

dc_177_11



Faculty of Business Administration

MTA doktori tézisgyűjtemény

Dobos Imre

**Vállalati termelési-készletezési stratégiák
környezetvédelem figyelembevételével:
Optimális irányítási megközelítés**

Budapest 2012



MTA doktori tézisgyűjtemény

Dobos Imre

Vállalati termelési-készletezési stratégiák környezetvédelem figyelembevételével: Optimális irányítási megközelítés

Budapest 2012

Tartalom

1.	Kutatási előzmények és a téma indoklása	4
2.	Felhasznált módszerek	8
3.	Az értekezés eredményei	9
3.1.	A kormányzati környezetvédelmi szabályozás hatása a vállalati termelési-készletezési stratégiára	9
3.2.	A szennyezési jogok bevezetésének hatása a vállalati termelési stratégiára	10
3.3.	Termelési-készletezési politikák a visszutas logisztikában	11
3.4.	A modellekből levonható eredmények	12
4.	Főbb hivatkozások	15

1. Kutatási előzmények és a téma indoklása

Környezetvédelmi problémák felmerülése és kezelése, valamint az ezzel kapcsolatos problémák közgazdasági vizsgálata mintegy ötven évre tekint vissza. Ezen elemzések többsége a környezetszennyezés nemzetgazdasági hatásaira és annak kezelésére tér ki. A vizsgálatok elsősorban azt taglalják, hogy kormányszatnak milyen szabályozó eszközöket kell alkalmaznia, hogy elkerülje, vagy legalábbis csökkentse a gazdaság által kibocsátott szennyező anyagok mennyiségét. A kutatások a vállalatok oldaláról azt kísérlík meg előrejelezni, hogy egyes mikroökonómiai modellekben milyen módon reagálnak a vállalatok meghatározott szabályozási eszközökre. Ezek a vállalati viselkedést modellező vizsgálatok szinte kizárólag a vállalatok statikus reakcióit mutatják be e szabályozási eszközökre, és arra próbálnak meg választ adni, hogy az adott eszközzel elérhetőek-e azok a célok, amelyeket a kormányzat maga elé tűzött ki.

A disszertáció célja az, hogy a vállalatok termelési-készlezetési stratégiájában fellépő változásokat elemezze környezetvédelmi mellékfeltételek figyelembe vétele mellett. Mivel a termelésstervezési folyamatok időben zajlanak le, ezért főként *dinamikus* oldalról vizsgáljuk a vállalati reakciókat.

A vállalatok a környezetvédelmi kihívásokra kétféle módon reagálhatnak: passzívan, és aktívan.

Passzív reakció esetén a vállalat egy alkalmazkodási folyamatot hajt végre az aktuálisan vizsgált kormányzati környezetvédelmi szabályozásra. Ez azt jelenti, hogy a vállalkozás ekkor nem önállóan dönt a saját a szennyezési stratégiájáról, hanem előre megadott paramétereknek próbál megfelelni. A kormányzat ekkor *direkt (közvetlen, normatív) szabályozással*, normák rendszerével élhet, ami modellezési oldalról egy kibocsátási korlát felállítását jelenti. A másik fontosabb szabályozási módszer az *indirekt (közvetett, gazdasági) szabályozás*, amikor externalizálni próbálják a szennyezést egy, a kormányzat által meghatározott, a kibocsátás egységére kivetett adóval. (A továbbiakban nem foglalkozunk a vállalati emissziók mérésének problémájával. Feltételezzük, hogy a mérhetőség problémája tökéletesen megoldott.)

Aktív reakciók esetén a vállalat maga határozza meg, hogy mekkora emisszióval él, a rendelkezésre álló szennyezési mértéket maga szerzi be, a szennyezési mennyiséget (kvázi) piacon eladható-beszerezhető áruknak tekintve. Ezt azért nevezhetjük aktív reakciónak, mert a vállalat nem megfelel egy kívülről adott paraméternek, hanem piaci alapon dönt a tervezési horizonton az emissziók nagyságáról. Az ilyen eszközöket és az általa létrehozott piacot a *szennyezési jogok piacának* nevezzük. Ez a gazdasági szabályozási módszer tekinthető a normatív és gazdasági szabályozás keverékének is, ugyanis a termelő vállalat maga szerzi be piaci áron a szennyezési kibocsátási korlátját.

Aktív vállalati környezetvédelmi reakciónak tekinthető a *visszutas logisztika* is. A visszutas logisztika során a vállalatok visszaveszik a fogyasztási folyamatból visszaáramló használt termékeiket, és azt szétszerelve a keletkező részegységeket, vagy alkatrészeket a saját vagy más vállalati folyamataikban újrahasználik. Ezt azért nevezhetjük aktív reakciónak, mert az esetek jelentős részében a vállalatok piaci alapon vásárolják vissza az általuk gyártott, de fogyasztási folyamatból már kivont termékeket, hulladékokat. (A dolgozatban nem foglalkozunk azzal az esettel, amikor a vállalatnak visszavételi kötelezettséget ír elő a döntéshozó. Az ilyen problémák modellezési szempontból nem eredményeznek szignifikánsan más modellezési feladatot.)

A dolgozat egésze tehát e három vállalati környezetvédelmi reakciót vizsgálja főként dinamikus optimalizálási modellek keretében. A dinamikus optimalizálási modellek megoldásához az orosz matematikus, Lev Szemjonovics *Pontrjagin* nevéhez fűződő *maximumelvet* használjuk, mint optimalizálási módszert.

A dolgozat eredményei 1996 és 2005 között különböző egyetemeken folytatott kutatásaim során keletkeztek. A környezetvédelmi téma fontosságára és időszerűségére figyelmemet Prof. Dr. Knut Richter hívta fel, aki mellett tudományos munkatársként dolgoztam 1994 és 1999 között az Europa-Universität Viadrina Frankfurt (Oder) egyetemen, s munkakapcsolatunk azóta is tart. Prof. Dr. Klaus-Peter Kistner mellett az Universität Bielefeld egyetemen 1999-2000-ben három félévet töltöttem el, ahol főleg a visszutas logisztikai folyamatok optimális irányítással történő modellezhetőségét vizsgáltam. Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni mindkettőjüknek szakmai tanácsaikért. 2001 és 2005 között a dolgozat egy fontos részének megírását a Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetemen, illetve a Budapesti Corvinus Egyetemen fejeztem be. Külön

köszönettel tartozom Dr. Czakó Erzsébet egyetemi docens asszonynak, a Vállalatgazdaságtan Intézet igazgatójának azért, hogy az utóbbi években kutatásaim háttérének feltételeit biztosította számomra.

A disszertáció négy fejezetből tevődik össze. Az első fejezetben azt mutatom be, hogy a német vállalatgazdaságtani kutatások hogyan emelték be a környezetvédelmi problémákat a vállalati termeléselméletbe (Betriebswirtschaftliche Produktionstheorie). Meg kell jegyezni, hogy ez egy jellegzetesen német nyelvterületre (Németország, Ausztria és Svájc) jellemző fejlődési trend, amely a nyolcvanas és kilencvenes években zajlott le. Nagyon sok tekintetben a mai nemzetközi kutatásokat is megelőzve zajlottak ezek a vizsgálatok. Napjaink nemzetközi konferenciáin köszön vissza az a kérdéskör, amelyet a német termelési-logisztikai kutatásokban már láthattunk. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a klasszikus német felsőoktatásban a termelésmenedzsmentet (Produktionswirtschaft, Produktionsplanung) úgy vezetik be, hogy vállalatgazdaságtani termeléselméletet oktatnak egy félévig, és csak ezután adják elő az angolszász világban ismert *Operations Management*-hez hasonló problémaköröket. Ezt azért mutatom be, mert – ismereteim szerint – a magyar termelési-logisztikai kutatók-oktatók alig ismerik a német nyelvterület eredményeit.

A második fejezetben a vállalatok termelési-készletezési stratégiáját elemzem a kormányzati direkt és indirekt szabályozás esetén. Itt arra keresem a választ, hogy a két szabályozási eszköz „simítja-e” a vállalati termelési politikát, azaz a szennyezési csúcsokat sikerül-e elkerülni, amivel a környezetszennyezés nem is összessége, de kilengése, fluktuációja csökkenthető. Két alfejezetben más-más költségfüggvényt feltételezve keresem a feltett kérdésre a választ, míg a harmadik alfejezet egy kombinált eszköz működését mutatja be. Ebben a modell típusban a szennyezési norma alatt nem kell fizetni kibocsátási díjat (adót), de ha a vállalat átlépi ezt a normát, akkor minden egységnyi szennyezésért fizetnie kell. Ez utóbbi modellt Yigal Gerchak izraeli kutató javaslatára végeztem el 1996-ban.

A következő fejezet három részmunkája a szennyezési jogok bevezetésének hatását elemzi. Arra a kérdésre keresünk választ, hogy ez a piackonform környezetvédelmi eszköz simítja-e a termelési-készletezési stratégiát. Meg kell jegyeznünk, hogy e két modell dinamikus környezetet tételez fel, az első rész tanulmány kivételével. Makroökonómiai termeléselméleti dolgozatok eddig nem elemezték a szennyezési jogokat, ezért ez új megközelítésnek tekinthető.

A negyedik, utolsó fejezetben a visszutas logisztika problémáit elemeztük dinamikus kontextusban. Ez a rész is, mint a megelőző két fejezet is, három modellt tartalmaz. Az első alfejezetben egy olyan visszutas logisztikai modellt vizsgáltunk, amelynek a költségfüggvénye egy lineáris függvény. A következő rész egy Arrow-Karlin típusú modellt vizsgált. Az utolsó részfejezet egy célprogramozási modellt mutat be, azaz a tervezési időhorizonton elérendő termelési és készletezési szintek a tervezési periódus elején ismertek. Az ilyen modelleket nevezi az irodalom HMMS- (Holt-Modigliani-Muth-Simon-)típusú modelleknek. A három modellből az első és a harmadik kezeli azt az esetet is, amikor a visszaáramló anyagokat a vállalat - például minőségi hibák miatt – nem használja fel, azaz nem munkál meg újra.

2. Felhasznált módszerek

A dolgozatban felhasznált módszertan a normatív, optimalizáló technikák közé tartozik. Ezen belül is főleg a *Pontrjagin-féle maximumelv* megszokott algoritmusait és technikáit használjuk fel.

Két részfejezet a *nemlineáris optimalizálás* módszerét alkalmazza. A modellek célfüggvényei konkávak, ami garantálja az optimalitás szükséges és elégséges feltételeit.

A környezetvédelem termeléselméletbe történő beépítésének bemutatásához az elérhető irodalmakat összefoglalása megtörtént. Ez *irodalmi áttekintésnek* tekinthető, mint felhasznált módszer.

3. Az értekezés eredményei

3.1. A kormányzati környezetvédelmi szabályozás hatása a vállalati termelési-készletezési stratégiára

Az disszertáció első fejezetében bemutattuk, hogy a direkt és indirekt kormányzati környezetvédelmi szabályozást hogyan lehet a vállalatgazdaságtani termeléselméletbe beépíteni. A direkt, vagy normatív szabályozás – matematikai szempontból – azt jelenti, hogy a kibocsátásokra (emissziókra) egy felsőkorlátot építünk be a vállalati modellbe. Ezzel szemben az indirekt, vagy gazdasági szabályozás során a vállalat költségfüggvényébe épül be egy pótlólagos költségelem, ami lehet termékdíj, amit tekinthetünk akár szennyezési adónak is. A korábbi vizsgálatok e két szabályozási eszköz vállalati termelési politikára gyakorolt hatását statikus körülmények között elemezték. Arra nem adtak választ, hogy milyen időbeli kihatása van e két fontosabb szabályozási eszköznek.

A bemutatott három modell ezt az időben lezajló folyamatot vizsgálja. Ha az időben tovagyűrűző folyamatokat akarjuk elemezni, akkor azt a kérdést tehetjük fel, hogy ezek a kormányzati környezetvédelmi szabályozási eszközök milyen irányba terelik a vállalatok termelési stratégiáját, a szennyezés kibocsátási értékek időben milyen irányba térnek el ezen eszközök bevezetése után. Az ilyen típusú vizsgálatok tehát komparatív statikai elemzésnek is tekinthetők. A szabályozási eszköz bevezetésével a döntéshozó valamilyen célt követ, esetünkben ez a kibocsátások minimalizálását, csökkentését jelenti. Mivel itt időben lezajló folyamatokról van szó, ezért a kibocsátások „csúcsainak” lefaragása, csökkentése is célállá válhat. Ezt nevezi a termelésmenedzsment irodalom simítási problémának, vagyis egyféle kiegyenlítési feladatnak. A termelésimítás (production smoothing) a vállalat célja, hogy a kapacitásait időben viszonylag állandó szinten tartsa, amivel a kapacitáskihasználtság egyenletessé válik, azaz jobban tervezhető. A környezet szempontjából az ilyen simítás azt jelenti, hogy a környezetnek leadott kibocsátások válnak egyenletessé, ami megkönnyítheti a környezet emissziós felvevő képességét, öntisztulását. A vállalat szempontjából ismert az a tény, hogy mindenféle szabályozás eltéríti a piacon kialakuló árakat, így most annak mértékével nem foglalkozunk.

A fejezet három modellje közül az első kettő a két szabályozási eszköz működését mutatja be két különböző célfüggvényt feltételezve. Az első, HMMS-típusú modellben a céloktól történő eltérést, vagyis egy célprogramozási probléma keretei között tekintjük. A második modellben

azt tételezzük fel, hogy a vállalat a releváns termelési költségeit minimalizálja egy konkáv modellben. A konkáv termelési költségek feltételezése általános a termelésmenedzsmentben, de a készletgazdálkodásban is, mivel egy pótlólagos termék legyártásának határköltsége csökkenő a fixköltség problematika miatt. A két cikket természetesen össze is lehetett volna dolgozni a szabályozási eszközök, azaz a határérték- és környezetterhelési díj szabályozás szerint is. Azért nem a szabályozási eszközök szerint csoportosítottam a fejezet alfejezeteit, hogy megtarthassam a publikálásnak megfelelő struktúrát.

A harmadik alfejezet a két szabályozási eszköz egy keverékét elemzi egy Arrow-Karlin-féle, konvex modell keretei között. Itt azzal a feltételezéssel élünk, hogy a környezetterhelési díjat csak akkor kell fizetni, ha az előírt szennyezési normát a vállalat átlépi.

A fejezet eredménye, hogy a vállalatnak ugyan többletköltségeket okoz a szabályozási eszközöknek történő megfelelés, de a környezet szennyezési terhelése egyenletesebb lesz, vagyis a simítási tulajdonság teljesül.

3.2. A szennyezési jogok bevezetésének hatása a vállalati termelési stratégiára

A szennyezési jog bevezetését két fázisban hajtják végre. Először minden vállalat egy adott szennyezőanyag, pl. CO₂ piacán kap egy induló mennyiséget. Az induló szennyezési kibocsátást leosztó eljárást angolul „grandfathering”-nek hívják. Ennek megállapítása alapulhat az elmúlt néhány év megfigyelési alapján. A második fázisban a vállalatok a rendelkezésre bocsátott szennyezési emisszióval kereskedhetnek, azt adhatják-vehetik, de szigorúan be kell tartaniuk azt a szabályt, hogy a náluk maradt szennyezési jognál többet nem szennyezhetnek egy adott időperiódusban. Ezzel a szennyezést piaci áruvá alakíthatjuk át. Ettől a mechanizmustól az várható, hogy a környezetbarát technológiával rendelkező vállalatok szennyezési jogot adnak el, amivel pótlólagos bevételhez jutnak, míg a szennyezőbb technológiával rendelkező vállalatoknak jogot kell venniük, amivel költségesebben tudják a termékeiket előállítani. Tehát az a várakozás a szennyezési jogokkal szemben, hogy olyan technológiák irányába tolja a vállalatokat, amelyek környezetkímélőek.

A szennyezési jogokat és azok piacát a közgazdasági szakirodalom a játékelmélet segítségével modellezi. Azonban kevés dolgozat foglalkozik azzal, hogy a vállalatok hogyan reagálnak a szennyezési jogok bevezetésére, hogyan módosul a termelési stratégiájuk a bevezetés után. Ebben a fejezetben a szennyezési jogok vállalatokra gyakorolt hatását elemezzük.

A vállalatok szempontjából – matematikai oldalról – a szennyezési jogok egy kombinált környezetterhelési díj – norma szabályozásnak tekinthetők, azzal az eltéréssel, hogy a szennyezési jog beszerzés/eladás költsége kerül a költségfüggvénybe, és nem a környezetterhelési díj összege.

Az első részfejezetben azt vizsgáljuk, hogy a vállalati termeléselméletbe hogyan építhető be a szennyezési jogok politikája. A második és harmadik alfejezet a szennyezési jogokat egy Arrow-Karlin modellben vizsgálja, és arra keres választ, hogy vajon ez a piaci alapú módszer a környezet szempontjából kímélőbb megoldás-e, mint a kormányzati szabályozási technikák. A két részfejezet közötti különbség abban áll, hogy az utóbbi cikkben megengedtük az árváltozást is időben.

Az utóbbi két fejezettel foglalkozó dolgozatot az utóbbi időben neves folyóiratokban hivatkozták, és Tom Tietenberg, a szennyezési jogok „pápája” által a szennyezési jogokat tárgyaló cikkeket gyűjtő WEB-oldalra is felkerült:

Tradable Permits Bibliography compiled by Tom Tietenberg, General Background/Modeling Issues, (updated 11/2006),
www.colby.edu/personal/thtieten/tradable_permits_backgroun.htm

3.3. Termelési-készletezési politikák a visszutas logisztikában

A modern gazdaság egyre inkább szembesül a természetes erőforrások beszűkülésével. A meg nem újuló erőforrások készleteinek csökkenése a gazdaság szereplőit arra kényszeríti, hogy korlátozottan rendelkezésre álló ásványi anyagokat megkímélje. Ez a koncepció vezet a fenntartható fejlődés vállalati gazdálkodásba történő átültetésének szükségességéhez. A dolgozat ezen részének célja a környezettudatos anyag- és készletgazdálkodás matematikai modelljeinek vizsgálata.

A környezettudatos anyag- és készletgazdálkodást a magyar szakirodalomban az utóbbi időben nevezik visszutas logisztikának, inverz logisztikának, de néha hulladékkezelési logisztikának is. A magyar szóhasználat tehát nem egységes a terület megnevezésére. Angol elnevezése azonban meglehetősen egységes: „reverse logistics”. E kifejezésnek legtalálhatóbb magyar megfelelője talán a visszutas, esetleg reverz logisztika. A jelenleg is használt inverz logisztika kifejezést azért nem javasolt használni, mert annak angolul az „inverse logistics” felel meg, amit csak nagyon szűk körben – főleg Japánban - használnak a nemzetközi irodalomban, ezért fordítási zavart okozhat.

Európában és az Egyesült Államokban a „reverse logistics” terjedt el. Így a terület magyar elnevezését a dolgozatban visszutas logisztikának választom.

A fejezet három különböző, a visszutas logisztikához kapcsolódó készletmodellt mutat be. E készletmodellek viszonylag rövid múltra tekinthetnek vissza. A modellek visszutas logisztikai kiterjesztésének igénye főként az 1990-es évek közepén vált hangsúlyossá. A kutatási irány közelmúltbeli elhanyagoltságát mutatja, hogy az 1980-as években egyetlen dolgozat sem jelent meg ezen a területen. Az Európai Unió környezetvédelmi szabályozásának kapcsán a visszutas logisztika újra kiemelten fontossá vált. A nagy kutatóműhelyekben a modellek alkotása napjainkban is folyik, jelenleg a téteknagyság modellek területén a hiánykezeléses modellek kidolgozására fókuszálnak. A jelen dolgozatban kizárólag hiány nélküli modelleket mutatjuk be, nevezetesen az összes elérhető.

A bemutatott három modell mindegyike arra a kérdésre keres választ, hogy a termelés, újrafeladolgozás és hulladékkezelés tevékenységeket a tervezési időhorizonton milyen sorrendbe válassza meg a döntéshozó, és ennek a kérdésnek az eldöntésére adunk javaslatokat a cél- és költségfüggvények ismeretében.

A fejezet első és harmadik részfejezetében a hulladékkezelés is döntésre váró tevékenység, míg a második részfejezetben minden visszaérkező használt termék újra feldolgozható, azaz a minősége jó. A fejezet első dolgozatában lineáris költségfüggvényt, míg a harmadikban HMMS-típusú, célprogramozási költségfüggvényt vizsgálunk. A második részfejezetben egy Arrow-Karlin-féle konvex költségfüggvényt tételezünk. A visszutas logisztikai tevékenységek egymásutániságának megállapítása után mind a három modellre az optimális pálya előállítását is bemutatjuk.

3.4. A modellekből levonható eredmények

A dolgozatban a vállalati reakciókat vizsgáltuk környezetvédelmi mellékfeltételek mellett. Az említett környezetvédelmi mellékfeltételek a kormányzati direkt és indirekt szabályozást, a szennyezési jogok alkalmazását és a használt termékek újrafelhasználását, azaz a visszutas logisztikát jelentették. A dolgozat modelljei nagyrészt dinamikus, időben zajló folyamatokat mutattak be, amelyhez az optimális irányítás módszerét alkalmaztuk.

A dolgozat első fejezetében azt mutattuk be, hogy a *vállalatgazdaságtani termeléselméletbe hogyan lehet beilleszteni a környezetvédelmi szempontokat*. A fejezet tudományos

szempontból nem tartalmaz új megközelítést, hanem azt a német vállalatgazdaságtani irodalmat foglalja össze, amely a vállalati termelés környezeti vonzatait vizsgálja. Közgazdasági oldalról elemezve a problémát, nem történt más a németországi kutatásokban, mint a környezeti erőforrásokat, mint externáliákat internalizálták. Ezt azért tarottam fontosnak bemutatni, mert ez magyar nyelven még sehol sem került publikálásra. Másik oldalról, ez az bevezetés a később tárgyalt modellek elméleti alapjának fogható fel, még ha csak statikus szemléletben is.

A *kormányzati környezetvédelmi politika* vállalati termelésre gyakorolt hatását a második fejezetben mutattuk be. Ennek keretében a normatív és gazdasági szabályozás esetleges bevezetését tekintettük parciális modellekben, arra keresve a választ, hogy a kormányzati környezetvédelmi politika eléri-e a célját azzal, hogy az emissziós csúcsokat időben csökkenti. Azt láttuk be, hogy ezt a célt – a vállalati termelés simításán keresztül – a kormányzat eléri, függetlenül a költségfüggvény konkrét alakjától. Ez a kijelentés akkor is igaz lesz, ha egy kombinált normatív-gazdasági szabályozási eszközt alkalmaz a kormányzat. Azonban meg kell jegyezni, hogy ezek a környezeti szabályozási eszközök nem tekinthetők optimálisnak, piackonformnak, mert a piac áralakító mechanizmusait kikapcsolják, ezzel az árakat eltérítik a racionális, hatékonyságot mérő nagyságuktól.

Az előbb említett hiányosságot pótló szabályozási mechanizmus lehet a *szennyezési jogok piacának* a bevezetése. Ezt a szabályozási módszert a harmadik fejezetben vizsgáltuk. Ez a módszer mindenképpen piackonformnak tekinthető, és a piaci áralakulást a szennyezések internalizálásán keresztül éri el, a szennyezéseket mintegy beárázva. Ez a piaci mechanizmus pedig – a várakozások szerint - odavezet, hogy azon termelők piaci előnybe kerülhetnek, amelyek technológiája környezetkímélőbb, és ezzel a szennyezési jogok eladásával többletbevételhez juthatnak. Vizsgálataink azt mutatták, hogy a vállalat reakciója ekkor is az, hogy simítja a termelését, ezzel a környezeti terhelést is.

A negyedik, utolsó fejezetben a *visszutas logisztikát* elemeztük. A kérdés ezzel kapcsolatban úgy merül fel, hogy a termelés, újrafeldolgozás és hulladékkezelés tevékenységeit hogyan ütemezze a vállalat. Úgy is feltehetjük a kérdést, hogy mi legyen előbb: a termelés, vagy az újrafelhasználás, és mikor végezze a vállalat a hulladékkezelést. Ezen túl az is kérdésként merül fel, hogy az optimális termelési-készletezési stratégiákat hogyan állítsuk elő?

dc_177_11

A bemutatott modellek nagyobbik része impaktfaktoros folyóiratokban jelent meg, és viszonylag jól hivatkozott.

4. Főbb hivatkozások

A disszertációba került dolgozatok nagyobbik része eddig angolul jelent meg, így magyar nyelven e dolgozat keretein belül érhető el először. A dolgozatba felvett munkák nem egyeznek meg teljesen a folyóiratokban elfogadottakkal és megjelentekkel, hanem bővebb változatok, amelyek műhelytanulmányként kerültek kiadásra. Ezt azért adjuk ebben a formában közre, mert ezzel a problémák struktúrája jobban áttekinthetővé válik. A megjelent változatok ugyanis sokszor azért lettek rövidebbek, mert a kiadók sokszor korlátozzák a megjelentetett dolgozatok oldalszámát.

A disszertációba felvett dolgozatok összes idézettsége 182, míg összesített impaktfaktora 3,094. A disszertáció a következő dolgozatokat tartalmazza a(z) (al)fejezetek számával együtt:

1. fejezet.

A környezeti tényezők beépítése a termeléselméletbe, 93. Műhelytanulmány, (2012), BCE Vállalatgazdaságtan Intézet, Versenyképesség Kutató Központ

Független idéző: -

Impaktfaktor: -

2.1. alfejezet

Production-Inventory Control under Environmental Constraints, International Journal of Production Economics 56-57 (1998), 123-131

Független idéző: 15

Impaktfaktor: 0,166

2.2. alfejezet

Production strategies under environmental constraints: Continuous time model with concave costs, International. Journal of Production Economics 71 (2001), 323-330

Független idéző: 4

Impaktfaktor: 0,288

2.3. alfejezet

Production Strategies under Environmental Constraints in an Arrow-Karlin Model, International Journal of Production Economics 59 (1999), 337-340

Független idéző: 6

Impaktfaktor: 0,227

3.1. alfejezet

Szennyezési jogok hatása a vállalati termelési stratégiára, 25. sz. Műhelytanulmány (2002),
Vállalatgazdaságtan tanszék, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem

Független idéző: 1

Impaktfaktor: -

3.2. alfejezet

The effects of emission trading on production and inventories in the Arrow-Karlin model,
International Journal of Production Economics (2005), 93-94, 301-308

Független idéző: 11

Impaktfaktor: 1,008

3.3 alfejezet

Tradeable permits and production-inventory strategies of the firm, International Journal of
Production Economics 108 (2007), 329-333

Független idéző: 6

Impaktfaktor: 0,995

4.1. alfejezet

Production-Inventory Strategies for a Linear Reverse Logistics System, Discussion Paper No.
431 (1999), 30 S., Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Universität Bielefeld

Független idéző: -

Impaktfaktor: -

4.2. alfejezet

Optimal Production-Inventory Strategies for a Reverse Logistics System, (with K.-P. Kistner),
In: Dockner, E. J., Hartl, R. F., Luptáčík, M., Sorger, G. (Eds.): Optimization, Dynamics, and
Economic Analysis: Essays in Honor of Gustav Feichtinger, (2000), Physica-Verlag,
Heidelberg, New York, 246-258

Független idéző: 8

Impaktfaktor: -

4.3. alfejezet

Optimal production-inventory strategies for a HMMS-type reverse logistics system,
International Journal of Production Economics 81-82 (2003), 351-360

Független idéző: 131

Impaktfaktor: 0,410