



## Inverz logisztikai megtakarítások

*A logisztikai szakemberek számára nagy kihívást jelent az ún. inverz (fordított) logisztika. A kétirányú logisztika az áruk kereskedelmi kiszállítását (ez a hagyományos értelemben vett logisztikai feladat), valamint az ott felszabaduló újrahasznosítható csomagolóanyagok, a keletkező csomagolási hulladékok és a vevőktől „visszavásárolt” termékek elszállítását jelenti felhasználás, újrahasznosítás céljából (ez az inverz logisztika). Az elszállítandó termékek előfordulásának helyétől, mennyiségétől, térfogatától és súlyától függően az inverz logisztika kialakítása az anyagkörforgás ökológiai és gazdasági hatékonyságának fő meghatározó tényezője lehet. A logisztikai költségek a visszaszállítási és újrahasznosítási rendszer összköltségének akár hetven százalékát is kitehetik.*

---

Tárgyszavak: inverz logisztika; csomagolás; szállítás; hulladék; hulladékszállítás; elektronikai hulladék; modellezés; járatoptimalizálás; költség.

---

### Az inverz logisztika szerkezete

A jó inverz logisztika legnagyobb előnye a költségmegtakarítás. Sajnos gyakran a felső vezetés a legnagyobb akadálya ezen költségelőnyök elérésének, mert egyszerűen nem veszik tudomásul, mibe kerül nekik a visszaszállítás. Ezek a problémák számos szervezetet a visszaszállítás költségeinek vizsgálatára ösztönöztek, hiszen ma már különböző lehetőségek vannak, amelyek elősegítik, hogy az ellentétes irányú logisztika kifizetődő legyen. Ezek

- a másodlagos piacok,
- a logisztikai szolgáltatók,
- az információtechnológiai eszközök.

A visszaszállítások költsége különböző helyeken jelenik meg, ezért elkezdtek új módszereket kialakítani. Egyes iparágak már vezető helyet foglalnak el a visszaszállítás területén. Ma már minden nagy autógyártó értékesít újragyártott és felújított alkatrészeket, melyeket nem hagynak meg a bontóknak és a felújítóknak. A raktárkezelési rendszerek korszerűsítése előtt azonban tudni kell, mibe kerül az inverz logisztika, ill. hogy kifizetődik-e. Az ellenirányú logisztika egyik legnagyobb költségghordozója az anyagmozgatás. A nagyobb kiskereskedelmi vállalkozásoknak visszaszállítási központjaik vannak, amelyek csak a visszaszállított árut és csomagolást kezelik. Az ilyen tevékenység létrehozása előtt el kell döntenie, hogy az milyen helyet foglaljon el az ellátási láncon belül (1. táblázat).

## Az inverz logisztikai rendszer kulcselemei

Gyártók	Kiskereskedők
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vételi megállapodás minden tételre</li> <li>• termék–beszállító és termék–fogyasztó adatbázis döntési szabályokkal</li> <li>• feldolgozási szabályok</li> <li>• diszpozíciós lehetőségek</li> <li>• gyors hitelegeztetés</li> <li>• felújítás–újragyártás</li> <li>• szállítástervezés</li> <li>• raktárkezelési rendszer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vételi megállapodás minden tételre</li> <li>• készletszint ellenőrzése és diszpozíció</li> <li>• termék–beszállító adatbázis döntési szabályokkal</li> <li>• diszpozíciós lehetőségek</li> <li>• szállítástervezés</li> <li>• raktárkezelési rendszer</li> </ul>

Ahhoz, hogy a legtöbbet lehessen kihozni az ellentétes irányú logisztikai tevékenységből, kiváló információmenedzsment szükséges. Ha a tevékenység magában foglalja a visszaszállított áru újbóli felhasználását, akkor szigorú műveleti eljárásokat, és – az állandó minőség biztosítása érdekében – legjobb gyakorlatokat kell kialakítani.

## Csomagolás és inverz logisztika

Felmérések szerint a kiskereskedelemben az áru által megtett út utolsó néhány métere okozza a legtöbb gondot. A szállítási csomagolást még mindig úgy tervezik, hogy nem gondolnak arra, hogyan jut el az áru az üzlet megfelelő részébe. Arra törekszenek, hogy az a legjobb teljesítményt nyújtsa akkor, amikor a szupermarket regionális elosztási központjába szállítják, de nem foglalkoznak azzal, hogyan kerül tovább a boltba. A teljes raklapnyi rakományokat bolti méretekre felbontják, amit azután rekeszekben szállítanak tovább.

A másik gond, hogy a szállítási csomagolást használat előtt nem ellenőrzik kellőképpen. Ez gyakran azt eredményezi, hogy szállítás közben az áru megsérül. A másik véglet pedig az, amikor a cso-

magolást túlbiztosítják, aminek nagyobb költség és több csomagolási hulladék az eredménye.

A csomagolás tervezését már a termékfejlesztés kezdetekor el kellene kezdeni. Kialakításánál messzemenően figyelembe kellene venni a kiskereskedelem igényeit is. Számos olyan termék van, amelyeket az élelmiszerboltokban nem raknak fel a polcokra, hanem szinte közvetlenül raklapról adnak el (Tesco, Wal-Mart, Lidl). Ilyen esetekben a csomagolástervezőknek figyelembe kell venni azt is, hogy a csomagolásnak egyrészt elő kell segítenie, hogy a vevő megtalálja a keresett árut, másrészt számos olyan tudnivalót is tartalmaznia kell, amelyek a vevő számára megkönnyítik a döntést.

## Újrahasználható csomagolások

Az ellentétes irányú logisztikán belül külön feladatot jelent a többször felhasználható (többutas) csomagolások körforgásának irányítása. Megvalósításánál elsősorban a más célból már kidolgozott, nagy teljesítményű beszerzési, gyűjtési és visszaszállítási stratégiákat kell alkalmazni. Itt is a begyűjtési folyamat gazdaságossága áll előtérben, valamint az, hogy a csomagolás gyorsan visszake-

rülhessen a disztribúciós folyamatba. A szervezés célja az is, hogy alacsony szinten tartsák a forgó árukészleteket. Fontos szempont továbbá, hogy a kiskereskedelemben visszavásárolt/-váltott áruk (visszárúk) elszállításához többször felhasználható szállítási csomagolást használjanak.

## Csomagolási hulladék

Az újrahasznosításra alkalmas hulladékok visszaszállításakor (a többutas csomagolások begyűjtéséhez hasonlóan) zárt körforgású újraelosztási háló alakulnak ki. Elfordulhat, hogy feszültség alakul ki a gyártók változó alapanyagigénye, valamint az újrahasznosításra alkalmas hulladékok mennyisége és minősége, valamint a kevésbé rugalmas gyűjtés, szállítás, átrakás, tárolás és kezelés miatt.

Logisztikai gondok adódhatnak az alábbiakból:

- *minőségi gondok* (pl. nagyon sokféle alapanyag),
- *mennyiségi gondok* (pl. rendszertelenül előforduló mennyiségek),
- *időgondok* (nehezen megjósolható időszakonként érkezik az alapanyag),
- *helygondok* (kérdéses az újrahasznosítás helye, ami az előállítás helyétől független és nem feltétlenül azonos azzal).

Ezeket az akadályokat a részt vevő járművek és az alkalmazottak munkájának gondos szervezésével lehet áthidalni. Ebben az összefüggésben különös jelentősége van a gyűjtőstratégiák megvalósítását szolgáló fordulóoptimalizálásnak.

## KOMPASS

A többször használható szállítási csomagolások vizsgálatára fejlesztették ki a KOMPASS-modellt

(Kreislaufoptimierung in Mehrwegsystemen durch Planung, Analyse und Systemsimulation: többutas rendszerek körforgás-optimalizálása tervezéssel, elemzéssel és rendszer-szimulációval). A modell mindenekelőtt a rendszerüzemeltető szempontjából igyekszik javítani a rendszer működését.

### A KOMPASS-modell összetevői

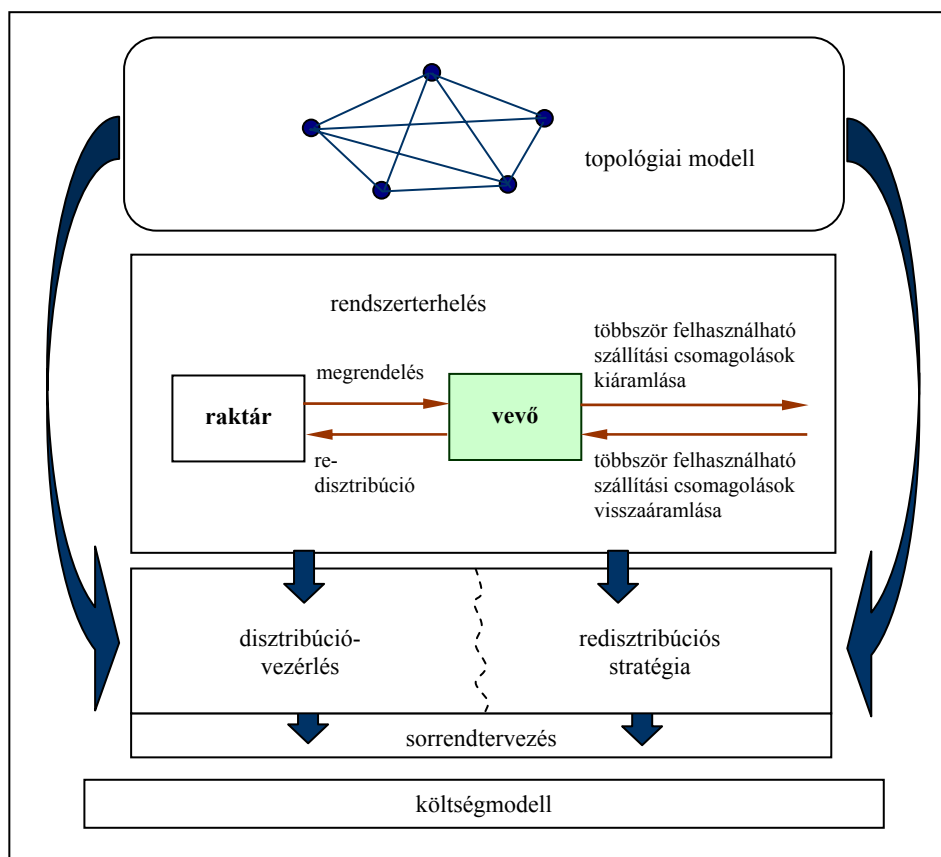
A KOMPASS-modell moduláris felépítésű és öt összetevőből áll (*1. ábra*):

1. topológiai modell,
2. rendszerterhelés-modell,
3. elosztási (disztribúciós) modell,
4. költségmodell,
5. újraelosztási (redisztribúciós) modell.

#### *Topológiai modell*

A topológiai modell a vizsgálat szempontjából fontos helyszínek földrajzi fekvését írja le. A többször felhasználható szállítási csomagolások elosztásához a rendszerüzemeltető általában raktárakat létesít, amelyek egyrészt a többutas szállítási csomagolások áramlásának összehangolását, másrészt az ingadozó igények melletti készletkiegyenlítést szolgálják. A raktárt hozzá lehet rendelni a többé-kevésbé meghatározott vevőkörhöz, ami általában a földrajzi fekvés, illetve a távolság és az egyes vevők raktárhoz kapcsolódó infrastrukturális összeköttetése alapján történik. Ezt a felállást mint elágazási pontok és útvonalak hálóját lehet modellezni:

- az elágazási pontok forrásokat és fogyasztókat (többször felhasználható szállítási csomagolások fogyasztói) képeznek,
- az útvonalak az elágazási pontok közötti (azaz az útvonalak mentén végbemenő) árucseré folyamatát írják le.



1. ábra A KOMPASS-modell

Az elágazási pontok az aktív rendszer elemeket szimbolizálják, azaz a logisztikai rendszer azon részeit, amelyek egymással önállóan kölcsönhatásra lépnek és külső hatásokra reagálni tudnak. A logisztikai hálóban az útvonal azt mutatja meg, hogy két elágazási pont között – tehát jelen esetben a többször felhasználható szállítási csomagolási rendszer résztvevői között – lehetséges a logisztikai folyamat, azaz az árucseré. Ez gyakorlatilag a többutas szállítási csomagolás odaszállítását vagy elszállítását jelenti.

Az útvonalakat a következő értékekkel lehet leírni:

1. *hosszmértékkel*, pl. két hely közötti távolság, amiből azután egy hosszmátrixot lehet felállítani;

2. *időértékkel*, ami az egyes útvonalakra átlagosan betervezett időtartamot jellemzi (pl. az utazási sebesség megszorozása az útvonal hosszával) – ezt azután fel lehet vinni egy időértékmátrixra;
3. *a használat gyakoriságával*, azaz egy adott időtartamon belül milyen gyakran használnak egy útvonalat (abszolút vagy relatív gyakoriság megadása) – az összes útvonal használati gyakorisága egy gyakorisági mátrixot eredményez.

#### *Rendszerterhelés-modell*

A rendszerterhelési modell a rendszer vagy részrendszerek és környezetük közötti kölcsönhatásokat írja le. Itt elsősorban a többször felhasználható szállítási csomagolások alkalmazóinak azokat az

igényeit modellezik, amelyeket a rendszerüzemeltetőnek tovább lehet adni. A rendszertelher ebben az összefüggésben tehát a többutas szállítási csomagolások felhasználóinak kész csomagolóanyag-igényét („igényhelyszínek”) és a használóknál lévő üres göngyöleg visszaszállítási igényét jelenti („előfordulási helyszínek”). A rendszerterhek adott időszakra vonatkozó egyes jellemzőit idősorokkal lehet ábrázolni.

### *Elosztási modell*

Az elosztási modell a rendszerüzemeltető vevőrendelésekre adott válaszait foglalja magába. A rendszervezélés célja a kiszállítási feladat megbízható teljesítése. Az elosztási modell részletezi a többször felhasználható rendszerek általános kiszállítási feladatát. A vevőmegrendelések birtokában a többutas rendszer üzemeltetője meghatározza a szükséges kiszállítási útvonalakat. Az optimális útvonaltervek meghatározásánál a következő befolyásoló értékeket kell figyelembe venni:

- a megrendelési helyek egymáshoz viszonyított fekvése,
- rendelési mennyiségek az egyes rendelési helyeken,
- a szállító gépjármű rakodási kapacitása.

### *Költségmodell*

A költségmodell a szcenárió-összehasonlítás alapját képezi.

### *Újraelosztási modell*

A redisztribúciós modell olyan algoritmus, amely megadja, hogy az egyik vevőnél lévő használt többutas szállítási csomagolás mennyiségét mely időpontban kell elhozni. Az olyan helyszíneken, amelyekben 1:1 cserét alkalmaznak, ebben az értelemben nem történik újraelosztás. A be- és kiszállí-

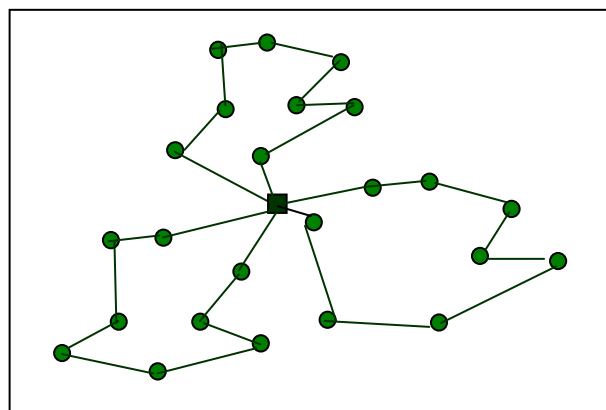
tott csomagolóanyagok egyensúlyát ilyenkor állandó egyeztetéssel érik el.

1:n cserearány esetén a használatra kész csomagolóanyag szállítása és a használt göngyöleg visszaszállítása időben elválik egymástól. Az elszállítás időpontjának és mennyiségének meghatározásában tehát további döntési szempontokat vesznek figyelembe.

### **A KOMPASS-modell gyakorlati alkalmazása**

A szolgáltató feladata a régió csomagolási hulladékának elszállítása. Az ehhez szükséges útvonaltervezést a szolgáltató a KOMPASS-moddal tudja megoldani.

A jármű útvonaltervezésekor a központi raktárhoz tartozó járműveknek kell meghatározott számú, földrajzilag különböző helyen lévő vevőt kiszolgálni (2. ábra). Az optimalizálás célja az abszolút szállítási távolságok minimálisra csökkentése. Annak a mellékfeltételnek a figyelembevétele, hogy minden jármű adott kapacitással rendelkezik, és minden ügyfélnek adott igénye van, és hogy a járműkapacitást egyetlen alkalommal sem szabad túllépni, eredményezi a hasznos útvonal tervezésének problémáját.



2. ábra Az útvonaltervezés problémája

### Fekvés

A csomagolási hulladékok összegyűjtéséhez a szolgáltató rendszerint olyan járműtelephelyet tart fenn, amely az elszállítási útvonal kiindulási pontját képezi. Minden telephelyhez egy többé-kevésbé pontosan meghatározott vevőkör, valamint berendezések (pl. osztályozó üzemek) rendelhetők hozzá, ami függ az egyes ügyfeleknek a telephelyhez viszonyított földrajzi fekvésétől, illetve távolságától és infrastrukturális összeköttetésétől. Ideális esetben először azt kell feltételezni, hogy a raktár és az elszállítási létesítmény azonos helyen fekszik.

### Rendszerteher

A rendszerterhet elszállítási ajánlatkérés formájában adják tovább a rendszer-üzemeltetőnek. Az adott időpontra vonatkozó rendszerteher egyes jellemzőit idősorokkal lehet ábrázolni.

### Elosztás

Itt az elosztás vezérlése tulajdonképpen az újraelosztás vezérlése.

A többször felhasználható rendszerek KOMPASS-modelljének leírásához hasonlóan itt az újraelosztás modellje az elszállítónak a vevői kérdésekre adott válaszait írja le, ami a vevőnél lévő csomagoláshulladék elszállítására irányul. A rendszervezérlés célja az elszállítási feladat megbízható teljesítése. Az elosztási modell pontosítja a csomagolások általános elszállítási feladatát. Az ügyfelek bejelentései alapján a szolgáltató meghatározza a szükséges gyűjtőútvonalakat. Az optimális útvonaltervek kialakításánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- a vevőhelyszínek egymáshoz viszonyított fekvése,

- vevőnkénti gyűjtőmennyiség,
- a gyűjtő gépjármű maximális terhelhetősége.

### Újraelosztás

Modellje olyan algoritmus, ami megadja, hogy egy  $m$  mennyiséget egy  $i$  külső ügyféltől  $t$  időpontban kell elszállítani.

Annak eldöntéséhez, hogy újabb elszállítási állomást (ügyfelet) beiktatnak-e, további szempontokat kell meghatározni. A KOMPASS-modellben a redisztribúció-vezérlést eddig azzal képezték le, hogy a visszaszállított többutas szállítási csomagolás az üzemeltető számára olyan hasznot hoz, amivel ráfordítás áll szemben. A kettő egymáshoz viszonyított aránya képezi a redisztribúciós indexet.

A meglévő redisztribúciós indexekhez most már meg lehet találni az elszállításra érvényes meglévő indexeket (2. táblázat).

Az elszállítási időpont és mennyiség meghatározásához tehát további döntési kritériumokat vesznek figyelembe, amelyek a disztribúcióvezérlés keretében megoldandó optimalizálási probléma bővítéséhez vezetnek.

## Elektronikai hulladékok inverz logisztikája

Az inverz logisztikának napjainkban nagyon is időszerű területe az elektronikai hulladékok elszállítása a kiskereskedelemből és az üzemekből, ami a megbízott szolgáltatók számára nagy logisztikai ráfordítással és ennek megfelelő költségekkel jár. A beszedett költségátalányok ezt a ráfordítást legtöbbször nem fedezik. Ennek főleg az az oka, hogy

## A definiált redisztribúciós indexek összehasonlítása

Többutas szállítási csomagolások redisztribúciós mutatói	Elszállítási rendszerek redisztribúciós mutatói
Kapacitás redisztribúciós indexe (a gépjármű maximális kihasználása)	Kapacitás redisztribúciós indexe (a gépjármű maximális kihasználása)
Kiszállítás redisztribúciós indexe (a kiszállítás és elszállítás összehangolása)	
Forgásidő redisztribúciós indexe (a forgásidő minimálisra csökkentése)	
Épség redisztribúciós indexe (a hiány és a sérülések minimálisra csökkentése)	
Szűk keresztmetszet redisztribúciós indexe (ellátási szűk keresztmetszetek elkerülése)	Szűk keresztmetszet redisztribúciós indexe (az osztályozó és újrafeldolgozó üzemek szűk keresztmetszetének elkerülése)
Határkészlet redisztribúciós indexe (határkészlet meghatározása)	
	Kihasználtság redisztribúciós indexe (az osztályozó és újrafeldolgozó üzemek optimális kihasználása)
	Minőségi redisztribúciós index (a maradék anyagok lehető legjobb ill. állandó minőségének biztosítása)

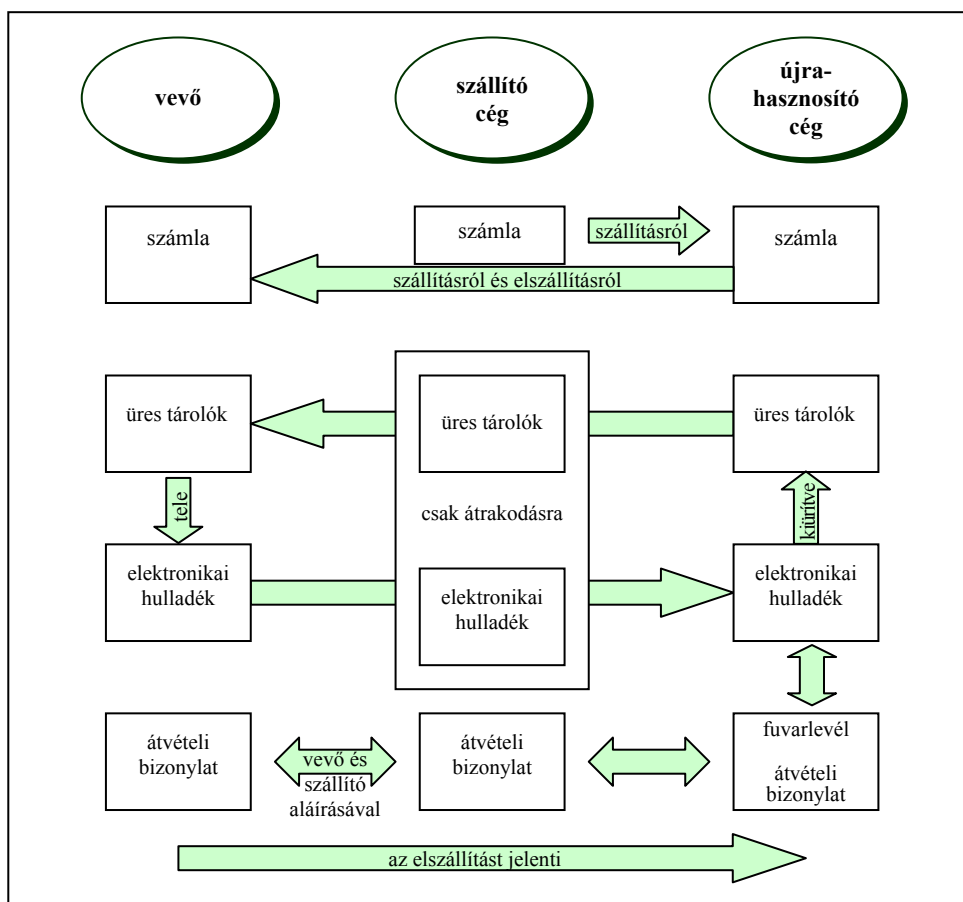
a jelenlegi gyakorlat szerint az elszállítás megrendelésre történik. Így a szolgáltatók számára csaknem lehetetlen az ügyfélmegbízások csoportosítása annak érdekében, hogy a járművek kihasználtságát növeljék. A következmény, hogy megbízásonként a lehetséges rakodási kapacitást csak átlag hatvan százalékban használják ki.

A beszállítók és kiskereskedők alkatrészekkel, fogyó anyagokkal, új termékekkel stb., nagykereskedőkön keresztül ellátása során sem használják ki a járművek teljes kapacitását. A vevőknek legtöbbször gyűjtőfuvarban szállítanak, azaz az egyes vevőket egymás után keresik fel. A teherautók a nagykereskedelmi raktárból átlagosan hetvennyolcvan százalékos kihasználtsággal indulnak és üres raktérrel érnek vissza a kiindulási pontra. A vevők naponta változó száma miatt az útvonalakat

megfelelő időtartalékkal tervezik, s így az egyes utak kapacitását rendszeresen nem használják ki.

A szállítójárművek kihasználatlan szállítási kapacitásait az elektronikus hulladék visszaszállításával lehet hasznosítani. Németországban e célból 2002 januárjában elindították a „KOVERENTE – A beszállítási és elszállítási forgalom összehangolása az elektromos és elektronikus hulladék példáján” projektet.

A projekt nagy kihívása a páratlan áruáramlások kérdéskörének megoldása. A páratlan áruáramlás ebben az összefüggésben azt jelenti, hogy az áruk beszállítási és elszállítási oldalon többek között előfordulási mennyiség, felhasznált rakodási segédesszközök és tulajdonságok, mint pl. szennyezettség foka, ömleszthetőség stb. tekintetében egymástól eltérnek.



3. ábra Az összekapcsolt áruszállítás és elszállítás anyag- és információáramlása

Azért, hogy ennek ellenére lehetővé tegyék a be- és kiszállítást, a projekt keretében új rakodási segédeszközöket fejlesztettek ki. A követelmények:

- A rakodási segédeszközt a gépjárművezető és a vevő is könnyen kezelje.
- Bírja ki az átlagosan 250–300 kg/m<sup>3</sup> sűrűségű elektronikai hulladék kiborításakor felmerülő nagy fizikai igénybevételt.
- A rakodási segédeszköznek méreteit tekintve kompatibilisnek kell lenni a be- és elszállításnál használt euroraklap és konténer rakodási segédeszközökkel.
- A rakodási segédeszköz az árubeszállítás során csak nagyon kevés rakfelületet vehet igénybe.

Egyidejűleg a töltési térfogatnak elég nagyoknak kell lenni ahhoz, hogy az ürítési ciklusokat elfogadható keretek között lehessen tartani. Mivel az elvárásoknak megfelelő, szabványos megoldás a piacon nem volt kapható, egy raktáreszközöket gyártó cég legyártott egy prototípust és a fejlesztésben résztvevőknek kipróbálásra átadta.

A be- és elszállítások összehangolásában további kihívást jelentenek az elektronikai hulladék szállításával kapcsolatos törvényi követelmények, ami különösen a bizonylatolási eljárásrendben szabályozott.



A vevő faxon közli az elszállítási megbízást a szolgáltatóval. Ezt a megbízást ott számítógépre viszik és elkészítik a szükséges kísérő okmányokat. A gépjárművezető számára a munka és a hiba-lehetőség csökkentése érdekében a kísérő okmányokat a törvényes lehetőségek keretein belül messzemenően egységesítették. A kísérő okmányokat a speditőrnek online átadják és ott kinyomtatják, hogy azokat a járművezetőnek időben át lehessen adni.

Az elszállítási megbízások gyakorlati beosztását a járművezető végzi: meghatározott keretek között saját tapasztalatai alapján maga dönti el, mikor végzi a szállítást. Így nincs helyhiány a járművön, és a vezető jobban tud igazodni a vevő igényeihez, pl. állandó munkaközi szünetekhez (3. ábra).

A kialakított koncepciót négy hónapon át tesztelték. A tapasztalatok a rendszer műszaki megvalósíthatósága mellett azt mutatták, hogy a résztvevő kistermelők és kiskereskedők pozitívan reagáltak az új rendszerre. A vevő számára a lebonyolít

tás nagyon egyszerű és praktikus. Az elért költségmegtakarítást a vevőnek visszajuttatták úgy, hogy az elszállítás a vevő számára a kiszállítási rendszerhez viszonyítva olcsóbb lett. Az elvégzett számítások egyértelműen igazolták, hogy az összekapcsolt be- és elszállítás elméleti megtakarítási lehetősége nagy.

## Irodalom

- [1] Jansen, R.: Rückführungslogistik optimieren. = Pack Report, 37. k. 7/8. sz. 2004. aug. p. 59–62.
- [2] Nickel, A.: Kopplung von Ver- und Entsorgungsvkehrten in der Elektrobranche Utopie oder wirkungsvoller Beitrag zur Verkehrsreduzierung. = VDI-Berichte, 2003. 1799. sz. p. 341–345.
- [3] Corvin, T.: Designing for the retail environment. = Packaging News, 2004. júl. p. 8–9.
- [4] Anel, T.: How to advance in the reverse Channel? = Material Handling Management, 59. k. 2. sz. 2004. p. 24–31.

Az összeállítást készítette: **Jurasits Jánosné**

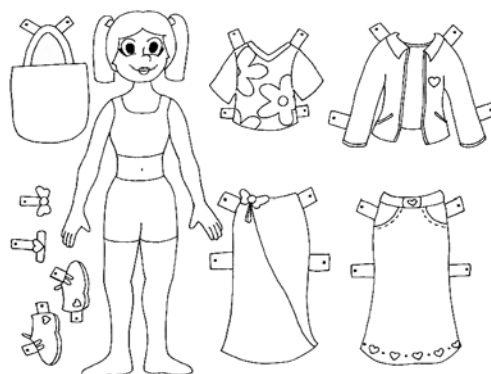
BME OMIKK

## HUMÁNERŐFORRÁS-MENEDZSMENT

- † bér- és jövedelempolitika
- † foglalkoztatás és makroökonómia
- † munkaerőpiac, munkanélküliség
- † munkaerő-tervezés
- † munkaidő, munkaidő-rendszerek
- † személyzetfejlesztés, oktatás
- † szociálpolitika és érdekvédelem
- † vállalati munkaszervezés

**Havonta a legértékesebb tőkérről!**

mgksz@info.omikk.bme.hu  
06-1/45-75-322



**Az értékteremtő emberi erőforrás**