

Tudományos és Művészeti Diákköri Konferencia

**Raktár-logisztikai folyamatok hatékonyságának mérés
alapján történő értékelése**

2014.11.05.

Tartalom

Abstract	1
Bevezetés – irodalomkutatás	2
Raktári folyamatok	2
A WaNDa	6
Célja	6
Infrastruktúra	7
Szereplők	8
A folyamat	8
A WaNDa mérés	10
Elli3 és screen	10
Mérés menete	11
Elemzés módszere	11
Mérés outputja.....	11
Kártyákból feldolgozott adatok.....	12
Rendelések és beszállítások	12
Készletkártyák	12
Elemzés.....	13
Beszállítást kezelő adminisztrátor.....	13
Rendelést kezelő adminisztrátor.....	15
Targoncás anyagmozgató.....	16
Békás anyagmozgató.....	16
Végellenőr	17
Rendelések	20
Beszállítások	22
Összefoglaló értékelés és fejlesztési javaslatok.....	27
Kutatás folytatása.....	27
Irodalomjegyzék	29
Ábrajegyzék	29

Abstract

A raktári folyamatok a modern ellátási láncok tevékenységeinek kb. 20%-át teszik ki, s hatással vannak az egész ellátási láncra. Ezen folyamatok megszervezése és működése befolyásolja többek között a megrendelt szállítmány indulásának idejét és gyakoriságát, a termelés kezdete és vége közt eltelt időt, a termékek végső árát. Mindezért fontos a raktárak hatékony működése, folyamataik optimális megszervezése. A raktári tevékenységek komplexitása és egymással szoros összefüggése bonyolulttá teszi azok átláthatóságát. Fejlesztés során azonban elengedhetetlen az aktuális, valós, fizikai folyamatok jellegének és szűk keresztmetszeteinek feltérképezése. Ezen elvek alapján vizsgáltuk, elemeztük és értékeltük a szakkollégiumban kialakított WaNDa raktári környezetet. Az összefüggések feltérképezését követően, tréning keretében az Elli3 android alapú alkalmazás segítségével mérést végeztünk, melynek során az egyes raktári dolgozók feladatainak időigényét műveleti elemekre bontva rögzítettük. Az elemzés keretében vizsgáltuk a raktári dolgozók produktivitását, a várakozási időket, valamint a rendelések és beérkezések átfutási idejét. Felismertük a szűk keresztmetszeteket, s elemzéseink alapján értékeltük a rendszert. A vizsgált raktár működésének alapos feltérképezésével lehetőség nyílt folyamatfejlesztési javaslatok megfogalmazására.

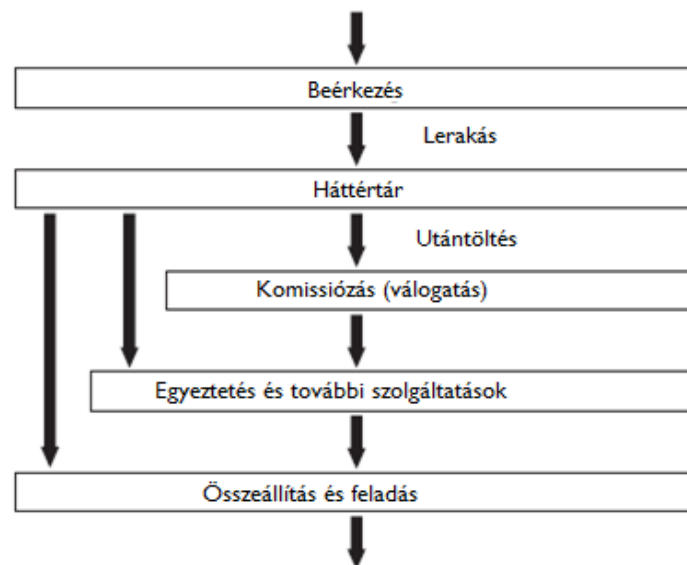
Bevezetés – irodalomkutatás

Az elosztó központok és raktárak eltérő jelentőségűek lehetnek a vállalat üzleti jellegétől függően, szükségességük azonban kétségtelen, a készletezés elengedhetetlen.

A raktárak szerepe az ellátási láncban a folyamatok széles körére terjed ki: a nyersanyagok kezelésétől a késztermékek létrehozásáig, beleértve a csomagolást is. A raktárak hatással vannak a piaci ingadozásokra, a termékskála elterjedésére és az átfutási idők lerövidítésére a vevők megfelelő kiszolgálása érdekében. [1]

Raktári folyamatok

Minden raktár kialakítása akkor a legmegfelelőbb, ha eleget tesz azon ellátási lánc különleges követelményeinek, amelyben szerepel. Mindemellett vannak olyan műveletek, melyek a legtöbb raktárban ugyanazok, akár nagymértékben automatizáltak, akár manuálisan megoldottak. A tipikus raktári folyamatok a következő ábrán láthatóak:



1. ábra Raktári folyamatok kapcsolata

Forrás: [2]

A folyamatok jellemzői [2]:

Beérkezés: ebben a folyamatban zajlik a beérkező jármű lerakodása, a rendelések egyeztetése a beérkezett áruval, valamint a termékek számítógépes rendszerbe való felvétele. Itt történhet még a kicsomagolási és újracsomagolási tevékenységet is, mely utóbbinak lényege, hogy olyan formában kerüljön a termék a raktárba, amely megfelel az adott raktári folyamatoknak. Itt történik a beérkező áru minőségellenőrzése is, majd ezt követi a betárolás.

Háttértár: a beérkezési folyamatot követően a termékeket általában a háttérárba tárolják, mely a legnagyobb helyigényű terület a raktárban. Itt található az ömlesztett raktári készlet, azonosítható helyeken. Amikor szükség van rá, a terméket innen, a háttértárról szedik ki az összeállítási területre vagy az utántöltésre.

Komissiózás: a megfelelő szolgáltatás nyújtás elérésének érdekében, amint beérkezik egy megrendelés a vevőtől, a termékeket a megfelelő mennyiségben, a megfelelő időben kigyűjtik a raktárból. Egy rendelés gyakran több rendelési sort tartalmaz, melyek mindegyike egy bizonyos mennyiséget jelent egy adott termékből. Ha a rendelés egy teljes egységgrakományra vonatkozik, akkor a háttértárról szedik ki. Ha a rendelési sor kisebb mennyiségre szól, mint egy egységgrakomány, akkor a terméket a komissiózó területről gyűjtik ki. Ha egy raktárban csak kis mennyiségű terméket tárolnak, akkor a háttértár és a komissiózó terület egy területnek minősül, és a termékeket innen komissiózzák.

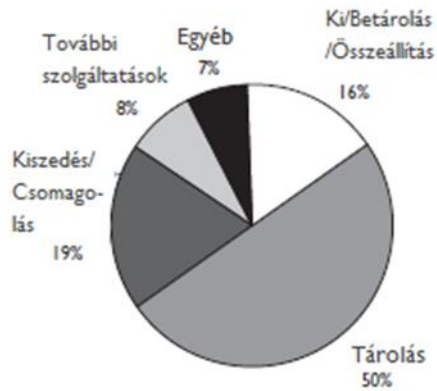
Ez a folyamat mind költség, mind pedig a szolgáltatás tekintetében a kulcs folyamat, mivel a raktári személyzet nagy részét ennek a tevékenységnek az elvégzésére alkalmazzák.

Válogatás: kis mennyiségek rendelésekor érdemes a rendeléseket összevonni és így megvalósítani a komissiózást. Ebben az esetben a kiszedett rendeléseket feladás előtt külön kell válogatni.

Egyeztetés és további szolgáltatások: a termékeket teljes rendelésekre kell összeállítani ahhoz, hogy ellenőrizzék és feladásra kerüljenek. Erre a műveletre csak akkor nincs szükség, ha a termékeket egyből a feladási konténerekbe komissiózzák. Ebben az esetben kiszedés után ezeket össze kell rakni vagy csomagolni. A termékeket küldhetjük például egy csomagoló állomásra ahol kartonokba csomagolják őket. Ez a folyamat tartalmazza a további egyéb szolgáltatásokat is, mint például a címkézést és a rakatképzést.

Összeállítás és feladás: ebben a folyamatban a termékeket összeállítják, hogy megfelelő egységet alkossanak a járműre rakodáshoz, majd a kimenő járatokra pakolják a rendeléseknek megfelelő egységeket, és elküldik az ellátási lánc következő pontjába.

Az említett funkciók a területi igényeik szerint különbözőek. A háttértár foglalja el általában a raktár legnagyobb területét, és gyakran a magasságot illetően is ez a leg helyigényesebb. Az ábrán a kiszedés és csomagolás területi igénye egyben van jelölve, mivel ez gyakran ugyanazon a helyen történik. Ez a két tevékenység általában földszinti területen történik, ahogy a beérkezés, az összeállítás és a feladás is. A további szolgáltatásokkal foglalkozó terület igen kicsi, mivel sokszor ez is a komissiózási és csomagolási terület része.



2. ábra A raktári funkciók terület igénye
Forrás: [2]

A raktári folyamatok rendkívül összefüggő és komplex rendszert alkotnak, melynek fő folyamatai másképp megfogalmazva:

- átvétel – beérkezett áru átvétele, adminisztrációja
- betárolás
- kitar – rendelés teljesítés
 - egész rakatos
 - kommissiózás
- végellenőrzés
- kiadás
- feltöltés – ha vannak dedikált kommissiózó pozíciók, akkor kommissiózás előtt azokat a háttértárból fel kell tölteni

Egész rakatos kiszedésekre akkor kerül sor, ha a vevő adott termékből (egy vagy több) egész raklapnyi mennyiséget rendel.

Kommissiózásra akkor van szükség, ha nem egész raklapnyi mennyiséget rendel a vevő, hanem több termékből kisebb nagyobb mennyiséget. Ekkor kommissió listákat kell generálni és a rajtuk lévő mennyiségeket kigyűjteni.

A raktári folyamatok legköltségesebb és leginkább munkaerő igényes folyamata a kommissiózás. Ez a teljes raktári költségek kb. 60%-át adja. Mivel a költségek ekkora részét teszi ki, különösen fontos ezen folyamat értékelése, és fejlesztése, hatékonyságának növelése.

A raktári folyamatok komplexitását a komissiózást befolyásoló néhány tényezővel szemléltetnék.

Komissiózás hatékonyságát befolyásoló tényezők:

1. Ahhoz, hogy a komissiózást végre lehessen hajtani, a rendelésekből komissió listákat kell létrehozni. A szakirodalomban erre 3 fő „stratégia” létezik:

- batching, azaz a több kisebb rendelés összevonása egy listára,
- egy komissió lista egy teljes rendelés
- a rendelés felbontása listákra, valamilyen meghatározott szempont szerinti (pl. rakatokra, vagy zónákra) [3]

2. Mivel az árukigyűjtés időszükségletének kb. 50%-át a közlekedés adja, kiemelten fontos a bejárési útvonal meghatározása és annak optimalizálása. Itt azt kell meghatározni, hogy a komissiózó milyen útvonalon szedje ki a kiszendendő termékeket úgy, hogy pl. a lehető legrövidebb útvonalat járja be.

Erre a szakirodalomban több heurisztika létezik, melyek közül néhány:

- S-shape
- mild gap
- largest gap

Másrészt optimalizálni lehet az útvonalat, így biztosan azt a sorrendet kapva, ami a legrövidebb bejárési útvonalat adja. [3]

3. Zónák: Nem mindegy azonban az sem, hogy a komissiózást mekkora területen kell elvégezni. A komissiózó helyeket (vagy az egész raktárt) különböző szempontok alapján zónákra lehet osztani.

A zónakiosztásra használt két fő algoritmus:

- szekvenciális: első zóna komissiózója elkezdi a kiszedést saját zónájában, majd a zóna végén leteszi a rakatot és átadja a következő komissiózónak a következő zónában
- szinkronizált: a zónákban egyszerre szednek a komissiózók, amit kiszednek, egyből viszik kapura

A zónakialakítás nem csak a bejárési útvonallal függ össze, hanem a komissiózó lista kialakítással is kapcsolatban van, hiszen akkor az is egy szempont azok kialakításánál, hogy olyan termékek kerüljenek egy listára, amelyek egy zónában vannak.

4. Termékelhelyezés: A bejárési útvonalra hatással van a termékelhelyezés is, fontos hogy a zónán belül hogyan vannak azok elhelyezve. Ezt úgy kell kialakítani, hogy az szintén támogassa a minimális bejárési útvonalat. Gyakori megoldás a raktárakban, hogy a gyorsan forgó termékeket kapuhoz közel rakják, hogy ne kelljen értük mélyen bemenni a sorba. Ez viszont nem feltétlen támogatja a rakatképzést, ami szintén oda kell figyelni. Nem biztos, hogy azt ki lehet először szedni a rakat aljára. [3]

A termékelhelyezés nem csak a komissiózó pozícióknál fontos, hanem az egész háttértárban. Ha dedikált komissiózó helyek vannak kialakítva minden cikkre, akkor ezek feltöltését a komissiózás előtt el kell végezni. El kell kerülni, hogy készlet hiány miatt megakadjon a kigyűjtés, az időben ne csússzon. A feltöltési feladatot is lehet optimalizálni azzal a céllal, hogy legrövidebb útvonalon történjen az A-ból B-be való mozgás. Ez viszont már összefügg a betárolással is, mivel akkor a háttértárba úgy kell betárolni a rakatokat, hogy az majd támogassa a legrövidebb útvonalat a feltöltés esetén.

A raktárak folyamatai tehát nagyon komplexek, a folyamatok összefüggenek, hatással vannak egymásra. Fejlesztéséhez fontos a raktári rendszer működésének modellezése, mérése és értékelése.

A WaNDa

Dolgozatunkban elemzett raktári rendszer egy, a Közlekedésmérnöki és Logisztikai Szakkollégiumban kifejlesztett raktári oktató és tréning környezet. A következő alfejezetekben bemutatjuk a WaNDa infrastruktúráját és a tréning menetét.

Célja

A WaNDa egy olyan raktározással és elosztással foglalkozó modell, melynek célja, hogy a résztvevők az egyes szerepkörökben megismerjék és átlássák az alapvető raktározási feladatokat, felfedezzék az összefüggéseket, valamint megoldást találjanak a felmerülő problémákra. [4]



3. ábra: WaNDa raktár
Forrás: [5]

Infrastruktúra

Modellünk egy fejraktárt testesít meg, melynek egyik alapeleme a termékek tárolására alkalmas állványrendszer. Ezt a jelenlegi Basic raktárban egy egysoros állványrendszert jelent, melyeket 3 folyosó található. A termékeket az állványrendszer kóddal azonosított pozícióira kel helyezni, illetve onnan elszállítani. A pozíciók jelölése a következőképpen néz ki: A-01-04, melyben sor (A), az oszlop (01), és a szint (04).

A termékek színekkel és azonosítókkal vannak ellátva. Az azonosító tartalmazza a termék színekódját (mely megjelenik a terméken is), valamint a cikk egyedi cikkszámát, melyet a sarzs és FEFO számok alkotnak. [5]

A rendelések és beszállítások papír alapon érkeznek a raktárba. Ezeket, és a hozzájuk tartozó már megírt, vagy megírandó készletkártyákat az adminisztrátorok könyvelik. A kártyák kitöltésének menete a 1. sz. mellékletben található.

Beszállítás kártya		Rendelés kártya		Készletkártya	
Beszállítás azonosító	1306	Rendelés azonosító	2327	Beérkezés időpontja	
Keletkezés időpontja		Keletkezés időpontja		Beszállítás azonosító	
Átvevő kapu		Teljesítés megkezdés időpontja		Cikkazonosító	
Átvétel megkezdés időpontja		Teljesítés lezárás időpontja		Készlet nyomon követés	
Átvétel lezárás időpontja		Kiszállítási kapu		Pozíció	Betárolás időpontja
Beérkező tételek		Rendelt tételek			
Termék	Mennyiség [db]	Termék	Mennyiség [db]		
YWRD	3	YWRD	2		
GNBK	3	BEYW	1	Kiszállítás azonosító	
				Kiszállítási kapu	
				Kitárolás időpontja	

4. ábra: A WaNDa raktárban definiált kártyák
Forrás: Saját szerkesztés

Az infrastruktúra részét képezik kiszállítási kapukat jelző „táblákra” is. Ezekre érkezik a beszállított áru, valamint kiszállításkor is idekerülnek a rakatok végellenőrzésre. [5]

Raktári kapuk					
1.		2.		3.	
				4.	
					5.
					6.

5. ábra raktári kapuk jelölése
Forrás: [5]

Szereplők

A rendszerben szükség van egy tréner-re, aki a szimulációt irányítja, és 7 másik szereplőre:

- 3 anyagmozgató:
 - 1 kézi hidraulikus raklapemelő (békás)
 - 1 toló oszlopos targoncás
- 2 adminisztrátor:
 - rendeléseket kezelő adminisztrátor
 - betárolásokat kezelő adminisztrátor
- 1 műszakvezető
- 1 végellenőr.

A szereplőkhöz tartozó munkaköri leírások az 1. sz. mellékletben találhatók.

A folyamat

Egy körben 15 rendelést és 6 beszállítást kell teljesíteni, melyek során minden lépést fontos adminisztrálni. Jelentősége van az egyes tevékenységek időpontjainak is, amihez egy stopperóra áll rendelkezésre. A készletkártyán láthatjuk a termék beérkezésének időpontját, valamint a betárolás időpontját, amik az első körben előre rögzítettek. Ez első a rendelést kezelő adminisztrátor számára fontos a FIFO elvű kitárolás miatt. A rendelés kártyán az igény keletkezésének időpontja szerepel, amit a tréner tölt ki; ezután a teljesítés kezdeti időpontját, valamint a teljesítés lezárásának időpontját szükséges megadni. Fontos megjegyezni, hogy a

stopperóra 1 órától indul, a kezdeti layout-hoz tartozó beérkezések pedig 0 óra és 1 óra közötti időpontra vannak definiálva.

A szimuláció kezdésekor érdemes először a kiszállítási, majd a beszállítási folyamatot egyenként végigjárni, hogy a résztvevők tisztában legyenek az egyes műveletekkel. Ezután mehet a tréning úgy, hogy egyszerre zajlik a rendelés teljesítése és a beszállítás.

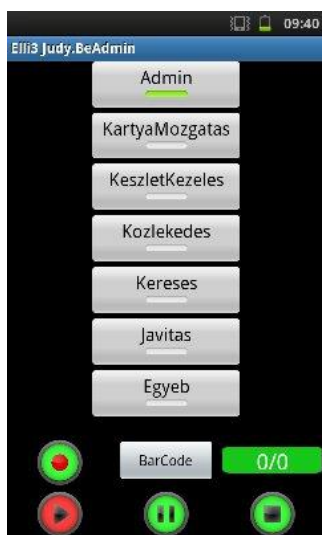
Beérkező rendelés esetén a szimulációt irányító tréner tetszés szerinti időpontokban kitölt egy-egy rendelés kártyát az igény keletkezésének időpontjával, melyet a kitárolást kezelő adminisztrátorhoz rak egy előre egyeztetett helyre. Innen az adminisztrátor felveszi, amint tud a rendeléssel foglalkozni, és egyből ráírja a teljesítés kezdeti időpontját valamint a kiszállítási kaput. Ezután a kártyán szereplő termékek típusát és mennyiségét kikeresi a készletkártyák közül FIFO elv szerint, majd ezekre is ráírja ugyanazt a kapuszámot, mint ami a rendelés kártyán szerepel. Amint ezzel végzett, a rendelés és készletkártyát a műszakvezetőhöz továbbítja, aki az utóbbit az anyagmozgatóknak átadja, a rendelési kártyát pedig a megjelölt kapuhoz teszi. Az anyagmozgatók a termékeket a kártyával együtt a kapuhoz rakják, ahol aztán kitöltik a készletkártyát a kitárolás időpontjával. A békásnak kinevezett résztvevő csak az alsó sorról tárolhat ki (majd tárolhat be), a targoncás bárhonnán. Ezután a végellenőr egyezteti, hogy a rendelés kártyán szereplő igénynek megfelelően tárolták-e ki az anyagmozgatók a termékeket, majd kitölti a teljesítés lezárásának időpontját a rendelés kártyán. Ezután „elszállítják” a rakatokat, így levesszük ezeket az asztalról.

Beszállítás esetén a tréner beszállítás kártyákra írja a keletkezés időpontját, melyet a betárolást kezelő adminisztrátornak ad, akinek először a kapu számát kell meghatároznia, hogy a tréner ott tudja elhelyezni a termékeket. Ezután az adminisztrátor felírja a beszállítás kártyára az átvétel megkezdésének időpontját, majd minden egyes rakathoz készletkártyát készít, melyre felírja a beérkezés időpontját, a beszállítás azonosítót, a cikkszámot, valamint a pozíciót, melynek kiválasztásához egy előre meghatározott algoritmust érdemes használni. Ez utóbbi adathoz a kapuszámot is érdemes felírni. Ezután az adminisztrátor a műszakvezetőnek adja a megírt készletkártyákat, aki pedig továbbadja azokat az anyagmozgatóknak, hogy elvégezzék a betárolást. Ezt követően ők a készletkártyára felírják a betárolás időpontját, és átadják a műszakvezetőnek. Ezután a műszakvezető a beszállítást kezelő adminisztrátornak továbbítja a kártyákat. Végül az adminisztrátor felírja a beszállítás kártyára az adott beszállításhoz tartozó készletkártyákról az utolsó betárolási időpontot, majd könyveli azokat egy adott elv szerint (pl. FIFO). [5]

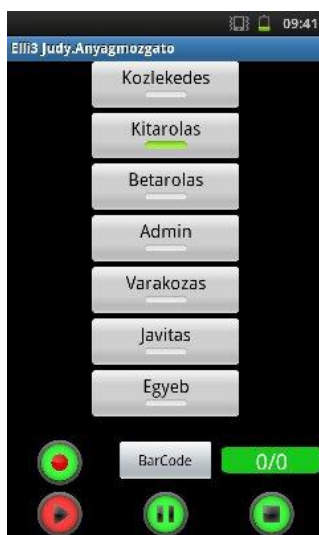
A WaNDa mérés

Elli3 és screen

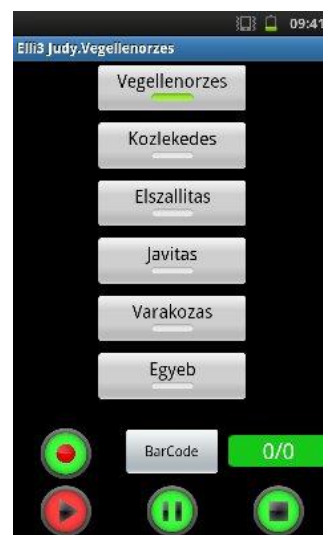
A méréshez az Elli3 nevű alkalmazást használtuk, mely egy – a szakkollégimunkban kifejlesztett – android alapú alkalmazás. A mérő feladata az volt, hogy mindig azt a „gombot” érintse meg az eszközön, amely megfelel az általa mért kolléga aktuálisan végzett tevékenységének. Ha egy gomb aktív, azt a gomb neve alatti zöld csík jelzi. A rendszer egészen addig számolja az időt, míg a mérő egy másik gombra nem vált, vagy az aktív „gomb” újranyomásával leállítja a művelet számlálását. Esetünkben a következő munkaállomásoknak készítettünk különböző screen-eket: adminisztrátorok, anyagmozgatók, végellenőr. A szereplők által végzett folyamatokat összegyűjtöttük, és a következő felületeket alakítottuk ki azok mérésére:



6. ábra Adminisztrátorok mérési felülete
Forrás: Saját szerkesztés



7. ábra Anyagmozgatók mérési felülete
Forrás: Saját szerkesztés



8. ábra Végellenőr mérési felülete
Forrás: Saját szerkesztés

A rendszer minden megnyomott „gombhoz” egy időtartamot rendel, melyeket Excel fájlba importálva a mérés dátumával, adott „gomb” lenyomásának kezdeti idejével és megnevezésével együtt jelenít meg. (Példaként Ld. 1. táblázat.) Az Elli3-vel mért adatok elemzésével képesek vagyunk feltárni az egyes folyamatok jellegzetességeit, a szűk keresztmetszeteket, és a számszerű adatok alapján értékelni a rendszert. [6]

Start-date	Start-time	Time	Process
2014.10.05	1:00:00	0:02:00	Varakozas
2014.10.05	1:02:00	0:00:02	Kozlekedes
2014.10.05	1:02:02	0:00:09	Kitarolas
2014.10.05	1:02:12	0:00:13	Admin
2014.10.05	1:02:26	0:00:02	Kozlekedes
2014.10.05	1:02:28	0:00:07	Kitarolas
2014.10.05	1:02:36	0:00:09	Admin
2014.10.05	1:02:45	0:00:02	Kozlekedes
2014.10.05	1:02:48	0:00:11	Kitarolas
2014.10.05	1:03:00	0:00:08	Admin
2014.10.05	1:03:08	0:00:12	Kozlekedes
2014.10.05	1:03:20	0:00:18	Betarolas
2014.10.05	1:03:38	0:00:12	Admin

1. táblázat targoncás anyagmozgató műveleteinek mért adatai Excelbe importált formátumban

Forrás: Saját szerkesztés

Mérés menete

A folyamatok méréséhez szükségünk volt a megfelelő számú játékosra, azaz 1 trénerre, 2 adminisztrátorra, 1 műszakvezetőre, 2 anyagmozgatóra, 1 végellenőrre. A tréneren és a műszakvezetőn kívül minden szereplőhöz került 1-1 olyan személy, aki az adott munkakör műveleteit figyelte és azok idejét mérte.

Először magát a modellt mutattuk be a szereplőknek az elvégzendő folyamatokkal együtt, majd kiosztottuk a szerepeket. Ezután mérés nélkül kezdtük el a tréninget, hogy a munkatársak betanulják feladataikat.

Mikor már mindenki tisztában volt az elvégzendő feladatokkal, visszaállítottuk a kezdő layout-ot, és úgy indítottuk újra a tréninget, most már méréssel. 15 rendelést és 6 beszállítást indított el a tréner, mindegyiket véletlenszerű sorrendben és időpontban. Ez számított egy körnek – ebből hármat játszottunk végig. Bár a körök között szünetet tartottunk, egyik kör után sem állítottuk vissza a kezdőkészletet – az előző kör változásai érvényesültek.

A gördülékeny játékmenetért előre összekészítettük az egyes körökhöz a rendeléseket és a beszállításokat: a hozzájuk tartozó rakatokat és készletkártyákat raktuk egy kupacba.

Elemzés módszere

Mérés outputja

A mérés tehát az Elli3 programmal történt, melyeket tabletekre feltelepítve használtunk. Az adatokat a program egy „csv” kiterjesztésű fájlba tárolta, melyeket excel táblázatba

importálva könnyen értelmezhető munkalapokat kaptunk. Ahogy az 1. táblázatban is láthatjuk, 4 oszlopot tartalmaz 1 munkalap: elsőként a dátum szerepel, majd az adott művelet kezdeti időpontja. Harmadik oszlopban az adott művelettel töltött időtartam látható, majd végül a végzett feladat olvasható. Ilyen táblázatok készültek a mért munkaállomásokról, mind a három körre vonatkozóan.

Mivel a folyamathoz készített központi óra 1 órától kezd számolni, ezért a tableteket is úgy állítottuk be, hogy a kezdéskor 1 órát mutasson. Így a későbbiekben könnyen feldolgozhatóak voltak a csv fájlból kinyert adatok és a kártyákon szereplő időpontok. Ezekből az adatokból elemeztük a raktári dolgozók produktivitását.

Kártyákból feldolgozott adatok

Rendelések és beszállítások

A mérési adatok elemzéséhez rendszereztük a beszállításokat, rendeléseket és készletkártyákat. Mindegyik adatot külön excel fájlba rendeztünk, a beszállításokat és rendeléseket úgy rendszerezve, hogy munkalaponként 1 kör jelenjen meg. Ezután a kártyák segítségével a keletkezés időpontja szerinti időrendi sorrendbe állítottuk a beérkezéseket és kiadásokat. Majd következett a teljesítés megkezdés időpontjának felírása, hogy lássuk, mennyi idő telt el az igény keletkezése és annak kielégítése között. Feltüntettük az azonosítókat, és a hozzájuk tartozó rakatokat a kitárolás, vagy másik esetben a betárolás időpontja szerinti sorrendben. Ennek segítségével láthatóvá vált, hogy mennyi idő telt el a teljesítés megkezdésétől az adott termék kitárolásáig vagy betárolásáig. Végül a teljesítés lezárásának időpontját is szerepeltettük, hogy kiszámítható legyen a teljesítés időtartama, valamint a teljes átfutási idő.

Készletkártyák

A készletkártyák alapján a cikkeket ugyanígy egy excel fájlba rendeztük. Itt a felírási sorrend a cikkek színkódja alapján történt, ezen belül pedig a beérkezés időpontja szerint rendszereztük őket. Ez a fajta sorrend amiatt volt fontos, hogy a későbbi számítások után láthatóvá váljon, sikerült-e betartania a kitárolást kezelő adminisztrátornak a FIFO elvet a cikkek kiválasztása során.

Az előzőekben említett adatok mellett rögzítettük még a cikkek pozícióját a raktárban, a beszállítási azonosítót, a betárolás időpontját, a rendelési azonosítót, valamint a kitárolás időpontját. Minden időpont felírása arra szolgált, hogy kiszámolhassuk, egyes cikkek mennyi

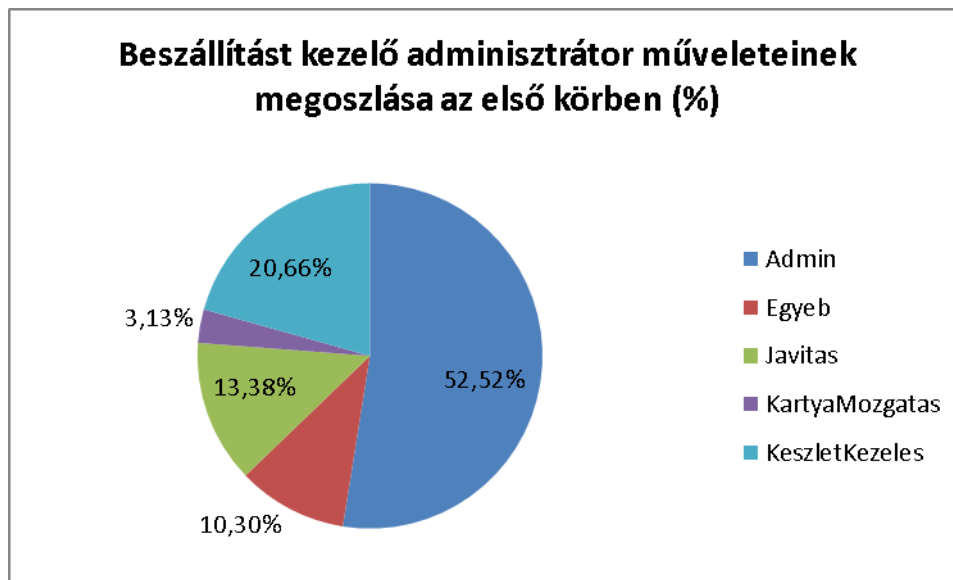
ideig tartózkodtak a raktárban, és megvizsgálhassuk, hogy a FIFO elv érvényesült-e a rendelések teljesítésekor.

Elemzés

Ebben a fejezetben bemutatjuk a feldolgozott és rendszerezett adatokból nyert kimutatásokat. Diagramokon ismertetjük a dolgozók körönkénti műveleteinek megoszlását, az ebből kimutatott produktív és improduktív időket, valamint a rendelések és betárolások átfutási idejének megoszlását egy-egy körben. Továbbá elemezzük a FIFO elv teljesülését a tréning során.

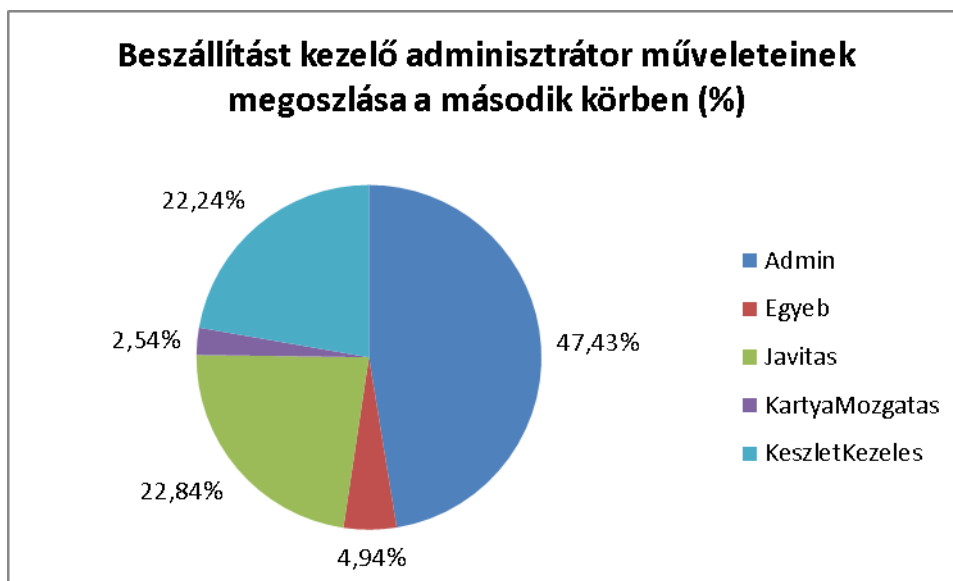
Az elemzés kezdeteként összegyűjtöttük az egyes kollégák körönként végzett műveleteinek teljes időszükségletét. Megvizsgáltuk, hogy egy kolléga melyik körben mennyi időt töltött az egyes műveletek végzésével. Példaként a beszállítást kezelő adminisztrátor adatait ismertetjük. A diagramokon a három kör műveleti időinek megoszlása látszik. Megfigyelhető, hogy a betárolást könyvelő adminisztrátor nagyrészt a dokumentációval foglalkozott, s az első körben idejének csupán kb. 23%, a második és harmadik körben kb. 28%-át töltötte várakozással és javítással.

Beszállítást kezelő adminisztrátor

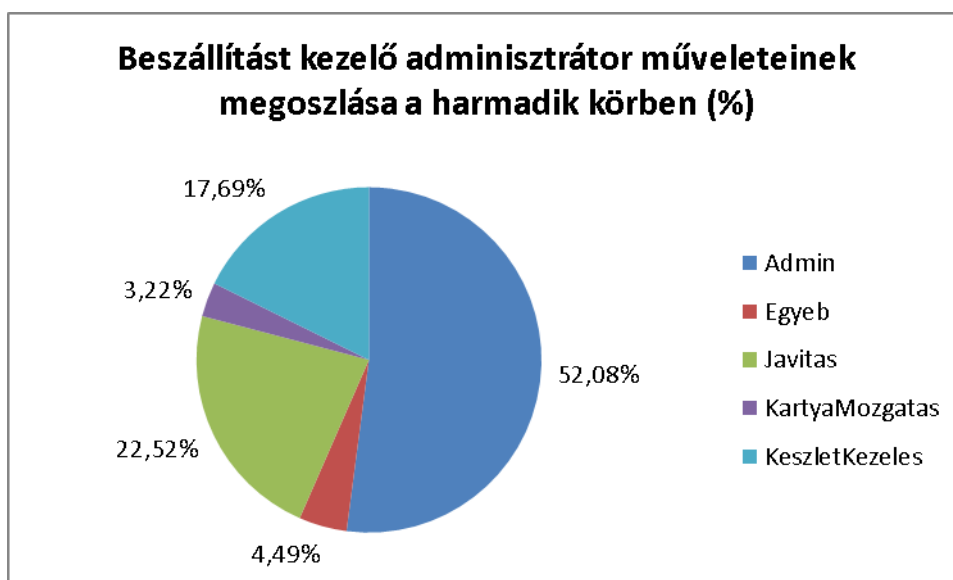


9. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása az első körben

Forrás: Saját szerkesztés

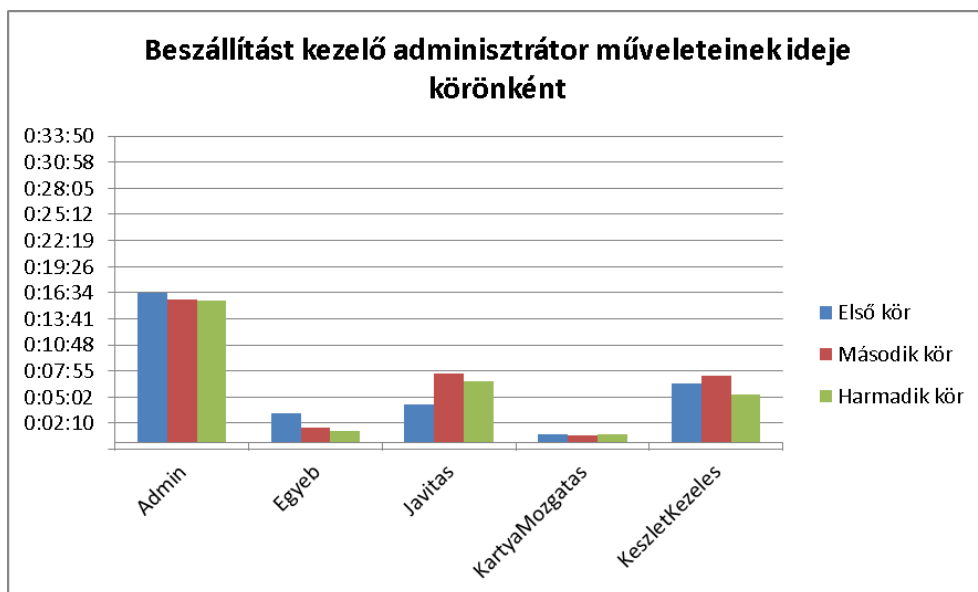


10. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása az első körben
 Forrás: Saját szerkesztés



11. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása a harmadik körben
 Forrás: Saját szerkesztés

A még jobb összevethetőség érdekében a három kör adatai a beszállítást kezelő adminisztrátorra vonatkozóan egy táblázatban is láthatók:

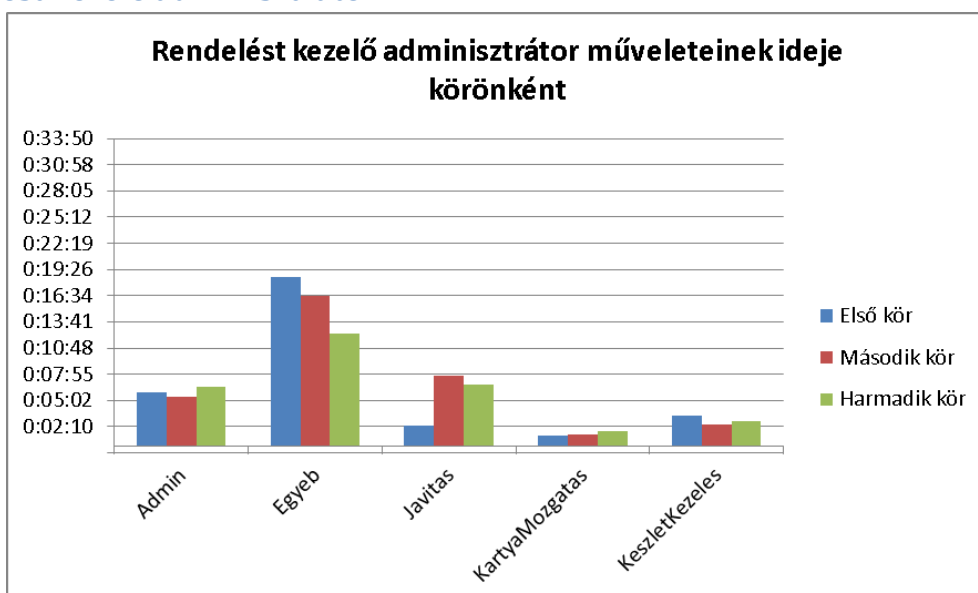


12. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek ideje körönként
 Forrás: Saját szerkesztés

Valamennyi kimutatást a többi raktári dolgozó műveleti időszükségleteire is elvégeztük. Ezek részletesen a 2.sz.mellékletben találhatók, az összesített eredményeket a további diagramok szemléltetik.

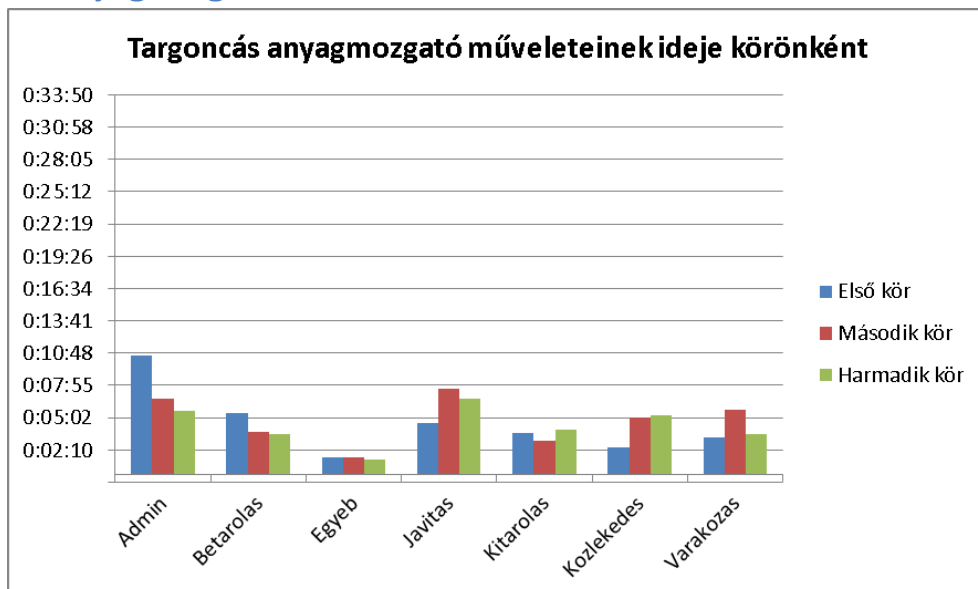
A dolgozókhoz tartozó műveletek körönkénti összes ideje:

Rendelést kezelő adminisztrátor



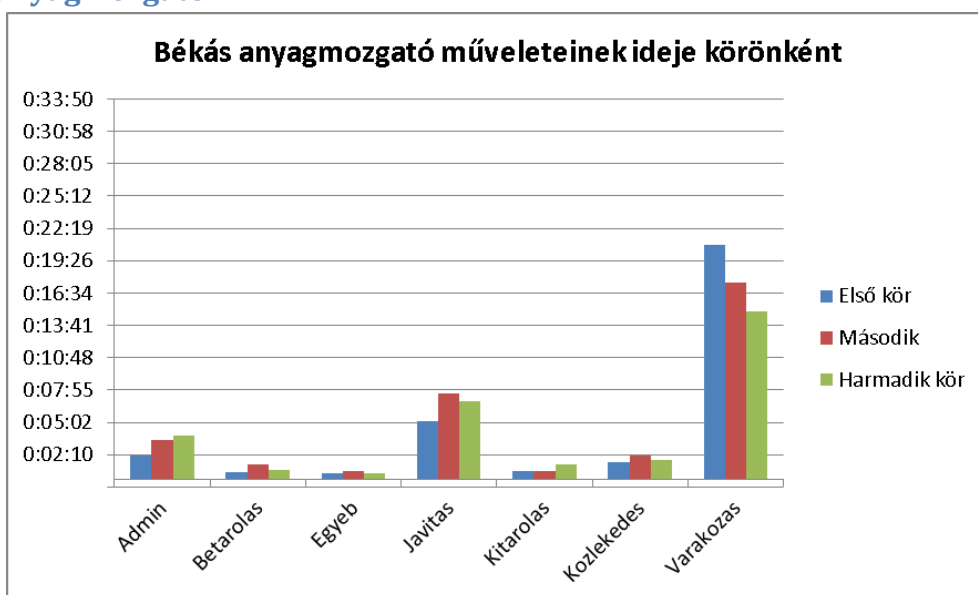
13. ábra Rendelést kezelő adminisztrátor műveleteinek ideje körönként
 Forrás: Saját szerkesztés

Targoncás anyagmozgató



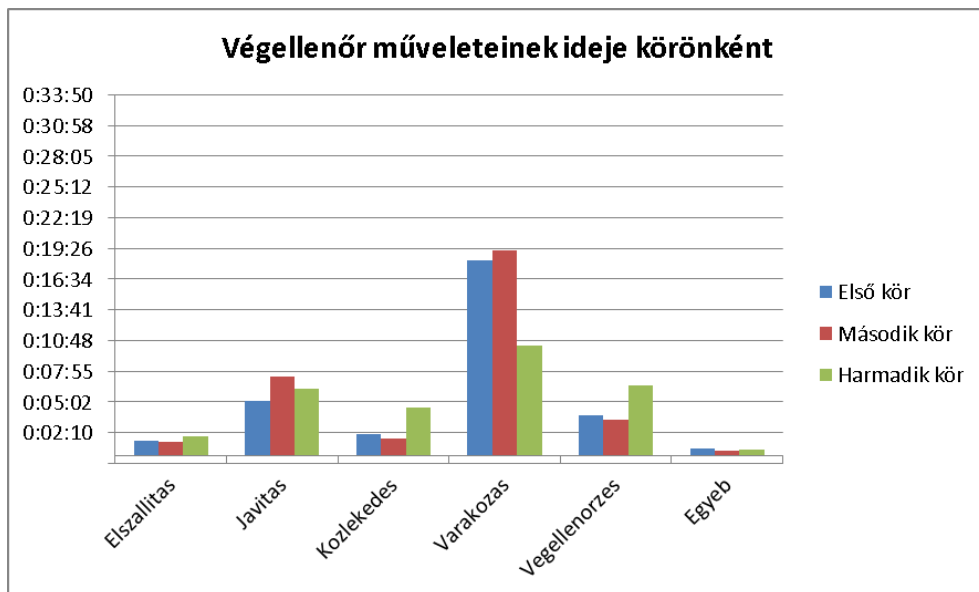
14. ábra Targoncás anyagmozgató műveleteinek ideje körönként
Forrás: Saját szerkesztés

Békás anyagmozgató



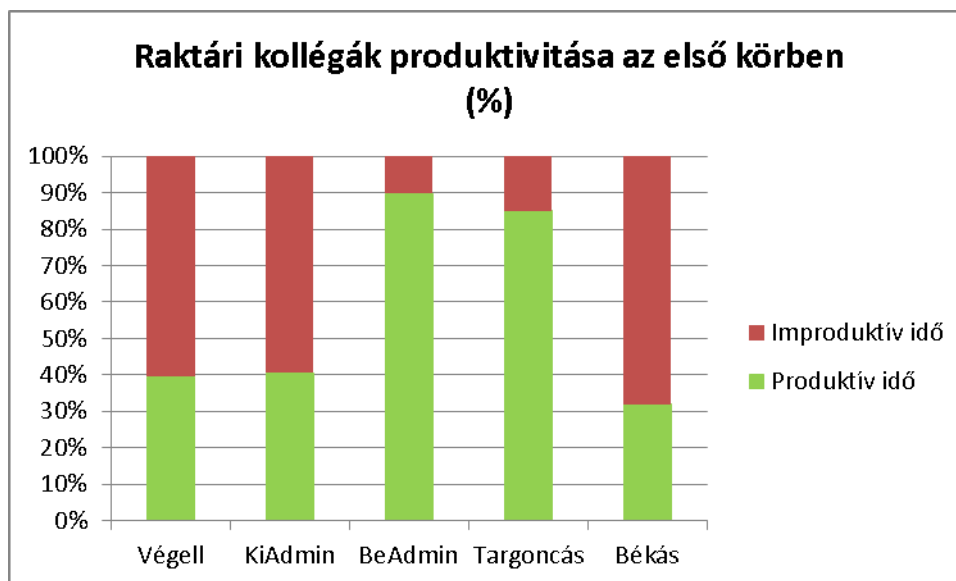
15. ábra Békás anyagmozgató műveleteinek ideje körönként
Forrás: Saját szerkesztés

Végellenőr



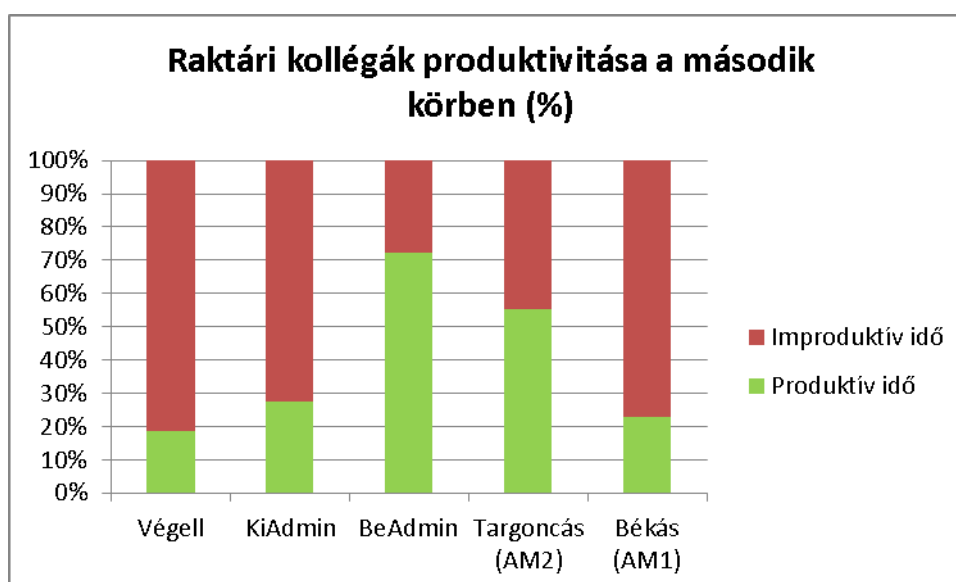
16. ábra Végellenőr műveleteinek ideje körönként
Forrás: Saját szerkesztés

Ezen kimutatások alapján megvizsgáltuk az egyes szereplők körönkénti produktivitását. A dolgozók improduktív idejét a várakozás, az egyéb teendők és a javítás tette ki. Minden más, melyben értékteremtő folyamatokat végzett, produktív időnek tekinthető. Ahogy a 2. sz. mellékletben láthatjuk, a beszállítást kezelő adminisztrátor könyvelési feladata jóval szélesebb körű, mint a rendeléseket kezelő adminisztrátoré. Ebből fakadóan a betárolással foglalkozó adminisztrátor idejének nagy részében produktív munkát végzett, nem kellett feladatra várnia. Ahogy feljebb részletezve is láttuk, az első körben produktív ideje több volt, mint a második és harmadik körben, mely a betanulási folyamatnak tulajdonítható. A rendeléseket könyvelő adminisztrátor munkaidejének átlagosan kb. 70%-a improduktív volt, melyet nagyrészt a várakozás, kisebb részt a javítás töltött ki. Ebből levonhatjuk azt a következtetést, hogy az adminisztrátorok közti feladatmegosztás nem optimális, leterheltségük nem egyforma. Erre vonatkozó fejlesztési javaslatainkat a későbbiekben ismertetjük.



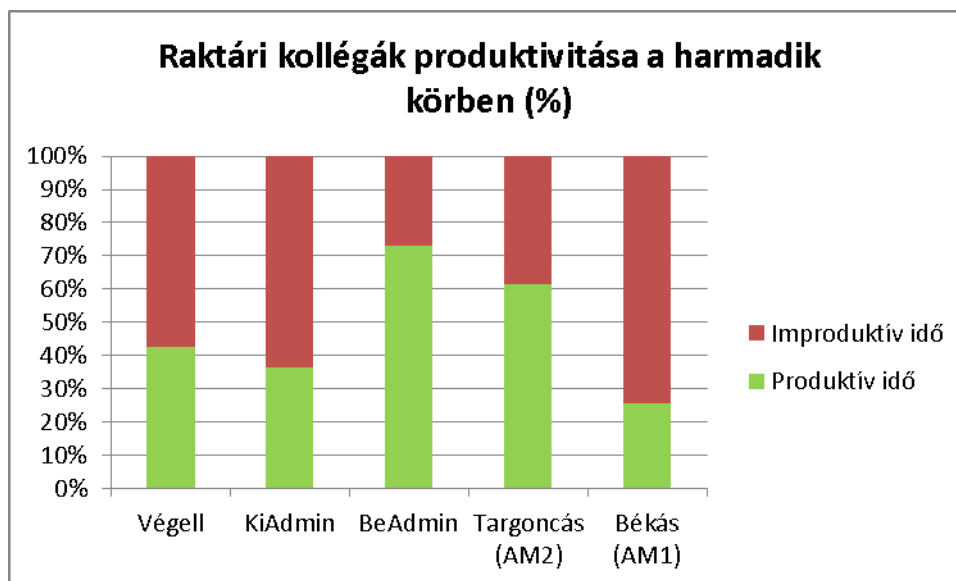
17. ábra Raktári kollégák produktivitás a z első körben

Forrás: Saját szerkesztés



18. ábra Raktári kollégák produktitás a második körben

Forrás Saját szerkesztés



19. ábra Raktári kollégák produktivitása a harmadik körben
Forrás: Saját szerkesztés

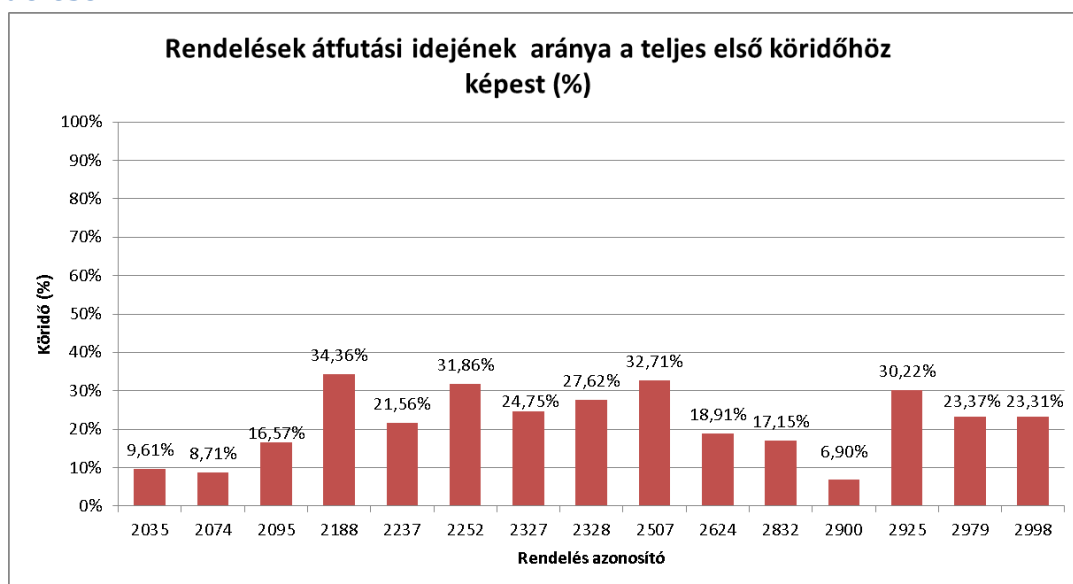
A targoncás és békás anyagmozgatók produktivitása az adminisztrátorokhoz hasonlóan megoszlik. Az anyagmozgatók esetében szintén jól kirajzolódik a körökben a tanulási folyamatnak köszönhető hatékonyabb, gyorsabb munkavégzés. Míg a targoncás munkaidejének nagy hányadát mindegyik körben a be- és kitárolások, valamint az azzal járó adminisztráció tette ki, a békás többségében feladatra várakozott. A tréning során volt lehetőség algoritmus változtatására, így a második körben a betárolást kezelő adminisztrátor stratégiát váltott a betárolandó rakatok célpozícióját illetően. Úgy próbálta kiegyensúlyozni a két anyagmozgató aktivitása közti különbséget, hogy igyekezett a raktár alsó pozícióira szervezni a betárolást, így munkát adva a békás anyagmozgatónak is. Ez azonban csak rövid időre növelte annak produktivitását. Mivel a rendelés kártyákon lévő kitárolandó rakatokat esetében a FIFO elvet kellett követni, a másik adminisztrátor nem tudott kooperálni társával, nem volt lehetősége a rakatok közül olyan cikkszámokat választani, melyek alsó pozíciókon helyezkedtek el.

Habár a ki- és betárolások mennyisége és összetétele mindhárom körben ugyan az volt, a végellenőr produktivitása ingadozónak mutatkozik. Ez nagyban összefügg a rendelések és betárolások keletkezésének sorrendiségével, valamint a műszakvezető feladat kiosztásának stratégiájával. A 8. ábrán látható, hogy a harmadik körben megugrott a közlekedés és a végellenőrzés száma, melynek oka lehetett, hogy a rendelés kártyákat nem egyszerre hozta el az adminisztrátortól, és ellenőrizte egymás után a már kapun lévő rakatokat, hanem egyesével kellett elmennie érte. A végellenőrzés idejét az is növelhette, hogy a műszakvezető nem

optimális sorrendben adta ki a feladatokat az anyagmozgatóknak, így azok lehetséges, hogy nem egymás után hordták az azonos rendeléshez tartozó rakatokat.

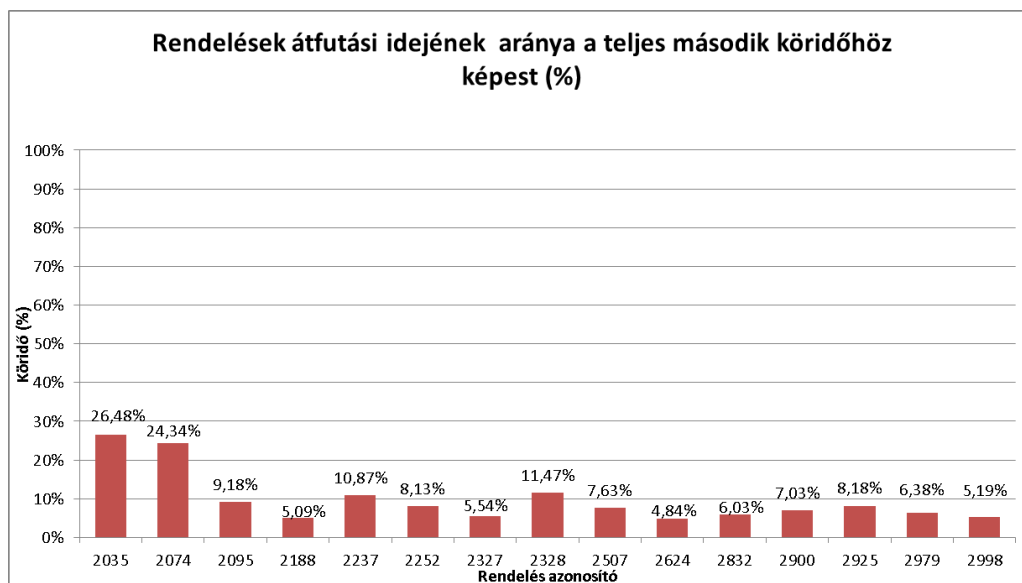
Megvizsgáltuk, hogy az egyes rendelések és beszállítások mekkora részét teszik ki a teljes köridőnek. Ezen folyamatok egymással párhuzamosan zajlottak, s egy adott rendelés vagy beszállítás is történhetett párhuzamosan a két anyagmozgató egymástól független munkája miatt. Ezért a diagramon mutatott százalékok nem a teljes köridőt adják ki, hanem azt szemléltetik, hogy adott rendelés vagy beszállítás hogyan aránylott a teljes köridőhöz képest. Ahogy feljebb említettük, minden körben ugyan azon összetételű rendelések és beszállítások történtek. A teljesítés ideje mégis nagy szórást mutat. Ennek egyik oka, hogy a körök közt a raktárban lévő készletek elhelyezése nem lett visszarendezve a kiindulási állapothoz, így nagyban befolyásolta a teljesítés idejét, hogy a rendelkezésre álló erőforrások közt hogyan lehetett megosztani a munkát. Előfordulhat, hogy míg az egyik körben többet lehetett a rakatokat alsó pozíciókon mozgatni – ezzel megosztva a teljesítési feladatot a két anyagmozgató közt – a másikban nagyrészt magas pozíciókat kellett igénybe venni. Emellett a ki-és betárolások sorrendiségének is szerepe volt az átfutási idők alakulásában. Ezt egyrészt a tréner által generált feladatok keletkezési ideje és sorrendje határozta meg, másrészt az, hogy a műszakvezető az adminisztrátorok kártyakiadásai után hogyan szervezte a feladatokat.

Rendelések



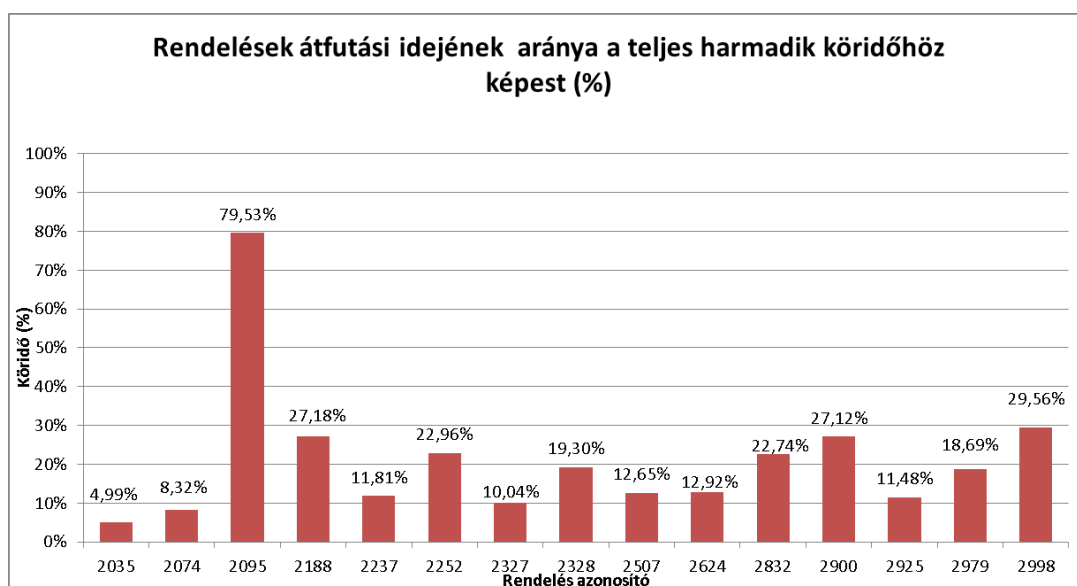
20. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes első köridőhöz képest

Forrás: Saját szerkesztés



21. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes második köridőhöz képest

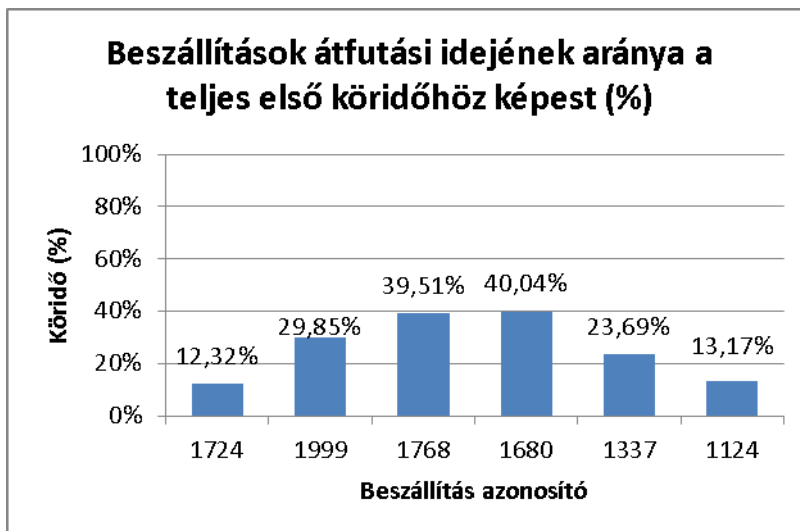
Forrás: Saját szerkesztés



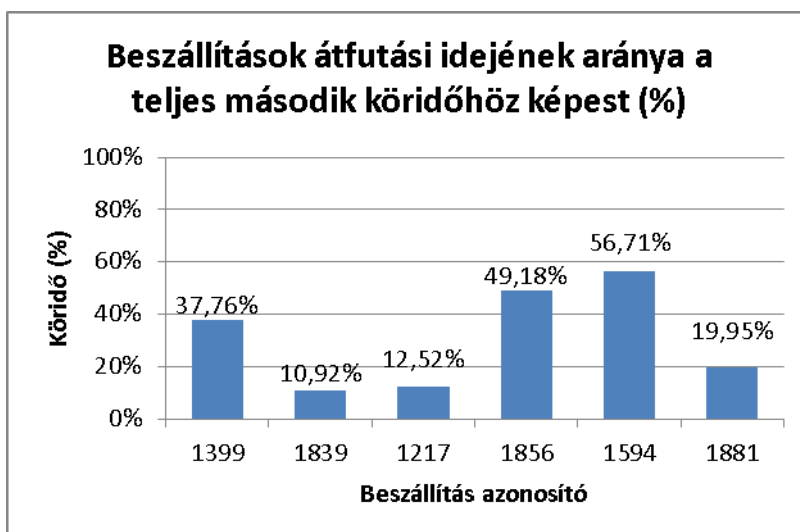
22. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes harmadik köridőhöz képest

Forrás: Saját szerkesztés

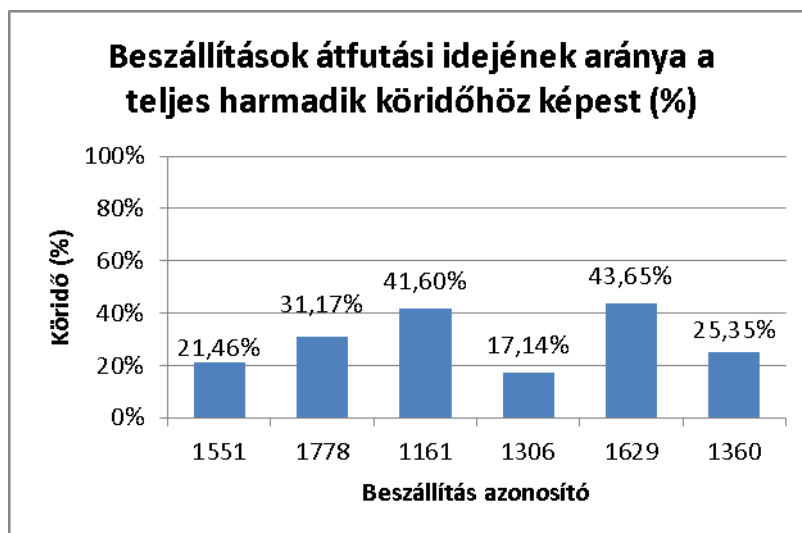
Beszállítások



23. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes első köridőhöz képest
Forrás: Saját szerkesztés

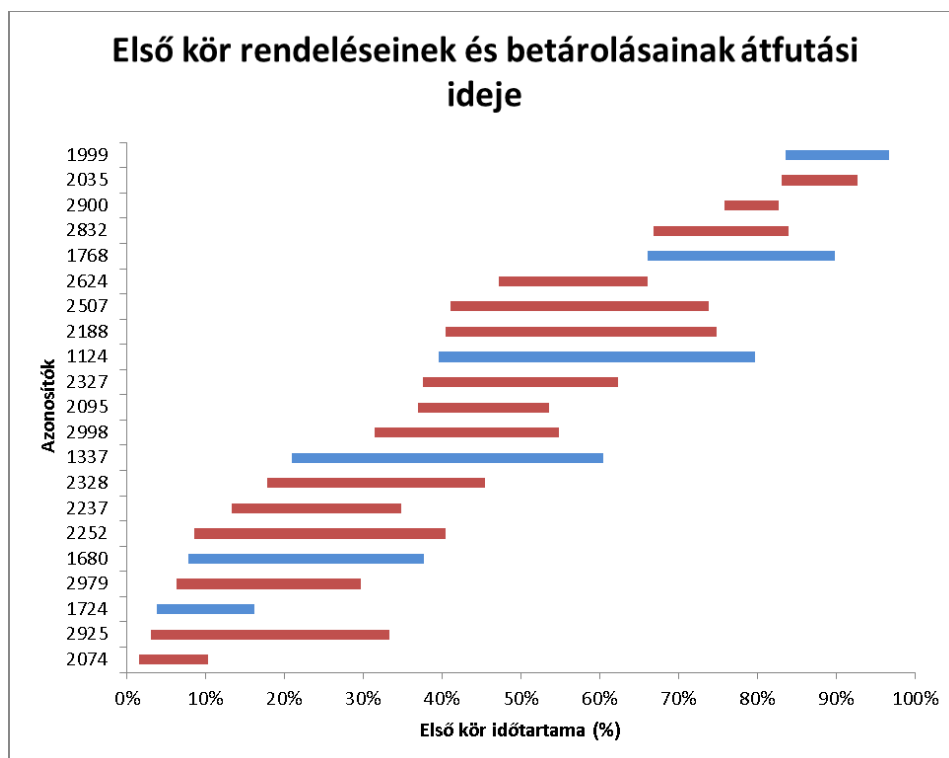


24. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes második köridőhöz képest
Forrás: Saját szerkesztés



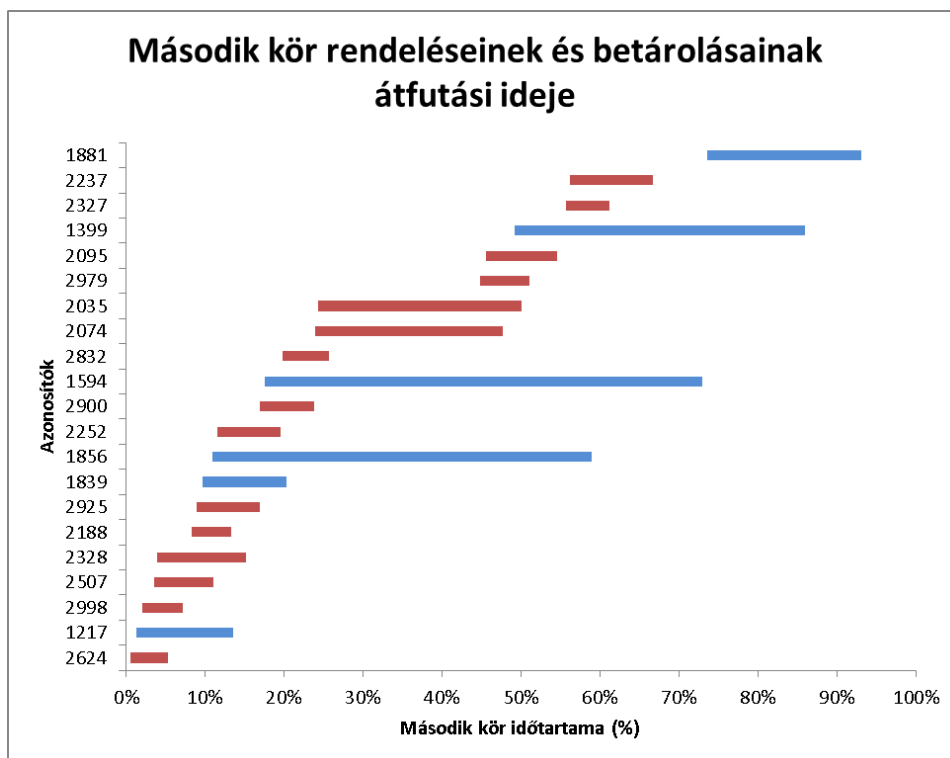
25. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes harmadik köridőhöz képest
Forrás: Saját szerkesztés

A három kör rendeléseinek és betárolásainak menetét, azok egymás utániségának és párhuzamosságának jellegét a következő diagramokon ábrázoltuk:

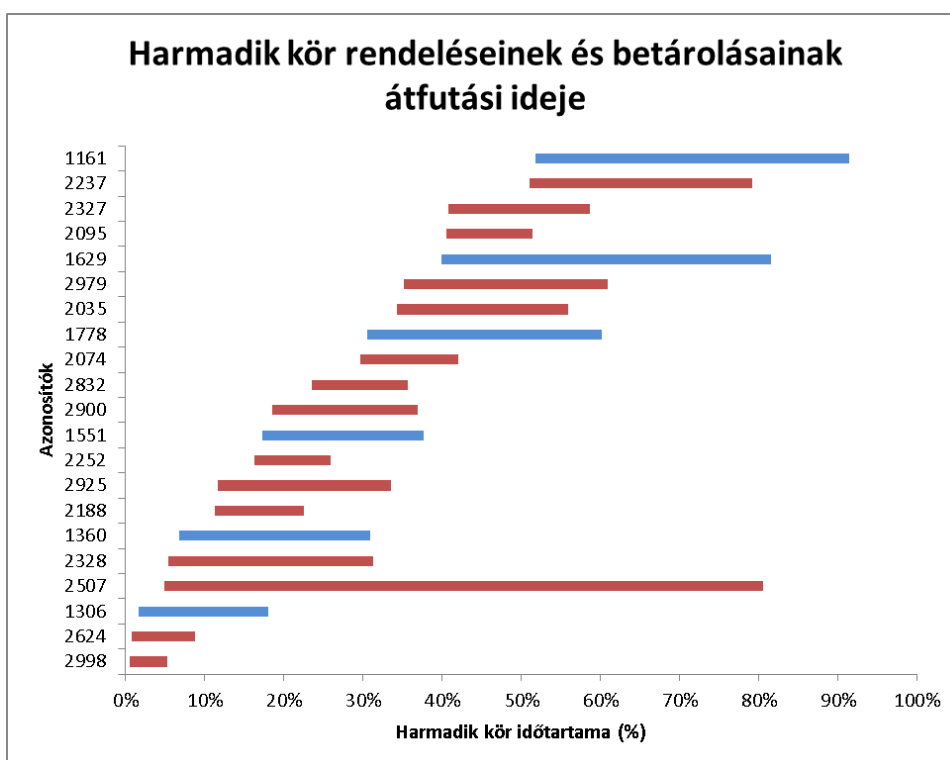


26. ábra Első kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje
Forrás: Saját szerkesztés

A diagramokon a piros színnel jelöltek a rendeléseket, a kékek az adott körben teljesített betárolásokat szemléltetik.



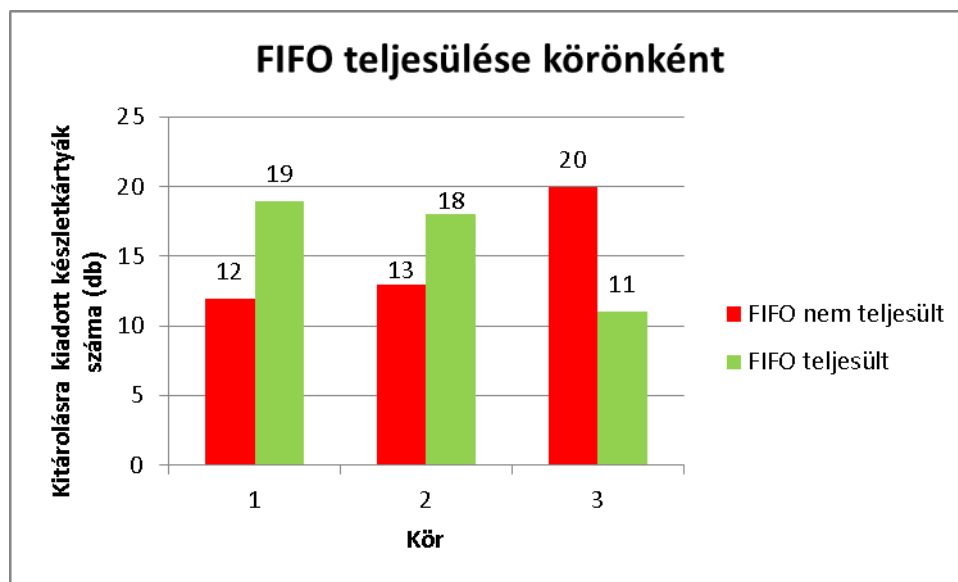
27. ábra Második kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje
 Forrás: Saját szerkesztés



28. ábra Harmadik kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje
 Forrás: Saját szerkesztés

Habár a rendeléseket kezelő adminisztrátornak a FIFO elvét követve kellett a készletkártyákat rendelkezésre bocsátani, ez számos esetben nem sikerült.

Habár a rendeléseket kezelő adminisztrátornak a FIFO elvét követve kellett a készletkártyákat rendelkezésre bocsátani, ez számos esetben nem sikerült.



29. ábra FIFO elv teljesülése a körönkénti kitarolások esetén

Forrás: Saját szerkesztés

A tévedések adminisztrációs hibákra vezethetők vissza. A betárolással foglalkozó adminisztrátor munkája stresszes és összetett volt. Azon kívül, hogy ő választott kaput, amire megérkezhet az áru, ő adta ki a pozíciókat a betároláshoz és könyvelte mindezeket. Feladata volt még a kész betárolások dokumentációjának elvégzése és a kitöltött készletkártyák megfelelő helyre tétele is. A kitarolást kezelő adminisztrátor FIFO elvet követve kellett volna, hogy szolgáltatssa a rendelésekhez a készletkártyákat. Ha azok nem a megfelelő sorrendben voltak lefűzve, és ő nem ellenőrizte az összes kártyát, csak automatikusan kiadta a sorrendileg megfelelőnek vélt kártyát, a FIFO nem teljesült. Emellett előfordulhat, hogy a kézi könyvelésből és sietségből fakadóan a kártyákra írt adatok nem voltak jól olvashatók, így nem lehetett egyértelművé tenni milyen időpont szerepel a betárolásnál.

Ezen kívül több fajta hiba is előfordult a rendszerben. Ezen hibák egy része beépített volt, melyet a tréning környezet kialakításakor szándékosan építettek be a raktár létrehozói. Ilyen probléma volt pl., hogy a kitarolandó termék nem volt a pozíción, illetve nem a megfelelő pozíción volt. Ezt a problémát mindkét esetben a targoncás anyagmozgató vette észre, majd jelezte a műszakvezetőnek. A hibát az adminisztrátorokkal egyeztetve javították, majd folytatódott a tréning.

A többi adminisztrációból vagy figyelmetlenségből eredő hiba volt. A végellenőr figyelmetlenségéből adódott egy javítási időszükséglet az első körben, mivel nem találta az egyik kapun lévő kitárolt rakatokhoz tartozó rendelés kártyát. Azt hitte a rendeléseket kezelő adminisztrátor még nem adta ki neki a kártyát, viszont, annak visszakövetése után kiderült, hogy az adminisztrátor nem hibázott, hanem a végellenőr véletlen az előtte elszállított rakathoz csatolva hagyta.

A második körben történt egy olyan hiba, mely során a kitárolandó termék nem volt bent a raktárban. A hiba elhárítására leltárt tartottak, mely során kiderült, hogy a terméket tévedésből már az előzőkörben kiszedték a megfelelő helyett. Az anyagmozgató tévedését a végellenőr sem vette észre. Mivel a rendelés kártyákon csak a színkódok meghatározottak, a vevői rendelést teljesíteni tudták úgy, hogy egy másik cikkszámmal rendelkező terméket tároltak ki. A rendelést így teljesíteni lehetett, viszont a hiba komoly, időigényes adminisztrációs javításokat igényelt a raktárban.

A játék során a tréner is hibázott. A betárolást kezelő adminisztrátornak már a második beszállítás kártyát adta oda, de az még az elsővel sem tudott elkezdni foglalkozni. Amikor megkezdte az elsőt, és kérte a trénert, hogy vigye a terméket a megadott kapura, az rossz beszállítást, nem az elsőt, hanem a másodikat vitte oda. Ez egy kommunikációs hiba volt az adminisztrátor és a tréner között.

Az betárolást kezelő adminisztrátor hibája volt továbbá a második körben, hogy olyan pozíciót adott meg betárolásra, amelyen már volt termék. Ezt az anyagmozgató észrevételezése után javították a pozíció módosítása után. A harmadik körben a kézi adminisztrálásból fakadó probléma volt, hogy az anyagmozgató félreolvasta a pozíció számát a kártyán, így rossz helyre tárolta be a rakatot, oda, ahova egy későbbi betárolást kellett volna elvégezni. Ezt ekkor vette észre, majd a műszakvezetőnek jelezte. A pozíciók újra kiosztásával rendeződött a probléma.

A harmadik körben jelentkezett még egy hiba, mely esetben a végellenőr észlelte, hogy már nagyon régóta nem lett kész egy kitárolás, mivel a rakatok hosszú ideje ott várakoznak a kapun. Mint kiderült, a műszakvezető a sok kitárolás és betárolás közt megfeledkezett arról a készlet kártyáról, túl sok ideig tartotta magánál. Így ennek a rendeltetésteljesítésnek az átfutási ideje jelentősen megnőtt.

Összefoglaló értékelés és fejlesztési javaslatok

Elemzésünkéből levonhatjuk a következtetést, hogy az adminisztráció kritikus pontja a raktári rendszereknek, s ha ebben hiba történik, felborulhat a folyamatok elvárt működése, mely a való életben komoly következményeket vonhat maga után. Ha a vevőnek nem a rendelt árut szállítjuk, a rendelt paraméterekkel, az jelentős költségekkel jár. Érdemes tehát ellenőrző folyamatokat építeni a rendszerbe, vagy a folyamatokat a minimális tévedési lehetőséggel kialakítani. Vizsgált raktárunk esetében az adminisztrátorok közti feladat nem volt egyenletesen elosztva. Javasoljuk, hogy a kitárolásokat kezelő adminisztrátor vegye át a már betárolt rakatok bekönyvelési feladatát és a kártyák lefűzését. Ezzel nem csak leterheltségük lesz kiegyenlítettebb, amely által az átfutási idők jelentősen rövidülhetnek, de a tévedés lehetőségét is csökkenteni tudják, hiszen a rendeléseket kezelő adminisztrátor saját maga kezeli a későbbiekben általa felhasznált készletkártyákat.

A betárolást végző adminisztrátor mellett szűk keresztmetszetként definiáljuk a targoncás anyagmozgatót is. Mivel a felső pozíciókon végzett ki- és betárolásokat csak ő tudta elvégezni, feladatának mennyisége többszöröse volt a békás anyagmozgatóéhoz képest. Az erőforrások nem voltak megfelelően kihasználva, azokat csak bizonyos keretek közt lehetett párhuzamosan foglalkoztatni. Ennek hatása volt az átfutási időkre, melyeket szintén csökkenthetünk a köztük lévő hatékonyabb feladatmegosztással. Működőképes megoldásnak látjuk, hogy a feladat a két anyagmozgató közt oly módon legyen megosztva, hogy a betárolások alkalmával minden esetben a békás hozza el a kapuról a rakatokat, és készítse azt a földszinti pozíciók elé. Ez után adja át a készletkártyát a targoncásnak, aki – miközben a békás a következő rakatot hozza be az állványsorhoz – a magas pozíciókra betárolja a terméket. Kitárolás esetén pedig ennek fordítottjaként a targoncás lekészíthetné a rakatokat a folyosók elé, ahonnan a békás hordja el azokat a megfelelő kapura. Ezzel a teljesítések biztosan párhuzamosabban folyhatnak, azonban meg kell vizsgálni, hogy ez az átfutási időkre milyen hatással van.

Kutatás folytatása

Kutatásunk folytatásaként a felvázolt fejlesztési lehetőségeket alkalmazzuk, majd az így módosított rendszert vizsgáljuk és értékeljük.

Jelenleg a vizsgált rendszer ipari tapasztalatokkal és mérésekkel történő validálásán dolgozunk. Egy hazai disztribúciós raktár folyamatait van lehetőségünk vizsgálni, melynek felméréshez és értékeléséhez ugyan ezeket az elveket, és az Elli3 mérőrendszert alkalmazzuk.

A méréshez használt screeneket a WaNDa raktár esetén alkalmazotthoz hasonlóan tudjuk kialakítani. Több alkalommal volt már lehetőségünk mérést végezni, s eddigi tapasztalataink szerint sok a hasonlóság a modellünkben felfedezett problémák és szűk keresztmetszetek között. Megfigyeltük, hogy az átvétel adminisztrációja szintén időigényes, s a kitárolások során hasonló hibák is jelentkeznek, mint a dolgozatban elemzett rendszer esetén. A vizsgált ipari raktárban szintén papír alapon történő komissiózás van, melynek során többször előfordult, hogy a kiszedés során nem a megfelelő terméket tárolták ki. Megesett továbbá hogy a műveletek (betárolás, komissió helyek feltöltése, kitárolási feladat) nem voltak megfelelően összehangolva, ezért a kitárolási feladat időben csúszott. Ahogy modellünk elemzése során is említettük, fontos szerepe van tehát annak, hogy a műszakvezető hogyan szervezi meg az operatív feladatokat.

A továbbiakban folytatjuk az ipari méréseket és elemzéseket, és célunk az Elli rendszer és az általunk használt vizsgálati módszer validálása, azaz a WaNDa raktári szimuláció és a vállalati környezet méréséből származó eredmények összehasonlítása.

Irodalomjegyzék

- [1] dr. Prezenszki József (2002): Logisztika I, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem. , Budapest
- [2] Rushton, Alan, Croucher, Phil, Peter (2010): Handbook of Logistic and Distribution Management (4th Edition); Kogan Page Publisher
- [3] Rene' de Koster, Tho Le-Duc, Kees Jan Roodbergen (2007): Design and control of warehouse order picking: A literature review; European Journal of Operational Research 182, pp. 481–501
- [4] Kata Vöröskői, Tamás Bódis, Péter Bajor (2011): Modelling warehouse processes in WaNDa Chokobar environment. in 2nd International Students Symposium in Logistics and International Business, Bremen
- [5] Bancsó Krisztina Rózsa, Tarsoly Rebeka, Grünceisz László (2014): A WaNDa Basic Tréning MSc-s Logisztikai mérnökhallgatók tantárgyprogramjába való illesztése, Tudományos és Művészeti Diákköri Konferencia
- [6] Emőke Ila Baladincz, Tamás Bódis, Péter Ilg (2013): Supporting warehouse modelling with the flexible Elli3 measurement system, in The 10th International Conference on Logistics & Sustainable Transport, Celje-SI, 13th-15th June 2013

Ábrajegyzék

1. ábra Raktári folyamatok kapcsolata [1]	2
2. ábra A raktári funkciók terület igénye [1]	4
3. ábra: WaNDa raktár [3]	7
4. ábra: A WaNDa raktárban definiált kártyák	7
5. ábra raktári kapuk jelölése	8
6. ábra Adminisztrátorok mérési felülete	10
7. ábra Anyagmozgatók mérési felülete	10
8. ábra Végellenőr mérési felülete	10
9. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása az első körben.....	13
10. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása az első körben.....	14
11. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek megoszlása a harmadik körben ...	14
12. ábra Beszállítást kezelő adminisztrátor műveleteinek ideje körönként	15
13. ábra Rendelést kezelő adminisztrátor műveleteinek ideje körönként	15
14. ábra Targoncás anyagmozgató műveleteinek ideje körönként	16
15. ábra Békás anyagmozgató műveleteinek ideje körönként	16
16. ábra Végellenőr műveleteinek ideje körönként.....	17
17. ábra Raktári kollégák produktivitás a z első körben	18
18. ábra Raktári kollégák produktivitás a második körben	18
19. ábra Raktári kollégák produktivitása a harmadik körben	19
20. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes első köridőhöz képest	20
21. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes második köridőhöz képest	21
22. ábra Rendelések átfutási idejének aránya a teljes harmadik köridőhöz képest.....	21
23. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes első köridőhöz képest	22
24. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes második köridőhöz képest	22
25. ábra Beszállítások átfutási idejének aránya a teljes harmadik köridőhöz képest	23
26. ábra Első kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje	23
27. ábra Második kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje	24
28. ábra Harmadik kör rendeléseinek és betárolásainak átfutási ideje.....	24
29. ábra FIFO elv teljesülése a körönkénti kitárolások esetén.....	25