

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**A LEAN MENEDZSMENT ALKALMAZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI AZ
ÉPÍTŐIPARI LOGISZTIKÁBAN**

Sztrapkovics Balázs

Témavezető:

Dr. habil Oláh Judit

egyetemi docens



DEBRECENI EGYETEM

Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok

Doktori Iskola

Debrecen, 2020

1. A KUTATÁS ELŐZMÉNYEI, CÉLKITŰZÉSEI ÉS A KUTATÁSI HIPOTÉZISEK BEMUTATÁSA

A lean menedzsment a XX. század végén terjedt el széleskörűen az európai termelő vállalatok között. Első körben az autóiipari vállalatok sajátították el a lean filozófiát és alkalmazták a lean eszközöket. Ez érthető tekintve, hogy a lean menedzsment alapját a Taichii Ohno által kidolgozott Toyota Production System jelentette, azaz az alapok is az autóiiparból eredeztethetők (KRAFCIK, 1988). A termelő vállalatok sikereit látva megkezdődtek a kutatások a lean menedzsment eszközeinek más jellegű folyamatok fejlesztésére történő alkalmazására. A lean menedzsment építőipari folyamatokban történő alkalmazásának kutatása az Egyesült Államokban kezdődött, napjainkra a skandináv országokban és Dél-Amerikában is megvalósult több gyakorlati megvalósítás. Az építőipari folyamatok nagyon speciálisak, hiszen jellemzően projektjellegűek, azaz rövid ideig valósulnak meg egy adott helyen, emiatt sokszor a termeléshez képest más módszertannal kell alkalmazni a lean eszközöket. Alapvetően elmondható, hogy eredményes volt a lean menedzsment alkalmazása az építőipari folyamatokban, amellett, hogy láthatóvá váltak a bevezetés nehézségei is. Kutatásaim során többször felügyeltem, illetve részt vettem a lean menedzsment logisztikai folyamatokban történő bevezetésében, valamint fejlesztésében. Több projektben is jelentős sikereket tudtunk elérni a filozófia raktári meghonosításával, valamint a lean eszközök raktári folyamatokban történő alkalmazásával. Látható, hogy a lean logisztikai területen történő alkalmazásában jelentős megtakarítási lehetőségek rejlenek.

Látva a lean logisztikai alkalmazásában rejlő lehetőségeket, valamint az építőipari folyamatokban is megvalósuló lean fejlesztéseket, kutatásom témájaként a lean menedzsment építőipari logisztikában történő alkalmazási lehetőségeit választottam.

A kutatásom fő célja a jelenleg a feldolgozóiparhoz képest tapasztalható építőipari hatékonyság lemaradás okainak feltárása, és javaslattevés arra vonatkozóan, hogy a jövőben hogyan valósulhat meg az építőipari folyamatok hatékonyságának „felzárkóztatása”. Látható, hogy a nemzetközi gyakorlatban már vannak példák a lean menedzsment szigetszerű alkalmazásaira. Céлом a lean rendszer szintű alkalmazásának kialakítása az építőipari logisztikai folyamatokban.

A dolgozatom alaphipotézise a szakirodalom áttekintése, elemzése, valamint saját kutatásaim alapján az, hogy a feldolgozóiparban nagy sikerrel alkalmazott lean menedzsment bevezetése nem csak az építőipari folyamatokban, de az építőipari logisztikában is lehetséges, illetve alkalmazásával jelentős hatékonyságnövekedés érhető el az építőipari ellátási lánc valamennyi tagja számára, és megvalósíthatóvá válik a húzó elvű anyagellátás.

Célkitűzéseimet – melyeket dolgozatom első fejezete tartalmazza – az alábbi pontokban foglalom össze:

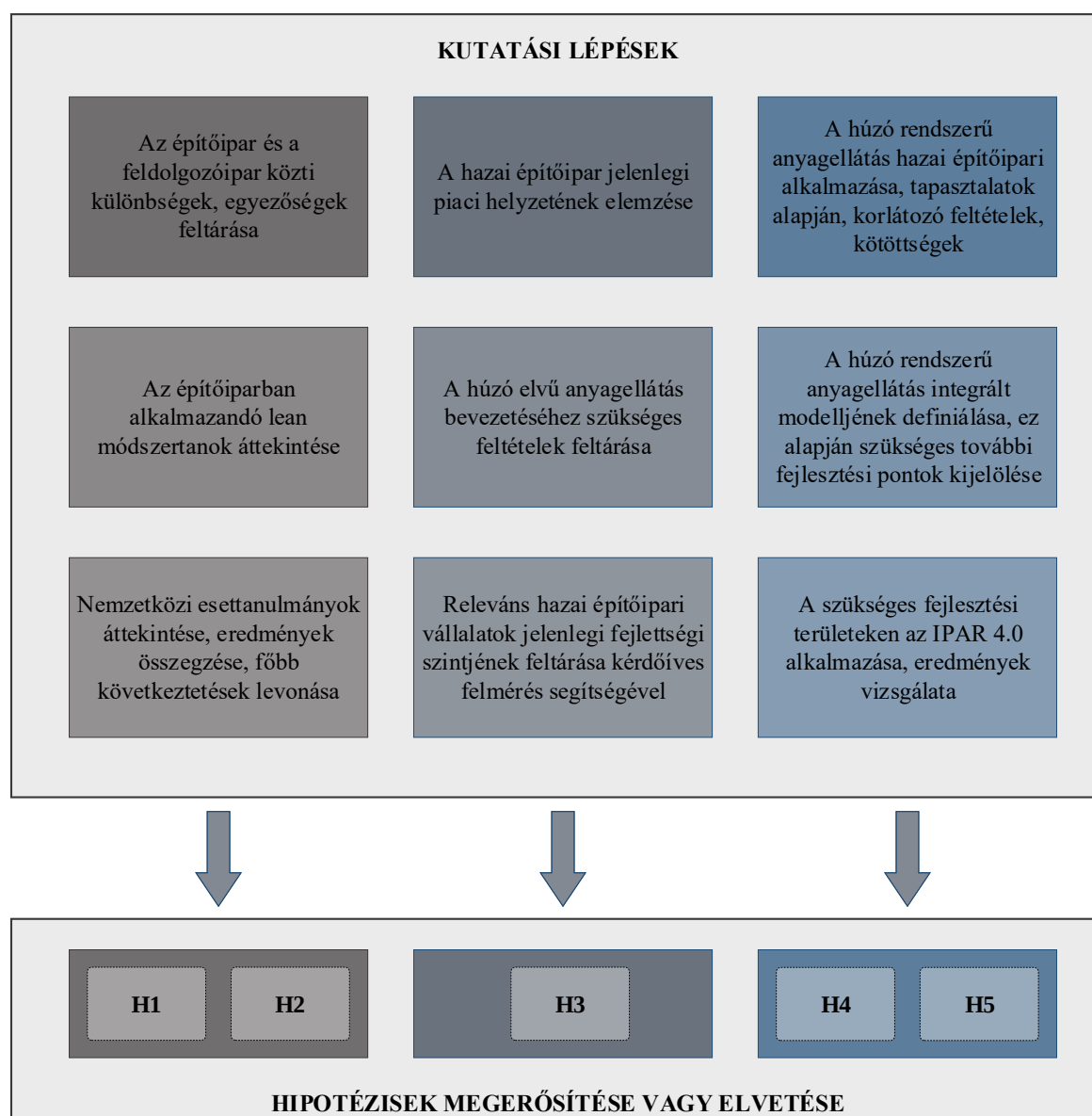
- C1. Az építőipar és a feldolgozóipar folyamatainak fejlettségi szint alapján történő összehasonlítása, a hatékonyságból adódó különbségek okainak feltárása és az eltérő iparági jellegek folyamatokra gyakorolt hatásainak elemzése.
- C2. Az építőipari logisztika, mint terület lehatárolása, sajátosságainak feltárása, a terület főbb feladatainak és funkcióinak összegyűjtése, majd ezen információk alapján az építőipari logisztika definiálása.
- C3. A lean menedzsment egyes eszközeinek építőipari alkalmazását bemutató esettanulmányok és szakirodalmak rendszerezése, elemzése, majd az eredmények értékelését követően annak eldöntése, hogy mely eszközök alkalmazhatóak hatékonyan az építőiparban.
- C4. Projekttervezési módszertanok és azok rendelkezésre álló szoftveres támogatásainak áttekintése, esettanulmányokon keresztül gyakorlati alkalmazhatóságuk elemzése, fejlesztési irányok kijelölése.
- C5. A hazai építőipar jelenlegi helyzetének áttekintése, egyrészt a főbb gazdasági folyamatok tekintetében, másrészt a jelenlegi ellátási lánc fejlettsége szempontjából, a felmérés eredményei alapján eldönteni, hogy alkalmasak-e a hazai építőipari vállalatok jelenleg a lean elvű anyagellátási módszertanok bevezetésére.
- C6. Lean elvű anyagellátási módszertanok gyakorlati bevezetése a hazai építőipari logisztikában, az eddigi esettanulmányok áttekintése, valamint a hazai bevezetés tapasztalatai alapján ezen eszközök ellátási lánc szintű alkalmazásának lehetőségeinek feltárása.

A célkitűzésekhez és a fő hipotézishez kapcsolódó mellék hipotéziseim a következők:

- H1. Az építőipar feldolgozóipartól jelentősen eltérő jellege ellenére, a feldolgozóiparban már sikerrel alkalmazott lean módszertanok bizonyos korlátok és sajátosságok figyelembevételével eredményesen alkalmazhatóak az építőiparban is.
- H2. A lean menedzsment építőiparban történő bevezetésével az építési projektek környezetterhelési is jelentős mértékben csökkenthető.
- H3. A hazai építőipar széleskörű iparági felmérése, valamint gyakorlatban bevezetésre került projektek megvalósítása, mely alapján megállapítható, hogy az iparági (ellátási lánc szinten), valamint vállalati folyamat fejlettségi szinten is több területen fejlesztésre szorul a húzó rendszerű anyagellátás bevezetéséhez.
- H4. A lean építőiparban alkalmazott projekttervezési módszertanba és az azt támogató szoftverekbe hatékonyan integrálhatók a készlet nyilvántartási és rendelési, valamint alapanyag felhasználási funkciók, lehetővé téve a készletek valós idejű követését. Az időszakos készletkontrollok megvalósíthatók az Ipar 4.0 iránymutatásának megfelelően automatizáltan intelligens eszközök segítségével. A húzó rendszer megvalósításával lehetővé válik a just in time (éppen időben filozófia) alkalmazása, ezzel jelentősen csökkentve a telephelyen tárolt készletmennyiségeket.

2. ADATBÁZIS ÉS AZ ALKALMAZOTT MÓDSZEREK ISMERTETÉSE

Az értékezés elkészítéséhez a klasszikus értelemben vett kutatómódszertani lehetőségeket vettem igénybe. Szekunder és primer kutatásokat egyaránt végeztem a téma alapos megismerésének céljából. Jelenleg Magyarországon nincsen a lean építőipari alkalmazásaival foglalkozó szakmai szervezet, sem jelentősebb magyar nyelvű kutatás a témában, ezért a nemzetközi szervezetek eredményeit tudtam beépíteni kutatásaimba. A hazai gyakorlatban egyelőre nem alkalmazták a lean menedzsmentet az építőiparban, így ezen esettanulmányok felkutatása is a nemzetközi gyakorlatokból lehetséges. A kutatás során a leginkább jegyzett internetes publikációs adatbázisokon túlmenően (Science Direct, Web of Science, és Google Scholar), valamint a Lean Construction Institute 2019-ig publikált eredményeit is alapul vettem.



1. ábra: A kutatási modell

Forrás: Saját szerkesztés

A hazai és nemzetközi szakirodalom áttekintése után kijelöltem a kutatás fő fókuszát. Az irodalmi áttekintés alapján látható, hogy az építőipari logisztikában „szigetszerűen” alkalmaznak bizonyos eszközöket. Kutatásom fő fókusza ezen eszközök integrációs lehetőségeinek feltárása, valamint továbbfejlesztése az Ipar 4.0 elvei mentén, mindemellett a haza adaptációs lehetőségek feltárása. Szükségessnek tartottam a hazai építőipari vállalatok jelenlegi fejlettségi szintjének feltárását, és megjelölni azon pontokat melyek fejlesztése szükséges a lean menedzsment haza építőipari logisztikában történő alkalmazásához.

2.1. Primer adatgyűjtés

A 2014-2018 között elvégzett országos szintű szakértői interjúk felmérés első lépésként megállapítottam a felmérés fő céljait, hiszen ezen célok alapján kell megfogalmazni az interjú kérdéseit. A személyes interjúk főbb céljai a következők voltak:

- Feltárni az építőipari vállalatok beszállítókkal való kapcsolatát, és a jelenlegi beszállítói szerkezetet. A kapcsolat esetében fontos szempont, hogy a felmérés eredményeként eldönthető legyen, hogy mely kapcsolatmenedzsmenti modell (tranzakció orientált modell, kapcsolat orientált modell, stratégiai partnerkapcsolat) MORAUZKI - LAJOS, (2016) jellemző a hazai építőiparra, hisz ez alapvetően meghatározza a just in time (éppen időben) alkalmazhatóságát.
- Pontos képet adjon a felmérés a megrendelés-kezelési folyamatokról. Milyen rendszerekben és kommunikációs csatornákon történik a megrendelések feladása, hogyan zajlik ezen megrendelések visszaigazolása, valamint visszakövetik-e a megrendelések teljesülését. A felmérésnek választ kell adnia arra, hogy a hazai vállalatok rendelkeznek-e standard megrendeléskezelési és követési rendszerrel, és amennyiben nem akkor annak bizonyos elemei rendelkezésre állnak-e.
- A felmérés során fel kell tárni, hogy a hazai vállalatok milyen alapanyag nyilvántartási rendszert használnak jelenleg. Hogyan adminisztrálják az egyes alapanyagok felhasználását, hogyan történik a bevételezési folyamat. A fő kérdés rendelkeznek-e a hazai építőipari vállalatok pontos készletadatokkal, milyen megbízhatóságúak ezek az adatok. Ha ugyanis nem kellően megbízhatóak a meglévő készletadatok, akkor nem vezethető be sem a kanban, sem a just in time az

anyagellátási folyamatokba, hiszen mindkettőnek elengedhetetlen feltétele a készletszintek pontos ismerete.

- Ahhoz, hogy az anyagellátás tervezhető legyen szükséges az egyes építési műveletek normaidejének ismerete, hiszen ezen normaidők alapján kalkulálható, hogy mikor végeznek az egyes műveletekkel, azaz milyen ütemben fogynak az egyes alapanyagok. Amennyiben megvannak az időadatok akkor kérdés, hogy azok elegendően pontosak-e.
- Az anyagellátás ütemezéséhez szükséges, hogy a vállalatok rendelkezzenek az operatív műveleti szintre lebontott projekttervvel, melyet időszakosan felülvizsgálják, azaz a projektterv alkalmas arra, hogy az alapján előre jelezhető legyen az alapanyagigény.

A következő lépés az interjú módszertanának a kiválasztása. A helyes interjú módszertan kiválasztása kulcskérdés az adatgyűjtés eredményessége szempontjából. Az interjúknak alapvetően három típusa ismeretes, valamint jellemzően alkalmazott a kutatások során (NICKEY, 1995):

- Struktúrált kérdőíves felmérés, zárt eldöntendő és osztályozandó kérdésekkel.
- Nyílt kérdőíves felmérés, mely főként zárt eldöntendő, és osztályozandó kérdéseket tartalmaz, azonban tartalmaz nyílt válaszadásra lehetőséget adó kérdéseket. A kérdőívtől eltérés nem megengedett, plusz kérdések feltételére nincsen lehetőség (ROGERS, 2018).
- Feltáró szakértői interjú, mely bizonyos témakörök mentén tesz fel nyílt válaszadásra lehetőséget adó kérdéseket, ahol az interjúalany részletesen kifejtheti az álláspontját, véleményét. Ezen interjúk nem kötöttek lehetőség van plusz kérdések feltételére, amennyiben ezt szükségesnek érzi a kérdező (NICKEY, 1995), (GUBRIUM et al., 2012).

A 2012-2013-ban végzett előzetes iparági felmérések során nyilvánvalóvá vált, hogy az iparági szereplők többsége számára a célokban szereplő fogalmak többsége ismeretlen, így a kérdőíves felmérés típusokat, mint módszertanokat ki kellett zárnom, ugyanis félő volt, hogy a résztvevők ismeretbeli hiányosságai miatt nem adtak volna a helyzetnek megfelelő választ, illetve várhatóan szükség lehet plusz kérdések feltételére. A fentiek miatt feltáró

(személyes) szakértői interjúk elvégzése mellett döntöttem, mely lehetőséget adott számomra, hogy mélyreható ismereteket szerezzek az adott vállalat folyamatairól, fejlettségi szintjéről, majd ezen ismeretek alapján el tudom dönteni, hogy az adott vállalat megfelel-e az adott kritériumnak. A feltáró szakértői interjú lehetőséget ad plusz kérdések feltételére, esetlegesen a kérdések magyarázatára, melyet mindenképpen szükségesnek ítéltem tekintve a résztvevők alacsony jártasságát a lean menedzsmentben.

A felmérés céljainak megfogalmazása után a következő lépés a mintavételi keret meghatározása, azaz melyek azok az építőipari cégek melyeket érdemes felkeresni a felmérés során, hiszen relevánsak számukra a fentiekben vázolt területek. A mintavételi keret definiálásához szükséges volt megismerni a hazai építőipari projektek felépítését. Ezt követően meghatároztam a kutatás mintavételi keretét adó vállalatok körét, ahol a kritériumokat a szekunder adatgyűjtés eredményeire alapoztam, a hazai építőipari vállalatok jellemzőinek meghatározásában az ÉVOSZ (Építési Vállalkozók Országos Szakszövetsége) volt segítségemre. Ahhoz hogy az interjúkban szereplő vállalatok válaszait általánosítani tudjuk adatelemzési és reprezentativitási vizsgálatokat végeztem, mely alapján megállapítható hogy a szakértői interjú vizsgálat reprezentativitása, és általános megállapítások tehetők a teljes sokaságra vonatkozóan. Az interjúkat 2014 és 2018 között végeztem, a négyéves időtartam oka, hogy a minél nagyobb elemű mintavétel érdekében igyekeztem a lehető legtöbb releváns hazai vállalatot felkeresni.

Ugyanakkor az elsőkörös piaci felmérések alapján nyilvánvalóvá vált, hogy az alvállalkozók jó része csak bizonyos részfeladatra szerződik, kizárólag emberi erőforrást és munkagépet biztosít, az anyagok kezelése nem képezi jellemzően az alvállalkozói szerződések tárgyát, így esetükben sem releváns a felmérés kitöltése. Ahogyan azt a nemzetközi gyakorlat is mutatja, az anyagok nyilvántartása és kezelése csak a nagyobb projektek esetében lényeges kérdés, hiszen kisebb projektek esetében a résztvevők szakmai tapasztalatukra alapozva is kellő pontossággal tudják megbecsülni az anyagok fogyását, valamint ezen projektek esetében egy ember képes átlátni a projekt különböző lépéseit. Azon vállalatok esetében érdemes elvégezni a felmérést, melyeknek releváns tapasztalata van nagyobb projektek területén, hiszen azok esetében melyek csak egy két jelentősebb projektet hajtottak végre nem rendelkeznek bejáratott standardokkal, még kialakulóban vannak ezek a folyamatok. A magyar építőipari piacon nagyon sok vállalat nem tanúsít

tisztességes piaci magatartást. Nyilvánvalóan ezen vállalatok sem relevánsak a felmérés szempontjából, hiszen az alapanyag gazdálkodásukat, más a szokásos piaci szempontokon túlmutató tisztességtelen magatartásukból eredeztethető motiváció is alakítja, mely kutatásomat csak torzítaná.

A fenti megállapításokat összefoglalva az alábbi feltételek teljesülése esetén képezi részét egy vállalat a kutatás mintavételi keretének:

1. Nem csak a feladatok koordinálását és átadását felügyeli, hanem projektintegrátori funkciókat is ellát jelentősebb volumenű projektekben.
2. Amennyiben a projektben alvállalkozó, akkor nem csak emberi erőforrást és munkagépeket biztosít, hanem jelentős alapanyag szortiment felett is diszponál a projekt során.
3. Több nagyméretű építési projektet (ezek a jelen magyar piaci helyzetet figyelembe véve jellemzően állami projektek) is koordinált már, azaz bejáratott folyamatai vannak az anyagok rendszer szintű kezelésére.
4. Alapvetően tisztességes üzleti magatartást tanúsít, azaz nincsenek a klasszikus piaci motivációktól eltérő a tisztességtelen működésből fakadó motivációi.

A kérdéses vállalatok felkutatásában az ÉVOSZ (Építési Vállalkozók Országos Szakszövetsége) volt segítségemre, a releváns vállalatok listáját biztosították, valamint segítettek a nem releváns vállalatok kiszűrésében. A kérdéses vállalatok esetében előzetes megkeresés során döntöttem el, hogy az adott vállalat megfelel-e a fenti kritériumoknak. Ezek alapján meghatározott feltételeknek 19 Magyarországon aktívan tevékenykedő építőipari vállalat felelt meg, ez jelentette a felmérésem esetében a mintavételi keretet, azaz a releváns sokaságot. A szám alacsony voltát, a válság miatt jelentősen csökkent vállalatok száma, és az igen csekély számú nagyméretű építési projekt magyarázza. A 19 vállalatból 15 esetben sikerült teljeskörűen elvégezni a felmérést, két esetben nem kaptam az értékeléshez elegendő információt. Azaz a szakértői interjúk felmérésem kiválasztási aránya 78,94 % a releváns sokaságot figyelembe véve.

A kérdések megfogalmazása során figyelembe vettem a szakértői interjú készítés két alapszabályát melyek a következők:

1. Ne tegyünk fel olyan kérdést mely befolyásolhatja az interjúalany válaszát (sugalló kérdések) (ROGERS, 2018).
2. Ne kérdezzünk rá egynél több információra egy kérdésen belül (GUBRIUM et al., 2012).

A kérdéssor összeállítása során figyeltem arra, hogy az interjú ne haladja meg a kritikus 60-90 perces időtartamot, melyet követően jelentősen csökkenhet az interjúalany koncentrációja, valamint érdeklődése (GUBRIUM et al., 2012).

Az interjúk elvégzését követően azok reprezentativitását vizsgáltam. A szakértői interjúk szükséges mintaszáma jelentősen alacsonyabb a kérdőíves felméréseknél (DWORKIN, 2012). Módszertanilag a szükséges mintaszámot az úgynevezett „telítettség” határozza meg (MASON, 2010). Telítettség alatt azon pontját értjük az adatgyűjtésnek, amikor láthatóvá válik, hogy az újabb interjúk nem hoznak új releváns információt az adatgyűjtésben (DWORKIN, 2012). Elmondható, hogy az értékelhető interjúk esetében a válaszok igencsak egy irányba mutattak, látható, hogy van egy kialakult magyarországi fejlettségi szint, mely jórészt iparági szinten homogén ezért a felmérés reprezentatívnak mondható. Az interjúk elemzése során a minta eredményei, valamint az elemszám alapján meghatározásra kerül, annak a valószínűsége, hogy a statisztikai mintavétel nem reprezentálja megfelelően a sokaságot. A húzó elvű anyagellátás megvalósításához tartozóan 5 kritériumot határoztam meg, és a válaszok alapján meghatároztam annak valószínűségét, hogy a sokaságban van olyan egyed, mely a minta eredményétől eltérő tulajdonságokkal rendelkezik. Ha nagyon alacsony a vizsgált sokaságban a mintában tapasztalttól várható eltérés valószínűsége, akkor eltérés nélküli minta esetén bizonyos megbízhatósági szint mellett kijelenthetjük az adott sokaságban nincsen eltérés (LOLBERT, 2004).

A szakértői interjúk felmérés bizonyos kérdései nem eldöntendőek, hanem többkimenetelűek, gyakran csak kisebb elemekben eltérő kimenetekkel. A statisztikai kiértékelés elősegítése végett Likert skálát alkalmaztam a kiértékelés során. A skála kialakításának első lépéseként az előzetes iparági felmérések, és nemzetközi tanulmányok alapján kijelöltem a „legjobb” és „legrosszabb” kimeneteleket, ezek alkotják a skála két végpontját, majd kialakítottam a kettő közötti kategóriákat, ügyelve, hogy az egyenletes osztályközű értékeknek megfelelően

az egyes kategóriák közötti fejlettségi növekmény is azonos szintet képviseljen (KEHL, 2012).

Az interjúk során a kérdésre adott válaszok alapján soroltam be az egyes vállalatokat, valamely kategóriába, majd a skálaértékek alapján végeztem el a kapott adatok kiértékelését.

A kapott értékek esetében meghatároztam a sokasági varianciát, mely megmutatja, hogy a válaszok milyen mértékben mutatnak eltérő jelleget (BAKER et al., 2016). Amennyiben a sokasági variancia értéke kisebb, mint a kritikus érték abban az esetben a sokaság megfelel a normális eloszlásnak, az átlagérték, valamint a sokasági variancia alapján levonhatók a sokaságra vonatkozó globális következtetések (BAKER et al., 2016).

Az érintett vállalatok teljeskörű titoktartás aláírása esetén vállalták a felmérés elvégzését, így az eredmények kiértékelése során megnevezésük, valamint a válaszok pontos idézése nem lehetséges.

A szakértői interjúk elemzését és kiértékelését követően, az interjúk eredményei alapján meghatároztam azokat a lean eszközöket és elemeket melyek bevezetését a gyakorlatban is vizsgálni akarom. A disszertáció terjedelmi és időbeli korlátai miatt valamennyi lean menedzsment eszköz bevezetésével nem volt lehetőségem foglalkozni. A kérdőíves felmérés tapasztalatai alapján a húzó elvű anyagellátás és a last planner system együttes bevezetését és vizsgálatát jelöltem ki. Mindemellett célom volt az ipar 4.0 építőipari logisztikában történő alkalmazásának vizsgálata.

Két eltérő jellegű építőipari vállalatnál volt lehetőségem a húzó elvű anyagellátás és a last planner system bevezetésére és hatásainak vizsgálatára. A 2018-2019-es időszakban 15 hónapon át összesen 6 projekt esetében került bevezetésre a lean menedzsment. A gyakorlati implementáció során az alábbi vizsgálati célokat fogalmaztam meg:

- Meghatározni, hogy milyen szervezeti feltételek szükségesek a lean menedzsment hatékony alkalmazásához, különös tekintettel a projektszervezet kialakítására vonatkozóan.
- Kialakítani a last planner system és húzó elvű anyagellátás teszt nyilvántartási rendszerét a két eltérő vállalatnál is, MS Excel környezetben fejlesztettem egy nyilvántartó alkalmazást a projektekre vonatkozóan.

- Annak vizsgálata, hogy a last planner system alkalmazása milyen hatást gyakorol a projekttervek pontosságára, csökkenti-e az időbeli késedelmek arányát.
- A húzó elvű anyagellátás alkalmazásának hatása az építőipari ellátási láncra, valamint az építési területen tárolt készletek nagyságára. A kanban rendszer bevezetésének hatásai, megállapítani, hogy milyen feltételek teljesülése esetén csökkenthetők a készletek a hazai építőipari szektorban
- A bevezetés tapasztalatai alapján modellalkotás az integrált húzó elvű anyagellátás és projekttervezés hazai építőiparban történő megvalósítására vonatkozóan

2.2. Szekunder adatgyűjtés

A szekunder adatgyűjtés célja rendszerezni azon nemzetközi tapasztalatokat, és eredményeket melyek a húzó rendszerű anyagellátás bevezetéséhez kapcsolódnak az építőipari logisztikában. A szekunder adatgyűjtést 2010-től kezdve, kezdetben csak a lean menedzsment alkalmazására koncentrálva, 2012-től a lean menedzsment építőipari és építőipari logisztikai alkalmazására koncentrálva, napjainkig, a legfrissebb kutatásokat is felhasználva végeztem.

A szekunder adatgyűjtés lépései:

1. A húzó rendszerű anyagellátás megvalósítását elősegítő eszközök építőipari logisztikában történő bevezetési lehetőségeinek feltárása. A cél eldönteni, hogy mely eszközök bevezetése lehetséges az építőipari logisztikában. Azon eszközök esetében, melyek alkalmazhatónak bizonyulnak az eddigi tapasztalatok alapján, az adatgyűjtés célja, hogy megfogalmazza, hogy az adott eszköz milyen feltételek teljesülése esetén, vagy milyen korlátozó feltételek mellett alkalmazható hatékonyan az építőipari logisztikában.
2. A következő cél rendszerezni, hogy ezen eszközök együttes alkalmazására milyen gyakorlatok esettanulmányok állnak rendelkezésre. A vonatkozó eredmények és bevezetési módszertanok alapján a cél azon modell megtalálása, melyben a leginkább jól alkalmazhatóak ezen eszközök az építőipari logisztikában. Szükséges az egyes eszközök alkalmazhatóságának behatárolása.
3. Az építőipari logisztika egyik fő tulajdonsága, hogy projekt alapú a munkavégzés, azaz a feldolgozóiparhoz hasonlóan a termelésstervezés és az anyagellátás megfelelő

kapcsolódása elengedhetetlen a húzó elvű anyagellátás megvalósításához. Az építőipari logisztikában a projekttervezési módszertan megfelelősége, valamint kapcsolódása az anyagellátási folyamatokhoz alapfeltétel a húzó elvű anyagellátás megvalósításához. A leginkább illeszkedő projekttervezés módszertan megtalálását követően rendszerezni kell, hogy az eddigi esettanulmányokban hogyan valósult meg a projekttervezés és az anyagellátás kapcsolódása, és vannak-e alkalmazási modellek erre vonatkozóan, valamint ezek a modellek hogyan fejleszthetők tovább.

4. A rendszerezett ismeretek és a fejlesztett modell alapján, láthatóvá váltak azon területek, melyek fejlesztése szükséges a húzó rendszerű anyagellátás hatékony építőipari logisztikai alkalmazásához. A kutatásomban az IPAR 4.0 alapelveivel egyező lehetséges műszaki megoldásokat tártam fel a fejlesztendő területekre, ezért a szekunder adatgyűjtés utolsó fázisának célja azon technológiák - ha már vannak alkalmazási lehetőségeik, akkor azoknak is - ismertetése melyek segítségével fejlődés érhető el a kérdéses területeken.

A szekunder adatgyűjtés alapvető célja az eddig elért nemzetközi eredmények rendszerezése, valamint az eredmények alapján következtetések levonása arra vonatkozóan, hogy a húzó elvű anyagellátás milyen kötöttségek és korlátozó feltételek mentén alkalmazható. Hogyan kell kapcsolódniuk az egyes rendszerelemeknek egymáshoz és hogyan lehet integrálni a projekttervezést és az anyagellátást. A szekunder adatgyűjtés reprezentativitását a leginkább jegyzett internetes publikációs adatbázisokon túlmenően (Science Direct, Web of Science, és Google Scholar), a lean építőipari alkalmazásának terjesztésére létrehozott Lean Construction Institute (LCI) éves konferencia előadásainak részletes elemzése biztosította. Az LCI magában foglalja a nemzetközi tudományos élet a lean építőipari alkalmazásával foglalkozó valamennyi szaktekintélyét, ebből adódóan éves konferenciáján a legfrissebb szakmai eredmények hangoznak el.

3. AZ ÉRTEKEZÉS FŐBB MEGÁLLAPÍTÁSAI

3.1. A primer kutatás kiemelt eredményei

A primer adatgyűjtés során tehát a már felsorolt céloknak megfelelően, a bemutatott feltételeknek alapján kiválasztott vállalatok esetében 2014-2018 között végeztem el a 60 kérdésből álló szakértői interjút. Az interjúk minden esetben személyesen történtek. Az interjúk elvégzését követően a gyakorlatban kívántam vizsgálni a just in time és a last planner system bevezetését. Két magyar építőipari vállalatnál vittem végig a last planner system és a just in time bevezetését 6 projekt esetében. A projektek célja egyrészt a bevezetés vállalati folyamatokra gyakorolt hatásainak vizsgálata volt, másrészt annak felmérése, hogy a bevezetések tapasztalatai alapján megalkossam a húzó rendszer teljeskörű ellátási lánc modelljét. Az alábbiakban foglalom össze a felmérés és a bevezetések főbb megállapításait, eredményeit.

A beszállítókkal kapcsolatosan megállapítható, hogy a beszállítók kiválasztása során döntő szempont az ár, valamint a megbízhatóság, azaz a résztvevők jellemzően tranzakció orientált modellben gondolkodnak. A válság következtében bekövetkező beszállítók számának csökkenése rádobbantette az építőipari vállalatokat, hogy egy megbízható partneri szinten együttműködő beszállító jelentős előnyt tud jelenteni a piaci versenyben, ezért egyre inkább a stratégiai irányba. Az elvégzett interjúk alapján elmondható, hogy a hazai építőiparban kezdenek kialakulni a partneri szintű együttműködések a felhasználók és beszállítók között.

Az építési projektek során felhasznált alapanyag szortiment jelentősen kisebb a felmérés alapján, mint a feldolgozóiparban, a válaszok alapján vonalas építkezések esetén jellemzően 20-30féle anyaggal dolgoznak, míg magasépítések esetén 40-50 félével. A megrendelési folyamatok nyilvántartása igen sokféle módon történhet ezért a jelenlegi hazai gyakorlat felmérése során Likert skálás felmérést alkalmaztam (NEMOTO - BEGLAR, 2014). Öt különböző kategóriát hoztam létre az előzetes felmérések alapján. A variancia értéke alapján elmondható, hogy a mintavétel normális eloszlást mutat, és a kapott értékek alapján megállapítható, hogy a hazai építőipari vállalatok nem rendelkeznek a beszállítók minősítésére alkalmas nyilvántartással.

A hazai építőipari vállalatok alapanyag nyilvántartási módjai jelentősen eltérnek egymástól, ezért ennek felmérése esetében Likert skálát alkalmaztam, hiszen ezen módszertan

segítségével kezelhetőek az eltérő módszertanok. Fontos szempont volt, hogy ne legyen túl magas a kategóriák száma, ezért az anyagellátás ellátási láncra gyakorolt hatása szempontjából azonos eseteket összevontam. A lehetséges anyagnyilvántartási módszertanokat a nemzetközi publikációk, valamint a hazai elsőkörös felmérések tapasztalatai alapján gyűjtöttem össze. A cél annak megállapítása, hogy a hazai építőipari vállalatok mennyire rendelkeznek naprakész anyagnyilvántartási rendszerrel.

1. táblázat: A hazai építőipar alapanyag nyilvántartási folyamatainak felmérése során alkalmazott Likert skála kategóriák

Alapanyagnyilvántartási rendszerek szintjei	Skálázási érték
Amennyiben a beérkező alapanyagokat csak számlák alapján utólag rögzítik a könyviteli rendszerben, majd azokat azonnal leírják a készletről, azaz az ügyviteli rendszerben lévő készlet folyamatosan nulla, másfajta nyilvántartás nincsen.	1
Az ügyviteli rendszerbe történő felkönyvelés és leírás mellett adott időközönként bejárások során szemrevételezéssel mérik fel és jegyzik fel papírra az építési területen lévő készletet	2
Az ügyviteli rendszerbe történő felkönyvelés és azonnali leírás mellett feljegyzik a beérkező anyagmennyiségeket valamint adott időközönkénti bejárások során szemrevételezéssel mérik fel és jegyzik fel az építési területen lévő készletet. A beérkezések, és készletek feljegyzése excel táblákban vagy papíron történik.	3
Az ügyviteli rendszerbe történő felkönyvelés és azonnali leírás mellett feljegyzik a beérkező anyagmennyiségeket valamint az adott napon elvégzett feladatok alapján megbecsülik a felhasznált anyagok mennyiségét, és ezáltal a megmaradt készletet, adott időközönként bejárások során szemrevételezéssel mérik fel és pontosítják az építési területen található készleteket.	4
Feljegyzik a beérkező anyagmennyiségeket valamint vagy minden esetben felkönyvelik a kivett alapanyagmennyiségeket, vagy az egyes feladatokhoz tartozik standard anyagfelhasználási mennyiség, így az adott napon elvégzett feladatok alapján számítható a napi anyagfogyás. Ezen tranzkációkat felviszik egy lokális nyilvántartási rendszerbe, így az építési vezető számára látható az építési területen lévő alapanyagkészlet, vállalati szinten azonban nem látható az egyes projekteken megtalálható készletek.	5
Feljegyzik a beérkező anyagmennyiségeket valamint vagy minden esetben felkönyvelik a kivett alapanyagmennyiségeket, vagy az egyes feladatokhoz tartozik standard anyagfelhasználási mennyiség, így az adott napon elvégzett feladatok alapján számítható a napi anyagfogyás. Ezen tranzkációkat felviszik egy vállalati szintű nyilvántartási rendszerbe, így az építési vezető számára látható az építési területen lévő alapanyagkészlet, valamint vállalati szinten láthatóak az egyes projekteken megtalálható készletek, lehetővé válik a vállalati szintű készletgazdálkodás.	6

Forrás: Saját szerkesztés

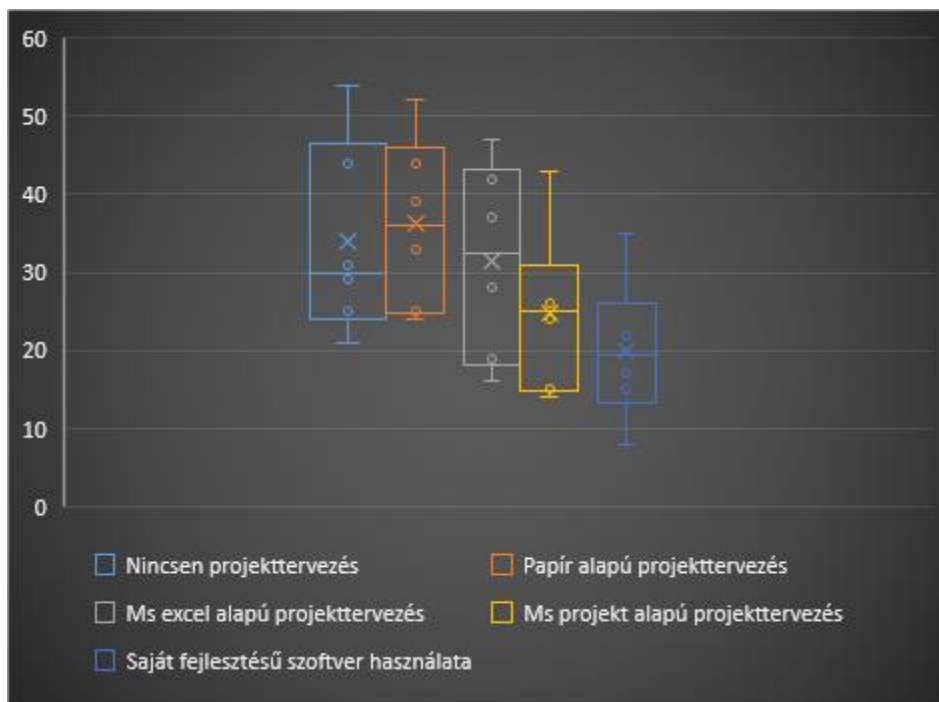
A definiált 6 módszertan közül a nemzetközi esettanulmányok alapján a just in time bevezetésére csak a valós idejű lokális és globális nyilvántartó rendszerek alkalmasak (PHENG - SHANG, 2011). Az utólagos nyilvántartások az építőipari folyamatok során tapasztalható jelentős bizonytalanságok miatt nem alkalmasak az éppen időben történő

szállítások lebonyolítására (PHENG - MENG, 2018). Az utólagos lokális nyilvántartás csak a felmérésben résztvevő vállalatok 13%-ban valósult meg. A variancia értéke alapján elmondható, hogy a mintavétel normális eloszlást mutat, a felmérés alapján kijelenthető, hogy hazánkban nagyon alacsonyszintű az építési területen lévő készletek nyilvántartása. A valós idejű vállalati szintű készletnyilvántartások a felmérésben résztvevők egyikének esetében sem állt rendelkezésre. Hazánkban jellemzően alacsony szinten vannak nyilvántartva az építési területen található készletek, azokat szemrevételezéssel mérik fel, ami az egyik kiváltó oka lehet az építési projektek során tapasztalható magas anyagihiány problémáknak.

Alapvetően elmondható, hogy a hazai építőipari vállalatok nem rendelkeznek normaidővel az egyes építési műveletek esetében. A leggyakoribb, hogy tapasztalat alapján becsülik meg az egyes fázisok időigényét. Technológiai folyamatok esetében (beton kötése, száradás stb.) rendelkeznek a vállalatok időadatokkal. A megkérdezett építőipari vállalatok egyike sem alkalmaz kötött projekttervezési módszertant, szoftverek tekintetében elég változatos a kép, volt olyan válaszadó, aki speciális építőiparra kidolgozott projekttervező szoftvert alkalmaz, míg volt, aki Microsoft Project-et, volt olyan is, aki excelben tervezi meg a projektjeit.

A felmérés egyik fő célja volt annak vizsgálata, hogy az építőipari logisztika szempontjából legfontosabb projekttervezés szoftveres támogatása, hogyan függ össze a tapasztalt projekt teljesítési határidő túllépésekkel. A vizsgálat elvégzéséhez a vizsgált projekteket klaszterekbe rendeztem az alkalmazott projekttervezési szoftvertámogatás alapján.

Az adatok összegyűjtését követően azt vizsgáltam meg hogy az egyes klaszterek között van-e szignifikáns eltérés a csúszások mértékét illetően. Első lépésben elkészítettem az egyes klaszterekbe tartozó projektek késedelmi hetek számát ábrázoló doboz diagramot.



2. ábra: Az egyes klaszterekbe tartozó projektek határidőtúllépései hetek számában kifejezve doboz diagramon ábrázolva

Forrás: Saját szerkesztés

A diagramon a téglalap alakú doboz mutatja a 25 és 75 %-os percentilis adatok értékét, míg az „X”-ek jelzik az adott klaszterbe tartozó adatok medián értékét. A diagram alapján azt lehet mondani, hogy a 4. és ötödik csoport tér el jelentősen az első háromtól. A szignifikancia eldöntésére az SPSS program ANOVA, azaz variancia eszköztárából a Tukey és a Scheffe tesztek végeztem el. A két módszertan közül a Tukey-teszt a leggyakrabban használt és kevesebb ellentmondást tartalmazó módszertan, a Scheffe-próba konzervatívabb eljárás és csak nagy különbségek esetén jelez szignifikánsan eltérő klaszterátlagokat (SAJTOS - MITEV, 2007).

A Tukey teszt alapján a 4. és 5. klaszter átlaga tér el jelentősen az első három klaszter átlagaitól, azaz ezen teszt alapján elmondható, hogy a célzott projekttervező szoftverek alkalmazása szignifikánsan csökkenti a projektekben tapasztalható késedelmi idő átlagos értékét. A felmérés során azon résztvevők melyek ilyen célszoftvereket alkalmaznak, a szoftver használatához szükséges adatok feltöltését jelölték meg, mint fő nehézség. Ugyanakkor ezen adatok összegyűjtése biztosíthatja a jóval pontosabb projekttervezéseket is. A szignifikancia szint igazolására elvégeztem a konzervatívabb Scheffe-próbát is. Ezen próba is azt mutatta, hogy a 4. és 5. klaszter átlaga tér el szignifikánsan az első három

klaszter átlagától, azaz a két teszt alapján kijelenthető, hogy a projekttervezés pontosságára szignifikáns hatással van az, hogy alkalmaznak-e a projekttervezés során erre szolgáló célszoftvert. Ugyanakkor az is megállapítható, hogy nincsen szignifikáns eltérés a saját fejlesztésű szoftver és egy általános célú (jelen esetben Ms projekt) használata között. Az interjúban résztvevői közül ketten hallottak már a lean menedzsmentről, azonban alapelveit és főbb eszközeit nem tudták megfogalmazni. A lean építőipari alkalmazása nem volt ismert számukra. Az interjúban résztvevő vállalatok egyike sem tervezi jelenleg a lean menedzsment bevezetését.

Az interjúk alapján megállapításra került, hogy az egyes feltételek esetében melyek szükségesek, hogy a just in time elvű anyagellátás bevezethető lehessen építőipari projekteken (2. táblázat), melyek azok, amelyek teljesülnek a hazai építőipari vállalatok esetében. Az a jelenlegi helyzet feltárása során nyilvánvalóvá vált, hogy a folyamatosan változó projekthelyszínek miatt a rendkívül közeli beszállítókat igénylő just in sequence technológia az építőiparban nem megvalósítható, másrészt az alacsony alapanyag szortiment teszi indokolttá alkalmazását (WAGNER - CAMARGOS, 2011), ezért ennek további kutatását elvetettem. A feldolgozóiparral ellentétben az építőiparban nem szükséges a beszállítók számának csökkentése, viszont a just in time kialakításához elengedhetetlen a partneri szintű együttműködések kialakítása mely együttműködések kialakítása megkezdődött az interjúk alapján.

2. táblázat: A just in time elvű anyagellátás építőipari megvalósításának feltételei

Ssz.	Feltétel	Státusz
1.	Partneri szintű együttműködés a beszállítókkal	Létrejött
2.	Standard megrendelési és követési rendszer	Nincs
3.	Pontos naprakész anyag nyilvántartási rendszer	Nincs
4.	Az egyes folyamatok elvégzéséhez szükséges normaidők	Nincs
5.	Részletesen kidolgozott és rendszeresen felülvizsgált projekttervek	Nincs

Forrás: Saját szerkesztés

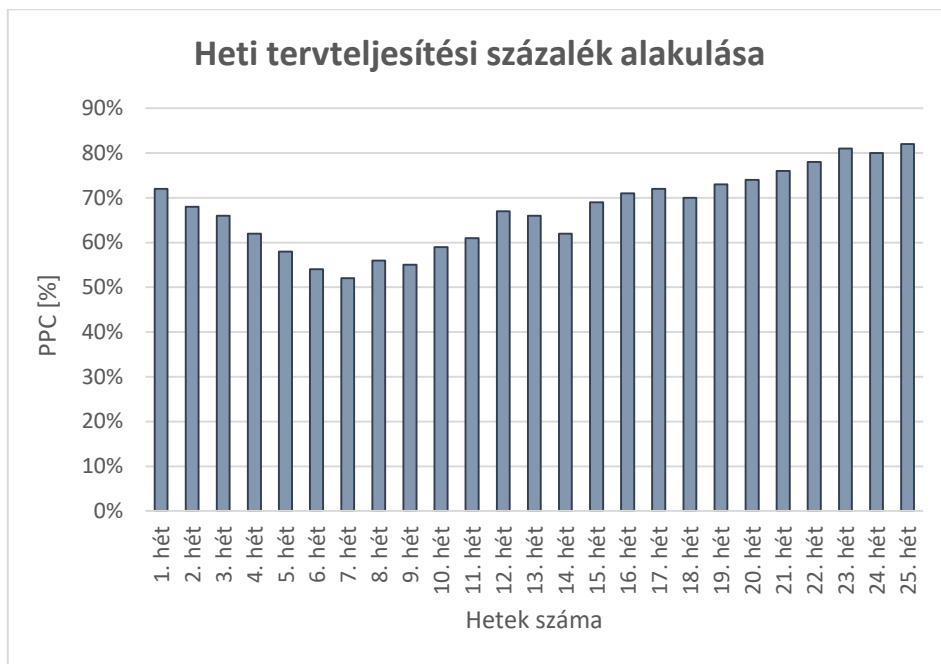
Az interjúkat megelőzően megállapítottam a just in time elvű anyagellátás alkalmazásának feltételeit építőipari projektekben. Alapvetően 5 olyan feltételt definiáltam mely szükséges a just in time építőipari bevezetéséhez (2. táblázat).

A 2. táblázatban látható, hogy a partneri együttműködésen túlmenően az összes többi a just in time bevezetéséhez szükséges feltétel hiányzik a hazai építőiparban. A legnagyobb hiányosság két tényezőre vezethető vissza, egyrészt az anyagnyilvántartási rendszer hiányára, másrészt ugyan a hazai projektek is rendelkeznek projekttervekkel, de ezen tervek nem kellően részletesek, és nem tartalmazzák a részletes anyagigényeket időbeni bontásban, és hiányzik ezen terveknek a projektek közbeni folyamatos felülvizsgálata. A standard integrált rendszerben megjelenő megrendelési rendszer szintén elengedhetetlen feltétele a just in time bevezetésének, hiszen nélkül nem követhető a megrendelések pontos története, ami fontos ahhoz, hogy pontosan tudjuk értékelni a beszállítókat. A részletesen kidolgozott projekttervek hiánya alapvetően a hiányzó normaidő adatokra vezethetők vissza hiszen, ha nem tudjuk az egyes folyamatok időigényét, akkor nem tudunk részletes projekttervet sem kidolgozni.

3.2. A húzó elvű anyagellátás a hazai építőipari logisztikában

Elemmezve a nemzetközi eredményeket, elmondható, hogy a just in time elvű anyagellátás és az LPS együttes alkalmazásával jelentő eredmények érhetők el hatékonyságnövekedés terén (ANDERSSON et al., 1983) (LINDGREN - HJÄRTSTRÖM, 1985). A just in time építőipari bevezetésének nagy előnye, hogy a határidők betartására sarkallja a résztvevőket (LI et al., 2017). Két magyar építőipari vállalatnál vittem végig a Last Planner System és a just in time bevezetését 6 projekt esetében. A projektek célja egyrészt a bevezetés vállalati folyamatokra gyakorolt hatásainak vizsgálata volt, másrészt annak felmérése, hogy a bevezetések tapasztalatai alapján megalkossam a húzó rendszer teljeskörű ellátási lánc modelljét.

A Last Planner System és a just in time egyidőben részben integrált módon került bevezetésre, mindkét vállalat esetében a heti szintű just in time bevezetése bizonyult megvalósíthatónak, ahol a heti tervek során határozták meg a következő heti megrendeléseket. Az első projektek esetében a beszállítók még nem vettek részt a heti egyeztetéseken, a későbbiekben már bevonásra kerültek a projektek kulcsbeszállítói.



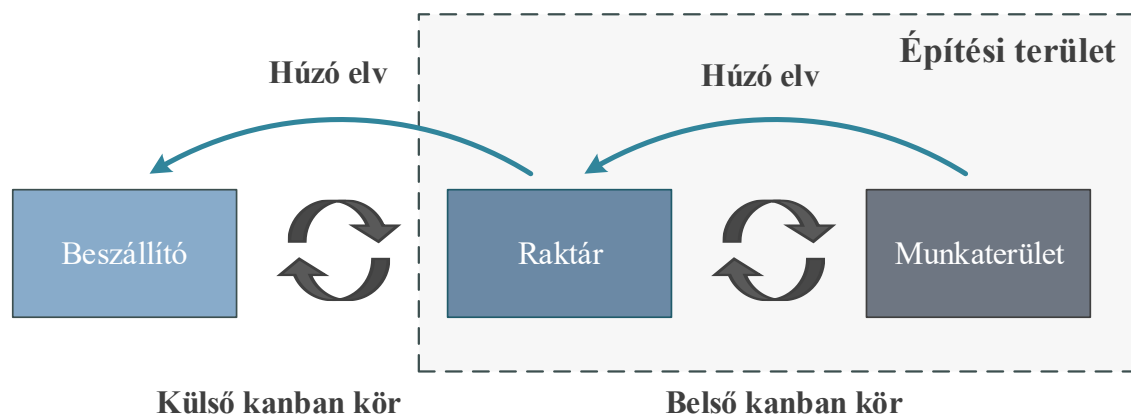
3. ábra: Heti tervteljesítési százalék alakulása

Forrás: Saját szerkesztés

Az első vállalatnál a második bevezetés tárgyát képező projekt majd fél évig tartott, így hosszútávon vizsgálni lehetett a Last Planner System hatásait. Valamennyi projektben tapasztalható volt egy kezdeti visszaesés a tervteljesítési százalékokban (3. ábra). A bevezetésben résztvevő vállalatoknál nem volt lehetőség célszoftvert használni a Last Planner System és a just in time alapú megrendelések adminisztrációjára, ezért létrehoztam egy MS Excel alapú nyilvántartó alkalmazást, melyet folyamatosan fejlesztettem. Látható volt azonban, hogy nagyon sok adminisztrációra és kommunikációra volt szükség amiatt, hogy nem egy integrált rendszerben történt a projekttervezés a megrendelések regisztrációja, és a készletkezelés. Levonható az a következtetés, hogy a húzó elvű anyagellátás bevezetéséhez szükséges egy integrált informatikai rendszer.

Az esettanulmányok (ARBULU et al., 2003; BURGOS - COSTA, 2010; PHENG - SHANG, 2011; LI et al., 2017) megmutatták, hogy a Kanban rendszer alkalmazásával az építőiparban is hasonló eredményeket lehet elérni, mint a gyártó iparban. Az építőipar sajátos környezet ezért a kanban technikák bizonyos szintű módosításokat igényelnek a megfelelő működés elérésének érdekében, emellett a nemzetközi példákban jól megmutatkozott, hogy a kanban rendszer az LPS rendszerbe integrálva tud jelentős eredményeket elérni (LI et al., 2017).

A kiválasztott projektben a munkaterületen történő készletmozgások kezelésére és a beszállítói megrendelések kezelésére is kanban rendszer került bevezetésre, melyet összehangoltam az alkalmazott projekttervezési módszertannal. A beszállítói kanban mennyiségek meghatározása a heti tervek alapján meghatározott igények alapján történt.



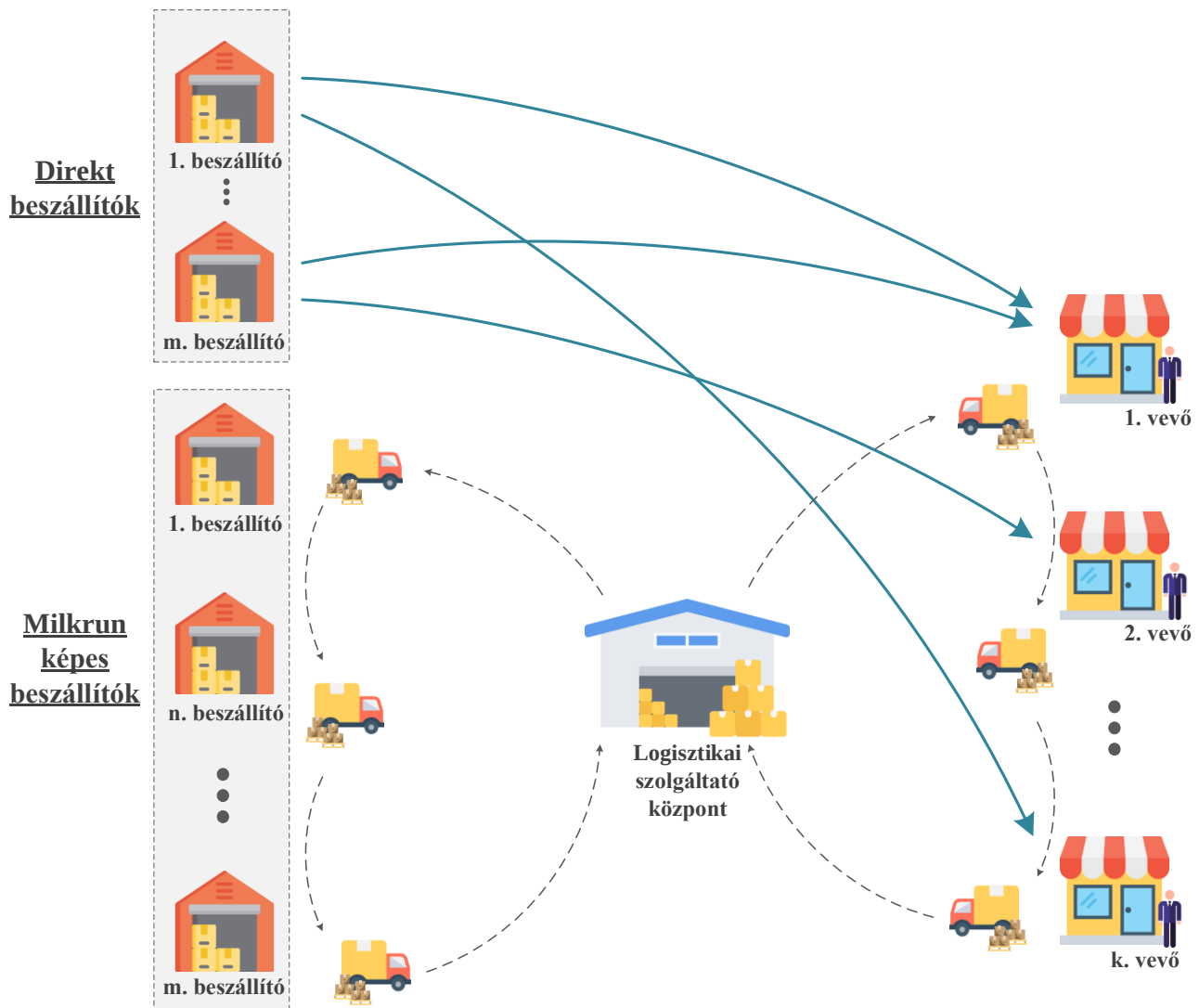
4. ábra: Bevezetett kanban rendszer felépítése

Forrás: Saját szerkesztés

A bevezetés tapasztalatai alapján elmondható, hogy a just in time rendszer bevezetéséhez szükséges a hazai építőiparban jelenleg alkalmazott ellátási lánc modelljének újragondolása. A magas készletszintek ellenére a húzó rendszerű anyagellátás bevezetése, és összekapcsolása a heti tervezés folyamatával 12%-kal csökkent az építési területen tárolt készletszint. További jelentős készletcsökkentés az építési területen a szállítási költségek emelkedése nélkül csak az ellátási lánc modell átalakításával lehetséges.

A célom egy olyan ellátási lánc modell kidolgozása volt mely segítségével lehetővé válik a húzó elvű anyagellátás alkalmazása az építőipari logisztikában. A nemzetközi példák alapján látható, hogy a just in time alkalmazhatóságának a legnagyobb akadálya a beszállítók nagy száma, valamint alacsony megbízhatóságuk. Ebből adódóan ellátási lánc oldalról úgy tudjuk megteremteni a just in time feltételeit, ha egy harmadik szereplő közbeiktatásával csökkentjük a szereplők számát és növeljük azok megbízhatóságát (5. ábra). Logisztikai központok használata, amelyekben a különböző beszállítóktól rendelt alapanyagokat tárolják és kezelik, csökkenti a több beszállítóból eredő kiszámíthatatlanságot, és kiküszöböli az építési területen felhalmozódó készleteket. Jellemzően azok az anyagok kezelhetők így, amelyek általánosságban használatosak építkezések során (pl. cement, téglá, habarcs stb.) (ARBULU - BALLARD, 2004). Érdemes

a logisztikai központnak az építési területtől félnapos utánpótlási időn belül lennie, hiszen így jelentősen csökkenthetők a szállítási bizonytalanságok. Kutatások szerint ennél nagyobb idő esetén a szállítási bizonytalanságok kiküszöbölése miatt jelentős puffer készleteket kell tartani az építési területen, ilyen távolságban viszont lehetővé válnak a napi szintű beszállítások (ARBULU - BALLARD, 2004). Természetesen vannak olyan alapanyagok, melyek kiszállításába nem érdemes bevonni a logisztikai központokat. Ennek oka lehet technológiai: például a beton vagy az aszfalt esetében, ahol csak a felhasználás előtt meghatározott idővel állítják elő az anyagot és egyből megkezdik annak kiszállítását. Ezek az anyagok az általam kidolgozott modellben továbbra is direkt módon kerülnek kiszállításra. Modellemben a legjelentősebb újdonság, hogy mind a logisztikai központok beszállításakor, mind az onnan történő kiszállításakor menetrendszerű körjáratokat alkalmazok, megalapozva ezzel az ellátási lánc ütemezettségét.



5. ábra: A just in time képes építőipari ellátás lánc modellje

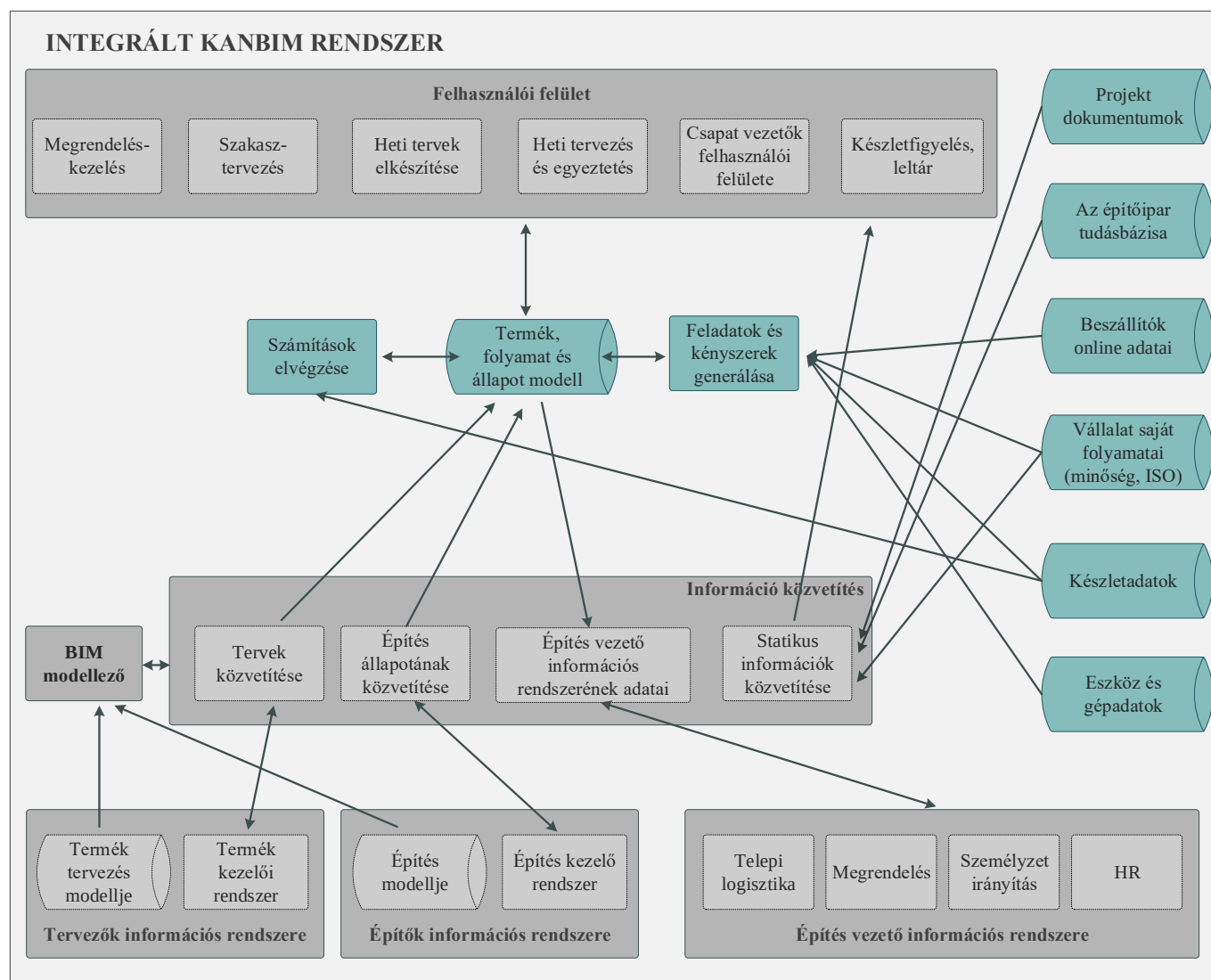
Forrás: Saját szerkesztés

A napi kiszállítás alapvető követelménye a szoros kommunikáció a központ és az építési terület között. Fontos a húzó filozófia megvalósítása, azaz a központból csak az építési területen megjelenő valós igényeknek megfelelően történjen a kiszállítás. Belátható, hogy a logisztikai központok közbeiktatása egy makró szintű fejlesztés, azaz akkor lehet életképes, ha egy időben több projekt is alkalmazza azt, azaz nem elegendő szigetszerűen egy-két vállalatnál bevezetni a módszertant, hanem iparági szintű döntés szükséges a rendszer bevezetéséhez (SZTRAPKOVICS et al., 2014).

A nemzetközi esettanulmányok során húzó elvű anyagutánpótlás alkalmazása során az alapot az LPS bevezetése jelentette, és a projektek rendkívül sikeresek voltak. Két jelentős hiányosságra azonban rámutattak, egyrészt a valós idejű készletkövetés hiányára, másrészt a megrendelések valamilyen szintű standardizálásának igényére. A projektek során a heti tervekben láthatóvá váltak a várható igények, azonban a pontos készletek nem voltak ismertek, így a rendelési folyamatok sem váltak automatizálhatóvá. A rendelési folyamatok standardizálásának egyik módja a kanban rendszer bevezetése az alapanyag beszerzések során. A kanban rendszert csak azon alapanyagok rendelési folyamatában lehet azonban bevezetni, amelyek felhasználása viszonylag állandó, és a projekt időben jelentős részében történik (például sóder, cement), ezek a termékek az úgynevezett, kanbanképes termékek hívjuk (SZTRAPKOVICS et al., 2014). Azon alapanyagok esetében, amelyek csak rövid időszakokban kerülnek felhasználásra egy adott művelethez köthetően (például egyedi gyártású idomok), nem alkalmazható a kanban rendszer. A just in time építőipari alkalmazásának modelljét ezek alapján alkottam meg. A modell három különböző szinten meghatározza az anyagok kezelését az LPS projektmenedzsment rendszer struktúrájába illeszkedve.

A KanBIM rendszer (6. ábra) jelenleg a legfejlettebb LPS-t támogató építőipari projektirányító szoftver. Ahhoz hogy a just in time és a kanban elvű anyagellátás is a KanBIM rendszerben valósuljon meg ahhoz szükséges a rendszer és a folyamatok kiterjesztése. A KanBIM rendszer főként az egyes folyamatok megkezdésének feltételeire, valamint a folyamat végrehajtásához szükséges erőforrásokra koncentrál jelenleg (DAVE et al., 2016). A just in time és a kanban elvű anyagellátás megfelelő támogatásához a KanBIM rendszernek ki kell terjednie az alapanyagellátásra, valamint a rendelési folyamatok kezelésére is. A rendszer kiterjesztése mellett folyamatfejlesztésre is szükség van. Az

integrált rendszer igazi előnye akkor domborodik ki ha a heti tervek elvégzését követően az anyagigények automatikusan generálódnának, majd ez után egy manuális jóváhagyást követően feladásra kerülnek a beszállítók felé. Ehhez két feltétel szükséges: egyrészt az egyes folyamatok pontos alapanyagigényei, másrészt a pontos alapanyagkészletek megléte.



6. ábra: A teljes vállalati rendszerhálózatot magába foglaló integrált KanBIM rendszer elméleti modellje

Forrás: Saját szerkesztés

Az integrált KanBIM rendszer fontos elem, hogy a készletezési rendszert beleépítik a szoftverbe, az eddigi gyakorlatban a rendszer nem vette figyelembe a készletadatokat, azokat külön kellett figyelnie a projekt résztvevőinek. A készletadatok valamint a megrendelési folyamatok integrálásának modelljét alkottam meg, és ábrázoltam a fenti ábrán. Az integrációt és az adatkezelést a standardizált termék csoportok megalkotása könnyítené meg. A fenti modell fontos alapja a partnerek szoftveres integrációja, azaz a

beszállítók jóval könnyebben hozzájutnának a számukra fontos információkhoz, ha rendelkeznének az integrált informatikai rendszerben hozzáféréssel.

A beszállítók integrálásán túl folyamatossá kell tenni a beszállítók minősítését, valamint be kell építeni a minősítés eredményeit a tervezés folyamatába, a fejlettségi index tartalmazza a beszállító minősítését is (SACKS et al., 2010). Ahhoz hogy a projekt során folyamatosan felülvizsgálható legyen az egyes beszállítók minősítése szükséges a megrendelések, azok beérkezése és teljesítésének folyamatos követése és könyvelése az integrált rendszerben. Amennyiben az egyes megrendelések időbeni mennyiségbeli, és minőségbeli teljesítési arányának könyvelése megtörténik a rendszerben, akkor a beszállítók megbízhatósága, a heti tervezések során újra kiszámítható válik, mely megbízhatóságok megjelenhetnek ebben az esetben a fejlettségi indexben is.

Az eddig a nemzetközi gyakorlatban megvalósított építőipari alkalmazások alapján látható hogy a képfelismerés már a változó építőipari környezetben is megfelelően alkalmazhatóak. A képfelismerő szoftverek egyik jelentős alkalmazási terepe az építési területen található alapanyagkészletek figyelése lehet (SZTRAPKOVICS - PATAKI, 2017). Az ömlesztett anyagok készletének felméréséhez alkalmazhatóak a képfelismerő rendszerek. Ömlesztett anyagok térfogatának megállapítására építési területen, már voltak pilot projektek (SZTRAPKOVICS - PATAKI, 2018). Vizsgálatom tárgyát a fentiekből következően az ömlesztett anyagok térfogatának képfelismeréssel történő meghatározása képezte. A célom egy olyan megoldás kidolgozása volt, ami egyszerre egyszerű, pontos, praktikus, és gazdaságos, hiszen ebben az esetben van esély a széleskörű alkalmazására. A kísérleti projekt során sóder és homok térfogatának meghatározásával foglalkoztam. A képfelismerés segítségével kalkulált érték és a mérlegelt érték közötti eltérés a homok esetében 6,7 %-ot, a sóder esetében 9,4 %-ot mutatott. 95%-os megbízhatósággal számolva a homok esetében a rendszer a mérések 81,8 %-án, a sóder esetében a mérések 62,5%-án az előre megadott alsó és felső határértékek között mozgott. Jól látható hogy a képfelismerő rendszerek segítségével kellő pontossággal meghatározhatóak az építési területen lévő alapanyagkészletek.

4. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

Ebben a fejezetben összefoglalom a kutatásom főbb célkitűzéseit, hipotéziseit, valamint az ezekkel kapcsolatos főbb megállapításokat. A disszertációm alaptézise a nemzetközi szakirodalom, valamint kutatásaim alapján: A feldolgozóiparban nagy sikerrel alkalmazott lean menedzsment implementációja nem csak az építőipari folyamatokban, de az építőipari logisztikában is lehetséges, alkalmazásával jelentős hatékonyságnövekedés érhető el az építőipari ellátási lánc valamennyi tagja számára, és megvalósíthatóvá válik a húzó elvű anyagellátás.

Az alaphipotézisem helytállóságát a megfogalmazott célkitűzésekkel és az azokon alapuló mellékhipotézisekkel vizsgálom.

C1. Az építőipar és a feldolgozóipar folyamatainak fejlettségi szint alapján történő összehasonlítása, a hatékonyságbeli különbségek okainak feltárása és az eltérő iparági jellegek folyamatokra gyakorolt hatásainak elemzése.

Kutatásom első lépése az volt, hogy megvizsgáljam milyen területeken tér el egymástól az építőipar és a feldolgozóipar. Alapvetően kutatásaim során megállapítottam, hogy jelentős eltérés az építőipar projekt jellege miatt van. Disszertációmban sorra vettem a két iparág közti egyezőségeket, és különbségeket, azaz ezen célkitűzésemet teljesítettem.

C2. Az építőipari logisztika, mint terület lehatárolása sajátosságainak feltárása, a terület főbb feladatainak és funkcióinak összegyűjtése, majd ezen információk alapján az építőipari logisztika definiálása.

Az építőipar és a feldolgozóipar részletes vizsgálatát követően, az építőipar logisztikát helyeztem kutatásom fókuszába. Elsőként az építőiparban megjelenő ellátási láncot vizsgáltam, figyelembe véve az építés helyszínétől függő sajátosságokat. Ezt követően az építőipari logisztika szervezeti megjelenési formáit vizsgáltam. Kutatásaim alapján az építőipari logisztika definíciója az alábbiak szerint fogalmazható meg: építési területen belüli anyagáramok, valamint az ezt kiszolgáló ellátási logisztikai folyamatok irányítása, szervezése, tervezése, ellenőrzése meghatározott időn, helyen, pénzügyi kereteken belül.

C3. A lean menedzsment egyes eszközeinek építőipari alkalmazását bemutató esettanulmányok és szakirodalmak rendszerezése, elemzése, majd az eredmények

értékelését követően eldönteni, hogy mely eszközök alkalmazhatóak hatékonyan az építőipari logisztikában.

Ezen célkitűzésemhez kapcsolódóan két hipotézist alkottam. A H1 hipotézis a következő: *Az építőipar feldolgozóipartól jelentősen eltérő jellege ellenére a feldolgozóiparban már sikerrel alkalmazott lean módszertanok bizonyos korlátok és sajátosságok figyelembe vételével eredményesen alkalmazhatóak az építőiparban is.* Áttekintve a nemzetközi szakirodalmat, kutatásaim alátámasztják, hogy a lean menedzsment sikerrel alkalmazható az építőipari logisztikában is. A nemzetközi szakirodalom és kutatásaim alapján **az első hipotézisemet igazoltnak tekintem.**

A harmadik célkitűzésemhez kapcsolódóan megfogalmaztam egy újabb hipotézist, ugyanis a lean eszközök alkalmazása mellett egyre fontosabb a logisztika környezetterhelésének csökkentése is. A H2 hipotézis a következő: *A lean menedzsment építőipari bevezetésével az építési projektek környezetterhelési is jelentős mértékben csökkenthető.* Kutatásomban a lean építőipari logisztikában való alkalmazhatóságának vizsgálatával párhuzamosan feltártam a lean eszközök bevezetésével elérhető környezetterhelést csökkentő lehetőségeket. Néhány lean eszköz esetében speciális a környezetvédelemre fókuszáló módszertani módosítást is vizsgáltam, valamint ezek gyakorlati alkalmazhatóságát az építőipari logisztikában. Az építőipar fajlagosan jóval magasabb környezetterhelést okoz mint a feldolgozóipar, és látható hogy a lean menedzsment bevezetésével nemcsak a veszteségek, de a „zöld veszteségek” is visszaszoríthatók, mindezek alapján elmondható hogy **a második hipotézisemet is igazoltnak tekintem.**

C4. Projekttervezési módszertanok és azok rendelkezésre álló szoftveres támogatásainak áttekintése, esettanulmányokon keresztül a gyakorlati alkalmazhatóságuk elemzése, fejlesztési irányok kijelölése.

Disszertációmban bemutatom a lean építőipari alkalmazásával párhuzamosan kidolgozott projekttervezési módszertant a Last Planner Systemet. Nemzetközi esettanulmányok bizonyítják, hogy a lean eszközök alkalmazásával abban az esetben aknázhatók ki a megfelelő megtakarítási potenciálok, ha a Last Planner System is bevezetésre kerül. A legújabb kutatások már alapvetésként kezelik a Last Planner System bevezetését a lean építőiparban. Kutatásaim során bemutatott esettanulmányok alapján láthatóvá válik, hogy a

Last Planner System szoftveres támogatással történő alkalmazása, jelentősen csökkenti a veszteségeket, valamint csökkenti az építési projektek során tapasztalható késedelmes teljesítések nagysága.

C5.A hazai építőipar jelenlegi helyzetének áttekintése, egyrészt a főbb gazdasági folyamatok tekintetében, másrészt a jelenlegi ellátási lánc fejlettsége szempontjából, a felmérés eredményei alapján eldönteni, hogy alkalmasak-e a hazai építőipari vállalatok jelenleg a lean elvű anyagellátási módszertanok bevezetésére.

A nemzetközi kutatásokat követően a nemzetközi tapasztalatok, legjobb gyakorlatok, hazai iparágba történő lehetséges implementációját vizsgáltam, ehhez kapcsolódóan az alábbi hipotézist fogalmaztam meg: *H3. A hazai építőipar széleskörű iparági felmérése, valamint gyakorlati bevezetési projektek megvalósítása mely alapján megállapítható, hogy az iparági (ellátási lánc szinten), valamint vállalati folyamat fejlettségi szinten is több területen fejlesztésre szorul a húzó rendszerű anyagellátás bevezetésére.* A fenti hipotézis igazolásához 2014-2018 között kérdőíves felmérést végeztem a hazai építőipar nagyobb vállalatai körében. Kutatásaim alapján kiderült hogy a projektek rétegződött szerkezete, valamint a haza piac nagyfokú koncentráltága miatt igen kevés vállalat számára relevánsak az anyagellátásra vonatkozó kérdések, 15 vállalatot tudtam felmérni teljeskörűen, két esetben részlegesen tudtam elvégezni a szakértői interjúkat, azonban hozzá kell tenni, hogy jelenleg Magyarországon az előbbieken részletezett okok miatt mindössze 19 olyan vállalat van, amely érdemben nagy projektek esetében is foglalkozik anyagellátással, így releváns lehet számára a húzó rendszerű anyagellátás bevezetése, azaz a felmérés reprezentatívnak mondható. Az interjúk alapján 5 a húzó rendszerű anyagellátás bevezetéséhez szükséges feltételt definiáltam, melyek közül 4 feltétel nem teljesül a hazai építőipari vállalatok esetében. A felmérést követően 2018-2019-ben két hazai vállalatnál bevezettem a last planner system-et és a húzó elvű anyagellátást. A bevezetés során láthatóvá vált, hogy ezen módszertanok integrációja az informatikai rendszerek jelenlegi fejlettségi szintje, valamint az ellátási lánc sajátosságai miatt nem valósítható meg teljeskörűen. A fentiek alapján **harmadik hipotézisemet igazoltam.**

C5. A hazai építőipar jelenlegi helyzetének áttekintése, egyrészt a főbb gazdasági folyamatok tekintetében, másrészt a jelenlegi ellátási lánc fejlettsége szempontjából,

a felmérés eredményei alapján eldönteni, hogy alkalmasak-e a hazai építőipari vállalatok jelenleg a lean elvű anyagellátási módszertanok bevezetésére.

Az építőipari logisztikában a legnagyobb hatékonyságnövekedési lehetőség a lean elvű anyagellátási módszertanok alkalmazásában van. Megállapítható, hogy jelenleg az építőipari ellátási láncok hagyományos toló elven működnek. A szakirodalom és kutatásaim alapján megállapítottam, hogy a just in sequence nem alkalmazható hatékonyan az építőiparban, míg a just in time alkalmazásával jelentős megtakarítás érhető el. Két hazai vállalat esetében bevezetésre került a húzó elvű anyagellátás, melyek során jelentősen csökkent a tárolt készletek mennyisége. Azonban a just in time hatékonyabb alkalmazhatóságához szükség van az építőipari ellátási lánc újragondolására, ezért kutatásaim alapján megalkottam a just in time képes ellátási lánc modelljét, mely alkalmazásával csökkenthetők az alacsony készletszintek miatt kialakuló kockázatok, és nem növekednek jelentősen a szállítási költségek. Nemzetközi tapasztalatok valamint az általam vizsgált hazai példák alapján látható, hogy a just in time és a kanban bevezetésével jelentősen csökkennek az alapanyagkészletek, az árukárok, valamint az operációs költségek, viszont a példák alapján láthatóvá vált, hogy a just in time sikeres alkalmazásához szükséges feltétel a részletes és naprakész projekttervek megléte, azonban a gyakorlati alkalmazások megmutatták, hogy ahhoz hogy a projekttervek naprakészek legyenek, szoftveres támogatást kell biztosítani. Az építőipari projekteket támogató szoftverekben egyre inkább megjelentek a Last Planner Systemet támogató funkciók, valamint jellemzően tartalmaznak anyagnyilvántartási funkciókat is, de eddig ezen funkciók összekapcsolása integrált rendszerre nem történt meg. Kutatásomban megvizsgálom ezen két funkció integrálásának lehetőségét, hogy automatikus készletkövetés váljon lehetővé az egyes feladatok elvégzésével, ezen módszertan eredményeit egy dán kutatás eredményeivel bizonyítom, majd létrehoztam az integrált rendszer információs modelljét.

C6. *Lean elvű anyagellátási módszertanok gyakorlati bevezetése a hazai építőipari logisztikában, az eddigi esettanulmányok áttekintése, valamint a hazai bevezetés tapasztalatai alapján ezen eszközök ellátási lánc szintű alkalmazásának lehetőségeinek feltárása.*

A projekttervezéssel összekötött anyagellátás esetén is szükséges a készletszintek ellenőrzése, a jelentős változékonyság miatt, mely az iparági jellegekre vezethető vissza. Az

utolsó hipotézisem: *A lean építőiparban alkalmazott projekttervezési módszertanba és az azt támogató szoftverekbe hatékonyan integrálhatók a készlet nyilvántartási és rendelési, valamint alapanyag felhasználási funkciók, lehetővé téve a készletek valós idejű követését. Az időszakos készletkontrollok megvalósíthatók az Ipar 4.0 iránymutatásának megfelelően automatizáltan intelligens eszközök segítségével. A húzó rendszer megvalósításával lehetővé válik a just in time (éppen időben filozófia) alkalmazása, ezzel jelentősen csökkentve a telephelyen tárolt készletmennyiségeket.* Megalkottam az integrált rendszer információs modelljét, mellyel hatékonyra válhatnak a húzó rendszerű anyagellátáshoz szükséges adminisztrációs folyamatok. Disszertációmban bemutatásra kerülnek azon korszerű képfelismerő rendszerek, melyek segítségével az anyag manuális mérése nélkül megfelelő pontossággal megállapíthatók a készletszintek, ezen módszertanokat pilot jelleggel már alkalmazták az építőiparban is. Ömlesztett anyagok térfogatának mérését végeztem el képfelismerő rendszerek segítségével, a mérések és az anyag visszaszállítások alkalmával elvégzett mérlegelések összehasonlítása alapján elmondható, hogy a képfelismerő rendszerek segítségével kellő pontossággal határozható meg az ömlesztett anyagok építési területen tárolt térfogata. Kutatásomban rámutatok, hogy a drónok alkalmazásával még inkább adaptívvá tehetők ezek a rendszerek mely fontos szempont a projekt elven működő építőipar esetében. Összességében a megalkotott modell, az alkalmazási példák és a technológiai újítások alapján **a negyedik hipotézisemet igazoltam.**

5. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ, ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

A lean menedzsment építőipari alkalmazásának kutatása eddig nem jelent meg Magyarországon, azaz kutatásom önmagában újszerűnek mondható hazánkban. Nemzetközi kutatások jórészt a lean menedzsment építőipari folyamatokban történő bevezetését kutatták kevésbé koncentráltak az építőipari logisztikai vetületére. Kutatásomban a lean menedzsment építőipari logisztikában történő bevezetésének lehetőségeit kutattam, mely alapvetően egy új irány ezen témakörben. Új eredmény a hazai építőipari vállalatok logisztikai fejlettségének felmérése, a húzó elvű anyagellátás bevezetési feltételeinek meghatározása, hat gyakorlati projekten keresztül pedig a bevezetéssel elérhető eredmények meghatározása, valamint a felmérés alapján megállapításra került, hogy mely feltételek teljesülnek a hazai építőipari vállalatok esetében. Értekezésem új, illetve újszerű eredményei a következők:

E1: A szakirodalom és kutatásaim alapján elvégeztem az építőipari logisztika lehatárolását, elemeztem az építőipari ellátási láncokat, valamint megalkottam az építőipari logisztika definícióját. Felmértem a hazai építőipari logisztika fejlettségi szintjét, meghatároztam a húzó elvű anyagellátás megvalósításának 5 feltételét, valamint interjúk segítségével megállapítottam, hogy a hazai építőipari vállalatok esetében melyek teljesülnek ezen feltételek közül.

E2: Megvizsgáltam, hogy a lean eszközök építőipari logisztikában történő alkalmazásával, hogyan csökkenthetők az építkezések során tapasztalható környezetterhelések. Alkalmazási példák alapján továbbfejlesztettem a zöld szempontú értékáram elemzés módszertanát az építőipari logisztikai folyamatokban.

E3: A húzó elvű anyagellátás hazai vállalatoknál történő bevezetési tapasztalatai alapján megvizsgáltam építőipari ellátási láncokban való alkalmazásának lehetőségét, valamint ennek folyamatokra gyakorolt várható hatását. Kutatásaim alapján megalkottam a just in time képes ellátási lánc modelljét, mely alkalmazásával csökkenthetők az alacsony készletszintek miatt kialakuló kockázatok, valamint elkerülhető a szállítási költségek jelentős növekedése. Értekezésemben létrehoztam a just in time építőiparban történő alkalmazásának módszertanát, az eltérő típusú termékek anyag utánpótlási módszertanait, valamint ezen módszertanok illeszkedését a Last Planner Systemhez.

E4: Létrehoztam az integrált KanBIM rendszer modelljét, melynek lényege, hogy a rendszer a projekttervezés és az anyaggazdálkodás támogatásán túlmenően integrálja is ezen két funkciót, mely jóval kisebb erőforrásigénnyel lehetővé teszi a valós idejű készletkövetést.

E5: Megvizsgáltam a képfelismerő rendszerek alkalmazhatóságát az építési területeken tárolt ömlesztett anyagok térfogatának meghatározása során. Gyakorlati vizsgálataim alapján kijelenthető, hogy a képfelismerő rendszerek kellő pontossággal képesek meghatározni az ömlesztett anyagok térfogatát.

6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA

A kutatásaim és disszertációm megalkotásának a célja kettős volt. Elméleti oldalról megalkottam a lean menedzsment építőipari folyamatokban, különös tekintettel az építőipari logisztikában történő alkalmazásának kutatási alapjait. Összegyűjtöttem és Magyarországon publikáltam a főbb nemzetközi eredményeket, tapasztalatokat, valamint tovább gondolva, speciálisan építőipari logisztikára koncentrálva kifejlesztettem a húzó elvű anyagellátást lehetővé tévő modellt. Kutatásaim, publikációim, valamint a disszertációm hozzájárulnak a lean menedzsment építőiparban történő bevezetésének, az úgynevezett „lean építőipar” megalkotásához szükséges hazai kutatások minél széleskörűbb megvalósításához. Az eredményeim és publikációm alapot adnak további hazai kutatások elindulásához, valamint a jövőben céloim megalkotni a Lean Construction Institute magyarországi tagszervezetét, ezáltal bekapcsolódni a nemzetközi vérkeringésbe. A kutatások egyik fő célja a felsőoktatási anyagok fejlesztése korszerűsítése, kutatásom során eddig is több elemet beépítettem az általam oktatott tantárgyak tananyagába. Fontos cél, hogy kutatásaim további eredményei is beépüljenek a felsőoktatási tananyagokba, azaz a hallgatók már tanulmányaik során megismerhessék a legfrissebb nemzetközi módszertanokat, kutatási és gyakorlati eredményeket.

Gyakorlati oldalról a céloim a hazai építőipari vállalatok fejlettségi szintjének felmérése volt főként a logisztikai és az ellátási láncot érintő aspektusokra koncentrálva. Felmérésem célja, hogy láthatóvá váljanak azok a területek melyek a jövőben fejlesztendők a hazai építőipari vállalatok részéről, ahhoz, hogy egyrészt bevezethetővé váljon a lean menedzsment az építőipari logisztikában, másrészt lehetővé váljon a húzó elv bevezetése az építőipari ellátási láncokban is. A felmérésem eredményi alapján látható, hogy mely területeken kell fejleszteniük az építőipari vállalatoknak. Ezen területek fejlesztésével, a nemzetközi gyakorlatban már sikerrel alkalmazott szoftveres megoldások, folyamatmodellek bevezetésével jelentős hatékonyságnövekedést érhetnek el a hazai építőipari vállalatok. A hazai építőipari vállalatok számára ismeretlen volt a lean menedzsment építőipari alkalmazásának lehetősége. Kutatásom során két hazai vállalat esetében is bevezettem a lean menedzsment egyes eszközeit, rávilágítva a szükséges fejlesztési területekre lehetővé válik, hogy a hazai vállalatok is meginduljanak a fejlesztés útján. Amint az felmérésemből és a gyakorlati tapasztalatokból is kiderült, jelentős fejlesztési lehetőségek vannak a hazai

építőiparban, melyekkel hatékonyságnövekedés érhető el. Az építőipar a nemzetgazdaság rendkívül fontos része éppen ezért Magyarország számára kiemelt érdek a hazai építőipari vállalatok versenyképességének javítása, hogy mind hazai, mind nemzetközi szinten fel tudják venni a verseny külföldi versenytársaikkal. Kutatásaim során bizonyítottam, hogy a képfelismerési rendszerek hatékonyan alkalmazhatók az építőipari logisztikában.

Disszertációm fontos eleme az építőipari ellátási láncok fejlesztése, a húzó elvű anyagellátás bevezetése az építőiparban is. A kutatásaim során megalkotott hálózati és informatikai modellek segítségével lehetővé válik az építőipari ellátási lánc fejlesztése. Az iparág hatékonysága szempontjából kulcskérdés, hogy az értéklánc hatékonysága is jelentősen fejlődjön, versenyképesebbé váljon, alkalmazza a feldolgozóiparban már évtizedek óta sikerrel meghonosodott módszertanokat. Magyarország földrajzi elhelyezkedése miatt fontos pozíciót tölt be az Európai Unió logisztikai hálózatában, éppen ezért válhat hazánk az építőipari ellátási láncok fő központjává.

7. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN KÉSZÜLT PUBLIKÁCIÓK

Idegen nyelvű tudományos folyóirat

1. SZTRAPKOVICS B. – RÓZSA Z. 2016. Validating the aggregation of hybrid fuzzy-kiipa MCDM method used in site layout planning. Challenges in Process Management: Decision Points, Network Systems and Strategies in Practice, pp. 108-124.
2. SZTRAPKOVICS B. – RÓZSA Z. 2015. Application of a hybrid MCDM method in construction logistics, advanced logistic systems: theory and practice, 9(1), pp. 17-29.

Magyar nyelvű tudományos folyóirat idegen nyelvű összefoglalóval

3. SZTRAPKOVICS B. – OLÁH J. 2020. Húzó elvű anyagellátás alkalmazása hazai építőipari vállalatok esetében. Logisztikai Trendek És Legjobb Gyakorlatok, 6(1), *megjelenés alatt*
4. SZTRAPKOVICS B. – PATAKI B. 2020. Elrendezéstervezés és optimalizálás az építőipari logisztikában. Logisztikai Évkönyv, 25(1), pp. 145-155.
5. SZTRAPKOVICS B. – PATAKI B. 2019. Elrendezéstervezés és optimalizálás az építőipari logisztikában. Logisztikai Évkönyv, 25(1), pp. 145-155.
6. SZTRAPKOVICS B. – PATAKI B. 2018 A lean és az Ipar 4.0 együttes alkalmazásának lehetőségei az építőipari logisztikában Logisztikai Évkönyv, 24(1), pp. 19-31.
7. SZTRAPKOVICS B. 2018. Lean elvű projekttervezési módszertan a logisztikában. Logisztikai Trendek És Legjobb Gyakorlatok, 4(1), pp. 55-59.
8. SZTRAPKOVICS B. – PATAKI B. 2016. A Green Lean alkalmazása építőipari folyamatokban Value Stream Mapping segítségével. Logisztikai Évkönyv, 22(1), pp. 144-158.
9. SZTRAPKOVICS B. – RÓZSA Z. 2015. Application of an automated hybrid MCDM method in site layout planning based on the principles of lean construction. Logisztikai Évkönyv, 21(1), pp. 70-83.
10. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – GYIMESI A. – TAKÁCS A. 2014. Just in time elvű anyagellátás alkalmazása az építőipari logisztikában, nemzetközi példákon keresztül. Logisztikai Évkönyv, 20(1), pp. 49-58.
11. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – BÓNA K. – TAKÁCS A. 2014. Építőipari logisztikai folyamatok fejlesztési lehetőségének vizsgálata lean elvek mentén. Logisztikai Évkönyv, 20(1), pp. 13-21.
12. SZTRAPKOVICS B. 2012. Rakodólap menedzsment. Logisztikai Évkönyv, 18(1), pp. 222-227.

Magyar nyelvű tudományos folyóirat magyar nyelvű összefoglalóval

13. SZTRAPKOVICS B. – GYIMESI A. 2015. Vizuális eszközök az építőiparban Eurotrade Magazin, 3(10), pp. 22-24.

14. SZTRAPKOVICS B. – GYIMESI A. 2015. Lean eszközök gyakorlati alkalmazása az építőiparban. Euroxtrade Magazin, 3(3), pp. 32-33.
15. SZTRAPKOVICS B. 2015. A "nulla hiba" koncepció az építőiparban. Magyar Építéstechnika, 16(10), pp. 36-39.
16. SZTRAPKOVICS B. 2015. Kanban rendszer alkalmazása építőipari folyamatokban. A Jövő Gyára, 1(3), pp. 48-50.
17. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – GYIMESI A. – TAKÁCS A. 2014. A Just in time és a Kanban hazai építőiparban való implementálásának elméleti módszertana. Gyártástrend, 9(1), pp. 73.
18. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – BÓNA K. – TAKÁCS A. 2013. Építs okosan!: Lean eszközök és módszerek használatának lehetőségei az építőiparban. Gyártástrend, 10(3), pp. 51-53.
19. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – BÓNA K. – TAKÁCS A. 2010. Lean elvek alkalmazása a logisztikai folyamatok hatékonyságának növelése érdekében, avagy „egyre kevesebből egyre többet”. Logisztikai Innovációs Füzetek, 1(2), pp. 60-65.
20. SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – BAKOS A. – TAKÁCS A. 2010. Lean Logisztika: Előremutató lehetőségek a logisztikai rendszertervezés és folyamatfejlesztés területén. Anyagmozgatás-Csomagolás, 55(4), pp. 6-7.
21. SZTRAPKOVICS B. 2010. Rakodólap menedzsment. Logisztikai Híradó: A Magyar Logisztikai Beszerzési És Készletezési Társaság Hivatalos Szaklapja, 7(5), pp. 38-40.

Tudományos könyv/tankönyvrészlet magyar nyelven

22. DULEBA SZ. – BAJALINOV E. – DOBOS I. – TÓTH G. – CHRUDINÁK Á. – GERDA I. – KOMORÓCZY T. – WINTER K. – ZSÍROS A. – RÉTHY-OSVÁTH E. – HARSÁNYI I. – SZABÓ G. – PALICZ P. – KISS J. – SZTRAPKOVICS B. – ANTAL N. – SZABÓ P. 2015. Matematikai módszerekkel támogatott integrált szervezetfejlesztési rendszer megalkotása: kutatási eredmények összefoglalása Budapest: FINES Magyarország Kft., (ISBN:978-963-12-3177-9) 200. p.



Nyilvántartási szám: DEENK/225/2020.PL
Tárgy: PhD Publikációs Lista

Jelölt: Sztrapkovics Balázs

Neptun kód: RAM843

Doktori Iskola: Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

MTMT azonosító: 10050780

A PhD értekezés alapjául szolgáló közlemények

Könyvek (1)

1. Duleba, S., Bajalinov, E., Dobos, I., Tóth, G., Chrudinák, Á., Gerda, I. Z., Komróczy, T., Winter, K., Zsíros, A., Réthy, O. E., Gerda, I. Z., Harsányi, I., Szabó, G. Z., Palicz, P., Kiss, J., Antal, N., **Sztrapkovics, B.**, Szabó, P. A.: Matematikai módszerekkel támogatott integrált szervezetfejlesztési rendszer megalkotása: kutatási eredmények összefoglalása. Fines Magyarország Kft., Budapest, 200 p., 2015. ISBN: 9789631231779

Folyóiratcikkek, tanulmányok (21)

2. **Sztrapkovics, B.**, Pataki, B.: Elrendezéstervezés és optimalizálás az építőipari logisztikában. *Logisztikai Évkönyv.* 25 (1), 145-155, 2020. ISSN: 1218-3849.
DOI: <http://dx.doi.org/10.23717/LOGEVK.2020.14>
3. **Sztrapkovics, B.**, Oláh, J.: Húzó elvű anyagellátás alkalmazása hazai építőipari vállalatok esetében. *Logisztikai Trendek És Legjobb Gyakorlatok. Megjelenés alatt*, 1-13, 2020. ISSN: 2416-0555.
4. **Sztrapkovics, B.**, Pataki, B.: A lean és az ipar 4.0 együttes alkalmazásának lehetőségei az építőipari logisztikában. *Logisztikai Évkönyv.* 2019, 19-30, 2019. ISSN: 1218-3849.
DOI: <http://www.doi.org/10.23717/LOGEVK.2019.2>
5. **Sztrapkovics, B.**, Pataki, B.: Képfelismerés alkalmazása az építőipari logisztikában. *Logisztikai Évkönyv.* 180-191, 2018. ISSN: 1218-3849.
6. **Sztrapkovics, B.**: Lean elvű projekttervezési módszertan a logisztikában. *Logisztikai Trendek és Legjobb Gyakorlatok.* 4 (1), 55-59, 2018. ISSN: 2416-0555.
DOI: <http://dx.doi.org/10.21405/logtrend.2018.4.1.55>
7. **Sztrapkovics, B.**, Pataki, B.: A Green Lean alkalmazása építőipari logisztikai folyamatokban Value Stream Mapping segítségével. *Logisztikai Évkönyv.* 144-158, 2017. ISSN: 1218-3849.





8. Rózsa, Z., **Sztrapkovics, B.**: Application of an automated hybrid MCDM method in site layout planning based on the principles of lean construction.
Logisztikai Évkönyv.70-83, 2016. ISSN: 1218-3849.
9. Rózsa, Z., **Sztrapkovics, B.**: Validating the aggregation of hybrid fuzzy-kipa MCDM method used in site layout planning.
In: Challenges in Process Management: Decision Points, network systems and strategies in practice. Ed.: Gyenge Balázs, Kozma Tímea, Károly Róbert Kutató-Oktató Közhasznú Nonprofit Kft., Gyöngyös, 108-124, 2016. ISBN: 9789639941953
10. **Sztrapkovics, B.**: A "nulla hiba" koncepció az építőiparban.
Magyar Építéstechnika. 16 (10), 36-39, 2015. ISSN: 1216-6022.
11. Rózsa, Z., **Sztrapkovics, B.**: Application of a hybrid MCDM method in construction logistics.
Advanced Logistic Systems. 9 (1), 17-29, 2015. ISSN: 1789-2198.
12. Antal, N., Bakos, A., Gyimesi, A., **Sztrapkovics, B.**, Takács, A. T.: Just in time elvű anyagellátás alkalmazása az építőipari logisztikában, nemzetközi példákon keresztül.
Logisztikai Évkönyv.49-58, 2015. ISSN: 1218-3849.
13. **Sztrapkovics, B.**: Kanban rendszer alkalmazása építőipari folyamatokban.
A Jövő Gyára. 1 (3), 48-50, 2015. ISSN: 2416-0768.
14. **Sztrapkovics, B.**, Gyimesi, A.: Lean eszközök gyakorlati alkalmazása az építőiparban.
Eurotrade Magazin. 3 (3), 32-33, 2015. ISSN: 1586-3921.
15. **Sztrapkovics, B.**, Gyimesi, A.: Vizuális eszközök az építőiparban.
Eurotrade Magazin. 10, 22-24, 2015. ISSN: 1586-3921.
16. Antal, N., Bakos, A., **Sztrapkovics, B.**, Takács, A. T.: A Just-in-Time elvű anyagellátás megvalósíthatóságának vizsgálata az építőiparban.
Tranzit: Szállítmányozási Szaklap. 4, 21-25, 2014. ISSN: 1419-8983.
17. Antal, N., Bakos, A., Gyimesi, A., **Sztrapkovics, B.**, Takács, A. T.: A Just in time és a Kanban hazai építőiparban való implementálásának elméleti módszertana.
Gyártástrend. 9, 73-76, 2014. ISSN: 1789-8935.
18. Antal, N., Bakos, A., Bóna, K., Takács, A. T., **Sztrapkovics, B.**: Építőipari logisztikai folyamatok fejlesztési lehetőségének vizsgálata lean elvek mentén.
Logisztikai Évkönyv.13-21, 2014. ISSN: 1218-3849.
19. Antal, N., Bakos, A., Bóna, K., Takács, A. T., **Sztrapkovics, B.**: Építs okosan!: Lean eszközök és módszerek használatának lehetőségei az építőiparban.
Gyártástrend. 10, 51-53, 2013. ISSN: 1789-8935.
20. **Sztrapkovics, B.**: Rakodólap menedzsment.
Logisztikai Évkönyv. 18, 222-227, 2012. ISSN: 1218-3849.





21. **Sztrapkovics, B.**, Antal, N., Takács, A., Bakos, A.: A lean filozófia alkalmazásának előnyei logisztikai vállalatoknál.
Logisztikai Innovációs Füzetek. 3, 38-43, 2010. ISSN: 2061-6821.
22. Antal, N., Bakos, A., **Sztrapkovics, B.**, Takács, A. T., Bóna, K.: Lean elvek alkalmazása a logisztikai folyamatok hatékonyságának növelése érdekében, avagy "egyre kevesebből egyre többet".
Logisztikai Innovációs Füzetek. 1 (2), 58-63, 2010. ISSN: 2061-6821.

A DEENK a Jelölt által az iDEa Tudóstérbe feltöltött adatok bibliográfiai és tudománymetriai ellenőrzését a tudományos adatbázisok és a Journal Citation Reports Impact Factor lista alapján elvégezte.

Debrecen, 2020.07.09.

