogether, these suggest that high level of labor mobility itself is not associated with decreased productivity dispersion (in contrast to H.1.), but a dense network between firms is necessary for productivity dispersion to decrease (in accordance with H.2.).

H.3. considered that if the labor mobility network is highly modular, mobility connecting these subnetworks may decrease productivity dispersion. We measure this effect by including the interaction term of modularity of the network in the previous year with mobility in the current year. The estimated coefficient of this interaction is negative in both specifications, which corresponds to the hypothesis H.3.

The share of exiting firms lowers TFP differences within an industry, because firms typically exit from the bottom of the TFP distribution.

We control for the share of new (entering) firms, and exiting firms as a proxy for intensity of the competition. The intensity of exits is associated with decreased productivity dispersion, which we expected, however, the share of new firms increase the subsequent productivity dispersion. A reason can be that the new firms enter to the bottom of the TFP distribution, still have to incur fixed costs in their first year, and they only reach higher productivity later.

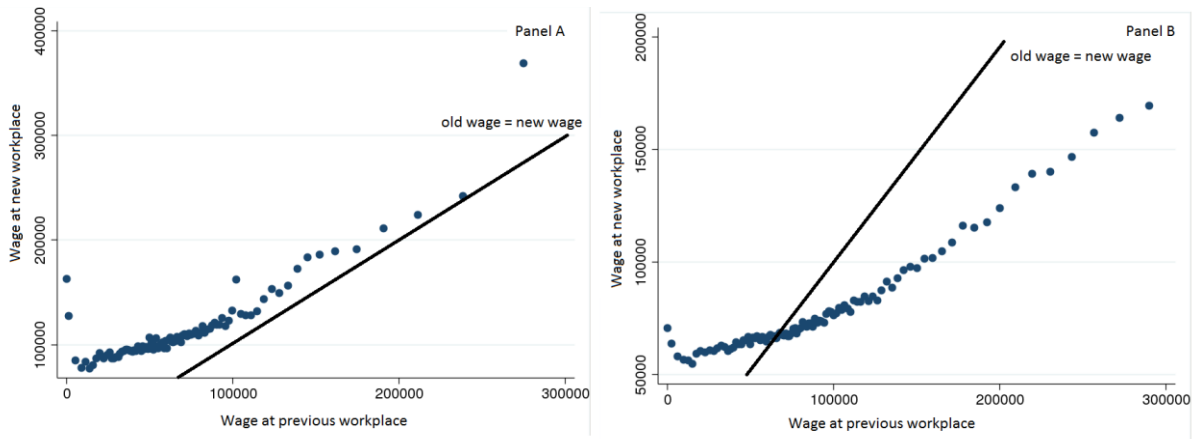
3. Agent based modelling

When creating a model of labor mobility, we would like to start from standard assumptions in (labor) economics, that workers maximize their utility firms maximize their profits. We also require from our model to reflect some general empirical observations in labor economics. These are:

1. Larger firms are more productive
2. Larger firms pay higher wages.

This second phenomenon is not only visible in cross-sectional comparison, but is also true regarding labor mobility if we compare the wage of mobile workers (Figure 2).

Figure 2: Old and new wages of mobile workers, if they move from a small firm to a big one (Panel A) or from a big firm to a small one (Panel B)



We also try to implement previous empirical observations about the effect of labor mobility on productivity (Stoyanov and Zubanov 2012; Csáfordi et al. 2016), specifically:

3. Positive productivity difference between the source and the recipient firm increase productivity, but
4. negative productivity difference do not have an effect.

3.1. Initial setting

We start our model by initially distributing the N_W workers across the N_F firms. We first generate an initial heterogeneity in the firms' productivity according to uniform distribution: $A = U\{0,1\}$. We assume that a fixed β share of this productivity is paid to the worker as wage, thus the wage of each worker at firm j is $W = \beta A_j$. In addition, each i worker has a firm-specific non-wage utility, μ_{ij} which is also drawn from a uniform distribution, $\mu_{ij} = U\{-0.5, 0.5\}$. This adds a heterogeneity in worker's preferences to the model. Therefore, workers maximize across firms their total utility, $W_j + \mu_{ij}$ (we do not assume decreasing marginal utility of the wage). We may note the following properties of this setting:

- Workers are homogenous in the sense that they do not have different skills. This is a key difference to search-and-matching models of (Lise, Meghir, and Robin 2016) and (Lopes de Melo 2018), as our goal is not to analyze the sorting of workers by ability to firms.
- We may think of the parameter β as the bargaining power of the workers (generally), which in this case is not specific to the worker-firm relation, however, practically, we can manipulate the weight of the non-wage utility compared to wage through this parameter.
- This setting is similar to the search-and matching model of (Nagypál 2007) with the simplification that we assume that β is not relational-specific and exogenous.

In the model we assume perfect information, therefore, workers choose initially the firms to maximize their utility, which is additive in its wage and non-wage component ($W_j + \mu_{ij}$). This setting nicely reproduces our assumptions about the distribution of firms sizes and wages, as more productive firms pay higher wages, thus they are more likely to attract more workers.

3.2. Introducing mobility

We base labor mobility in our model on changes of worker's preferences over their life-cycle. Accordingly, we assume, that in each period, non-wage utility of an S share of workers are changed, therefore their μ_i vector are re-set (over the same uniform distribution). These workers reconsider their optimal workplace. However, we also assume, that if they move to another firm, the new firm may utilize some of their experience, creating a productivity spillover. We specify this the following way. The movement of a worker from firm a to firm b yields:

$$\begin{cases} A'_b = A_b + \frac{(A_a - A_b)\delta}{N_b} & \text{if } A_a > A_b \\ A'_b = A_b & \text{if } A_a \leq A_b \\ A'_a = A_a, \end{cases}$$

where A' is the changed productivity parameter, $\delta < 1$ is a parameter representing the transferability of knowledge, and N_b is the number of workers at firm b . This specification is identical to (Stoyanov and Zubanov 2012; Csáfordi et al. 2016), assuming that the weight of new knowledge brought by a single worker decreases by the number of incumbent workers, and also corresponds to the empirical findings that negative productivity difference do not make a change. We also assume, that the departure of a worker do not decrease the productivity of her former employer.

Turning back to the decision on mobility, we assume that this productivity spillover is built into the wage offer, so firms offer wage based on their future productivity, and that mobility of workers are costly, therefore workers change workplace only if their benefit exceeds a switching cost parameter, SC . Therefore, the worker i switches from firm a to firm b if:

$$\begin{cases} \mu_{ib} + \beta \left(A_b + \frac{(A_a - A_b)\delta}{N_b} \right) > \mu_{ia} + \beta A_a + SC & \text{if } A_a > A_b \\ \mu_{ib} + \beta A_b > \mu_{ia} + \beta A_a + SC & \text{if } A_a \leq A_b \end{cases}$$

If productivity of a recipient firm was increased due to mobility, we assume that this firm also increases the wages of its incumbent worker accordingly, from $W = \beta A_j$ to $W' = \beta A'_j$, so there will be no wage differentials within the firm between the workers (who are assumed to be similar in skills). This positive externality of the new knowledge on the wage of incumbent workers is in line with the results of Poole (2013). It follows that mobility influences the optimal choice of those workers too, whose preferences were intact. Therefore, we re-consider their workplace choice accordingly.

At this point, we need to turn back to the trigger of the mobility decision in our model. This was shocks in preferences of the workers, which is not a trivial choice in labor models. A more common assumption would have been to base mobility on the motivation of workers to earn higher wages. It must be noted that assuming similar productivity spillovers, and eliminating non-wage utilities from the model, a firm may find a wage offer, which is sufficient to attract a worker from a more productive firm. However, in this case the new worker must be paid more than incumbent ones at the firm (as $\delta < 1$). In the next period, after the spillovers happened, this may yield that workers within the firm have same marginal productivity, but they are paid differently, which contradicts a basic assumption of labor economics. Moreover, it may also mean that workers coming from big (productive) firms to small (less productive) firms experience a wage increase, which contradicts empirical wisdom. Furthermore, arguments can be made in favor of our assumption that preferences of workers sometime change.

In this model we can manipulate the extent of mobility by the switching cost parameter. However, in order to manipulate the modularity of the labor mobility network, we introduce a further element: cities. In this aspect, we try to keep our model as simple as possible. We create two cities, and distribute the firms between them randomly. The significance of inclusion cities will be, that if workers would like to move between firms, which are in different cities, they also face a relocation cost in addition to the cost of switching. This modifies the condition under which worker i moves from a more productive firm a to a less productive firm b the following way:

$$\begin{cases} \mu_{ib} + \beta \left(A_b + \frac{(A_a - A_b)\delta}{N_b} \right) > \mu_{ia} + \beta A_a + SC & \text{if firm } a \text{ and } b \text{ are located in the same city} \\ \mu_{ib} + \beta \left(A_b + \frac{(A_a - A_b)\delta}{N_b} \right) > \mu_{ia} + \beta A_a + SC + RC & \text{if firm } a \text{ and } b \text{ are located in different cities.} \end{cases}$$

where RC is the relocation cost parameter. We expect that with high RC parameter, between-city mobility will decrease, and modularity of the mobility network increase.

3.3. Equilibrium

In this setting the following dynamics can be observed. If a worker moves from a less productive firm to a more productive one, the productivity difference between them do not change. However, if a worker moves from a productive firm to a less productive one, the difference in productivities decreases. Therefore, productivity differences will continuously decrease, unless there is no mobility in the system. However, in the reality we experience persistent mobility

and productivity differences, so it would be a nice property of the model to reflect this. Therefore, we introduce a force of divergence to the model, which will be innovation.

We borrow the idea from the “escape competition” model of Aghion and Griffith (2008), and assume that more productive firms are more likely to successfully develop a productivity-enhancing innovation. (However, we assume that others do not imitate the innovators, but learn through labor mobility).

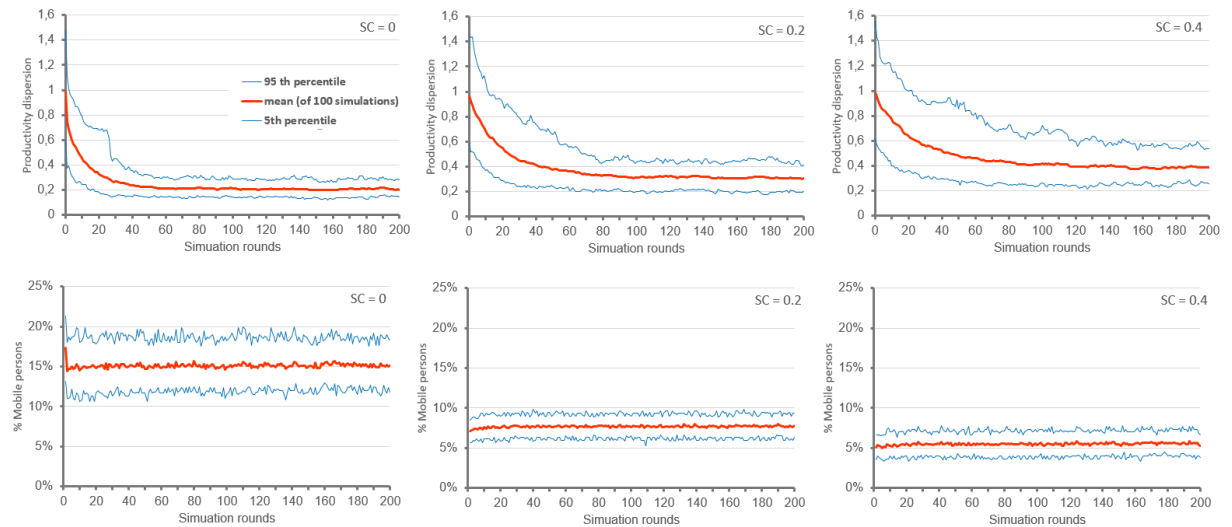
In our system in each round one firm innovates, and increases its productivity by INN . The likelihood of each firm to become the successful innovator is proportional to their productivity, thus

$$pr(\text{innovator} = a) = \frac{A_a}{\sum_j A_j}.$$

Having done this, only a final adjustment is necessary. It is that we deflate the productivities by the change of the average productivity of all firms in each round. This is necessary, because otherwise the productivity would grow continuously in our system, which would result in higher wages, therefore the weight of the non-wage element in the workers’ choice would slowly but continuously vanish.

After including innovation to the model, it produces the persistent mobility and productivity dispersion, over a reasonable set of parameters. After an initial adjustment, the simulations stabilize on an equilibrium level of mobility and productivity dispersion. It is also visible, that if we increase switching costs, this equilibrium level of productivity dispersion decreases and the level of mobility increases (Figure 3).

Figure 3. Productivity dispersion and mobility over 200 steps in 100 simulations



Parameters: $N_p = 300$ persons, $N_f = 30$, $S = 0.1$, $\beta = 0.5$, $\delta = 0.3$, $RC = 0$, $INN = 0.1$

Intuitively, the presence of a stable level of productivity dispersion originates from the following two factors. First, if a firm gets more productive, it attracts more workers, and grows bigger, on the expense of the others, which become smaller. However, these small firms benefit more if they can gain a worker from the more productive one, as the mobile worker's knowledge disperses easier in a small community. This is represented by the inclusion of the number of the recipient firm's workers (N_b) in the denominator in the spillover formula:

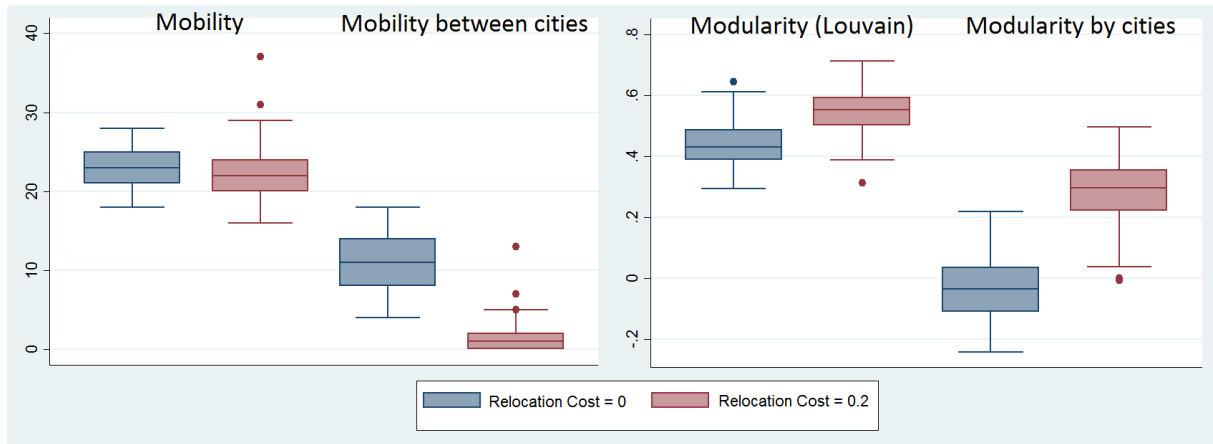
$$A'_b = A_b + (A_a - A_b)\delta/N_b$$

Additionally, as the firm grows bigger, the chance increases, that the randomly selected worker, who experience a shock in its non-wage utility, will be drawn from that firm.

Obviously, if mobility costs increase over a certain threshold, the chance increases that a firm can escape from its competitors in a distance, where the productivity spillovers and the shock in non-wage utility cannot compensate the wage differentials any more, therefore it slowly overtakes the whole labor market.

With increasing the relocation cost between cities, the mobility altogether do not decrease substantively, however, the mobility between cities decrease. This causes a moderate increase in the Louvain modularity of the mobility network. When considering the modularity (the fraction of the actual links within the subnetworks minus their expected fraction, if the edges were created at random) for the two cities, as subnetworks a more pronounced increase can be observed.

Figure 4. The effect of relocation cost on mobility and modularity



Box: mean and interquartile range. Results of 100 simulations in step 101 with parameters: $N_p = 300$ persons, $N_f = 30$, $S = 0.1$, $\beta = 0.5$, $\delta = 0.3$, $SC = 0.2$, $INN = 0.1$

3.4. Statistical analysis of the simulation results

Our hypotheses consider the impact of mobility, and the network structure of mobile workers on productivity dispersion. The simulation model makes it clear, that between mobility and productivity dispersion, different relationships are present. First, mobility costs increase productivity dispersion, and decrease mobility, as we have seen on Figure 1. Therefore, when comparing simulations with different mobility costs, a negative correlation between mobility and productivity dispersion would appear. However, if we analyze the relationship between mobility and productivity dispersion within a simulation, still two further are present. What is our main interest, the occurred mobility balances productivity differences. On the other hand, productivity dispersion sets the potential wage gain from mobility, therefore it may increase mobility toward high productivity firms.

To sort out the selection effects, we analyze the changes within simulations, therefore we use panel regression models with fixed-effects on the simulations. To cope with the endogeneity issue, we analyze, how productivity dispersion changes in each round, therefore include the lagged term of productivity dispersion to the model. Corresponding to H.2, we include the density of the mobility network as an independent variable. With regard to H.3, we include the lagged term of the modularity of the network, and its interaction with mobility in the current period. For the measurement of mobility, we analyze the effect of the Louvain modularity in model 1, and the modularity level between cities in model 2. We analyze 100 simulations for 100 periods. The periods cover the steps 101-200, as this interval represents an equilibrium level of mobility and productivity dispersion², after the initial adjustment. We simulated $N_p=300$ persons, and $N_f=30$ firms with the following parameters: mobility share: $S=0.1$, $\beta=0.5$, $\delta=0.3$, mobility cost: $SC=0.2$, relocation cost: $RC=0.2$, and gain from innovation: $INN=0.1$.

Results indicate, that mobility itself is not sufficient to decrease productivity dispersion, but the density of the labor mobility network, what actually does. These observations are in line with H.2, and correspond to the results of the empirical analysis.

Results regarding the modularity of the network are consistent with the empirical results in the sense that they do not support H.3. In Model 1, the interaction term of the modularity of the network in the previous period and the mobility are insignificant. In Model 2 we introduced a measure, which corresponds better to H.3 as here we interact the modularity of the network by the two cities from the previous period with the mobility between the two cities. The difference compared to Model 1 and the empirical analysis of Section 2 is that here we directly use the mobility between subnetworks (cities), and not the mobility altogether in the system as interaction term. In this specification the results are consistent with H.3. suggesting that high mobility between previously less connected cities decrease productivity dispersion.

Table 3. Panel regression models of the simulation results on productivity dispersion

	Model 1	Model 2
dependent variable:	productivity dispersion (t)	productivity dispersion (t)
productivity dispersion (t-1)	0.873***	0.873***

² There is no significant difference in mobility and productivity dispersion between step 101 and 200 over the 100 simulations based on paired samples t-test.

	(0.00486)	(0.00485)
mobility (t)	0.000437	0.000306
	(0.000658)	(0.000205)
density (t)	-1.033***	-1.051***
	(0.374)	(0.374)
Louvain modularity (t-1)	0.000944	
	(0.0270)	
Louvain modularity (t-1) x mobility (t)	-0.000163	
	(0.00118)	
Modularity by cities		0.00116*
		(0.000666)
Modularity by cities (t-1) x mobility between cities (t)		-0.00567*
		(0.00331)
Constant	0.0415***	0.0443***
	(0.0147)	(0.00293)
Observations	10,000	10,000
Number of simulations	100	100

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

4. Conclusions

We have shown empirically that labor mobility within industries is associated with the change in industries' productivity dispersion. However, it is not the magnitude of the mobility, which balances productivity differences, but a dense network involving the firms is necessary for this. We analyzed the role of modularity, and we found that if mobility network is characterized by high modularity, thus relatively well separable to subnetworks, it is accompanied by a subsequent high mobility, and the productivity dispersion decreases.

To better understand the dynamics of this process, we developed an agent-based simulation model corresponding to empirical evidence on productivity spillovers through labor mobility and existing search-and-matching models. When comparing the simulations with different parameters, we find that increased switching costs are associated with decreased intensity of labor mobility and density of the network, and increased equilibrium level of productivity dispersion. To separate the effect of intensity of labor mobility and the characteristics of the labor mobility network, we run panel regression estimations within the simulations. Results confirmed our empirical analysis that the increased density of the network is necessary to decrease productivity dispersion. However, these regressions did not confirm our empirical results considering the modularity of the network. Note, that in these regressions we analyzed the outcomes within the same simulation (using fixed-effects). Therefore the results are based on fixed switching cost levels, and reflect only effects due to the dynamic changes of the mobility networks. If we consider the different level of labor mobility as a proxy for switching costs in our empirical analysis, than not the regressions within the simulations, but the cross-sectional comparison of simulations with different switching cost level corresponds to it.

Although our results are consistent on the effect of the labor mobility on productivity dispersion, we do not analyze, which factors influence mobility exogenously, or to put another way, what are the elements of the switching costs, we are analyzing. Firm specificity of human capital, uncertainty about the knowledge spillovers, or geographical distribution of the firms are candidates for this, however, future research is necessary on examining the role of these factors.

On the other hand, our research may have direct implications on regional policy, as we show that a dense network structure between firms as an important factor of regional knowledge spillovers. Analysis of this phenomenon in a regional policy context is also an aim of the authors in the Central-Transdanubia Region of Hungary.

References

- Aghion, Philippe, and Rachel Griffith. 2008. "Competition and Growth: Reconciling Theory and Evidence." <http://eprints.ucl.ac.uk/16507/>.
- Almeida, Paul, and Bruce Kogut. 1999. "Localization of Knowledge and the Mobility of Engineers in Regional Networks." *Management Science* 45 (7): 905–17.
- Arrow, Kenneth. 1962. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention." In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, 609–626. Princeton University Press. <http://www.nber.org/chapters/c2144.pdf>.
- Balsvik, Ragnhild. 2011. "Is Labor Mobility a Channel for Spillovers from Multinationals? Evidence from Norwegian Manufacturing." *The Review of Economics and Statistics* 93 (1): 285–297.
- Blondel, Vincent D., Jean-Loup Guillaume, Renaud Lambiotte, and Etienne Lefebvre. 2008. "Fast Unfolding of Communities in Large Networks." *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment* 10008: 1–12.
- Csáfordi, Zsolt, László L\Horincz, Balázs Lengyel, and Károly Miklós Kiss. 2016. *Productivity Spillovers through Labor Flows*. Institute of Economics, Centre for Economic and Regional Studies, Hungarian Academy of Sciences. <http://real.mtak.hu/35639/1/MTDP1610.pdf>.
- Hsieh, Chang-Tai, and Peter J. Klenow. 2009. "Misallocation and Manufacturing TFP in China and India." *The Quarterly Journal of Economics* 124 (4): 1403–1448.
- Lise, Jeremy, Costas Meghir, and Jean-Marc Robin. 2016. "Matching, Sorting and Wages." *Review of Economic Dynamics*, Special Issue in Honor of Dale Mortensen, 19 (January): 63–87. <https://doi.org/10.1016/j.red.2015.11.004>.
- Lopes de Melo, Rafael. 2018. "Firm Wage Differentials and Labor Market Sorting: Reconciling Theory and Evidence." *Journal of Political Economy* 126 (1): 000–000.
- Melitz, Marc J. 2003. "The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity." *Econometrica* 71 (6): 1695–1725.
- Nagypál, Éva. 2007. "Labor-Market Fluctuations and on-the-Job Search."
- Palomeras, Neus, and Eduardo Melero. 2010. "Markets for Inventors: Learning-by-Hiring as a Driver of Mobility." *Management Science* 56 (5): 881–895.
- Poole, Jennifer P. 2013. "Knowledge Transfers from Multinational to Domestic Firms: Evidence from Worker Mobility." *Review of Economics and Statistics* 95 (2): 393–406.
- Stoyanov, Andrey, and Nikolay Zubanov. 2012. "Productivity Spillovers across Firms through Worker Mobility." *American Economic Journal: Applied Economics*, 168–198.

- Syverson, Chad. 2004a. "Market Structure and Productivity: A Concrete Example." *Journal of Political Economy* 112 (6): 1181–1222.
- . 2004b. "Product Substitutability and Productivity Dispersion." *The Review of Economics and Statistics* 86 (2): 534–550.
- . 2011. "What Determines Productivity?" *Journal of Economic Literature* 49 (2): 326–365.
- Zucker, Lynne G., Michael R. Darby, and Maximo Torero. 2002. "Labor Mobility from Academe to Commerce." *Journal of Labor Economics* 20 (3): 629–660.