

GRIM Tímea - DOBOS Imre

TERMELÉSTERVEZÉS A VISSZUTAS LOGISZTIKÁBAN

A dolgozat az újrafelhasználás termeléstervezésbe történő integrálását elemzi. A nemzetközi kutatások is gyermekcipőben járnak még ezen a területen. A legtöbb alkalmazást a német irodalomban találhatjuk meg, de az angol nyelvű irodalom is csak elvétve található. Ismereteink szerint magyar nyelvű vizsgálódások ezen a területen még nem születtek, ezért a következő munka úttörőnek számíthat ezen a területen.

A visszutas logisztikát különbözőképpen lehet definiálni. A különböző meghatározásokban az a közös, hogy – a logisztika klasszikus értelmezésével ellentétben – ekkor az anyagáramlás az ellátási lánc irányával ellentétesen történik. Ez annyit jelent, hogy a (használt) termékek a fogyasztótól, felhasználótól áramlanak az ellátási lánc mentén a termelő és beszállító felé (Kohut – Nagy – Dobos, 2005).

A visszafelé irányuló anyagáramlás levezénylése közben számtalan menedzsment probléma merül fel. Ezek közül a legfontosabbak a használt anyagok, termékek visszagyűjtése, és annak megszervezése, a termékek szállítása, tárolása és készletezése, valamint a szétszerelés megszervezése és irányítása után az újrafelhasználható alkatrészek és részegységek termeléstervezésbe történő bevonása.

A felsorolt három legfontosabb feladat megoldása közül a készletezés tétel nagyság modelljeinek ismeretése elérhető már magyar nyelven is (Richter – Dobos, 2003; Dobos, 2004). A kutatás ezen a területen arra szorítkozik a nemzetközi szakirodalomban, hogy hogyan lehet viszonylag egyszerűen alkalmazható heurisztikákat találni a rendelési és termelési tétel nagyságok megállapítására. Itt olyan heurisztikákra kell gondolnunk, mint a jólismert Silver-Meal algoritmus.

A másik fontos kutatási és alkalmazási területnek az újrafelhasználás termeléstervezésbe történő integrálása tűnik. A nemzetközi kutatás ezen a területen még gyermekcipőben jár. A legtöbb alkalmazást a német irodalomban találhatjuk meg (Inderfurth, 1998; Spengler et al., 1997; Rautenstrauch, 1997). Angol nyelvű iro-

dalom is csak elvétve található (Ferrer – Whybark, 2000; Guide, 2000). Ismereteink szerint magyar nyelvű vizsgálódások ezen a területen még nem születtek, ezért a következő munka úttörőnek számíthat ezen a területen. A visszatérés megszervezésével (return management) nem kívánunk foglalkozni.

A dolgozat a következő részekből áll. A második fejezetben a termeléstervezést megkíséreljük az újrafelhasználással kibővíteni. Ez azt jelenti, hogy a termeléstervezés és a recycling-tervezés közötti kapcsolatokba engedünk egy rövid betekintést. A szétszerelés-tervezésre adunk egy modellt, ami a gyakorlatban egy „negatív” anyagjegyzéknek tekinthető. A következő részben az újrafelhasználás MRP termeléstervezési és irányítási rendszerbe történő integrálását mutatjuk be. Ez a tervezés a konkrét MRP-tábla vizsgálatán túl a felhasználásig szükséges lépéseket is bemutatja. A negyedik fejezetben összegezzük a dolgozat eredményeit.

Az újrafelhasználással bővített termeléstervezés

A recycling jelentőségének a növekedése, ami a használt termékek egyre nagyobb mértékű visszagyűjtéséből és felhasználásából következik új feladatok elé állítja a termeléstervezést, amely feladatok megoldása szükségessé teszi az anyag szükséglettervezés (MRP) és a recycling-tervezés összekapcsolódását. A recyclinggal új ellátási lehetőségek nyílnak az anyagáramlási folyamatban.

Maga a termeléstervezés és irányítás folyamata a hagyományos termelési eljárásokra van kidolgozva,

amelyet nem ciklikus anyagáramlási folyamat jellemz. A recycling-tevékenységek jelentősége a primer nyersanyagok csökkenésével és megdrágulásával, valamint a hulladékanyagok korlátozott és megdrágult elhelyezési lehetőségével megnőtt, amelynek egyaránt vannak gazdasági és ökológiai okai. Megemlíthetjük az egyre erősödő társadalmi nyomást és a növekvő állami szabályozást, ami még inkább aktuális teszi a használt termékek újrafelhasználását.

Recycling alatt a külső és belső recycling-termékek rendes termelési folyamatba való visszavezetését értjük. Belső recycling-termék lehet például a szükségtelen termék vagy a termelési folyamat során keletkező melléktermékek, valamint selejtermékek. A külső recycling-termék általában az, amikor az életciklusa végén lévő terméket vezetnek vissza a termelésbe. A cél az, hogy az eredeti terméket vagy annak jelentős részét előállítsák, s az úgynevezett termék vagy részrecycling révén használható termék keletkezzen, amit vagy késztermékként, vagy alkatrészként értékesíthetnek vagy felhasználhatnak. A vállalaton belül nem felhasználható részeket és anyagokat egy külső vállalathoz továbbítják, amely esetleg fel tudja azt használni, vagy hulladéklerakóban elhelyezi azokat.

Az anyagáramlás a recycling-folyamatokkal kibővítve magában foglalja a nyersanyagok, félkésztermékek, késztermékek és recycling-javak tárolását. A hulladék, illetve visszaküldött termék időbeli, mennyiségbeli és minőségbeli bizonytalansága, akárcsak magának az újrafeldolgozási folyamat időtartamának és tartalmának a bizonytalansága egyben a tervezés bizonytalanságát is okozza. Ezáltal a tervezés bonyolult problémaként jelenik meg, s a hozzá kapcsolódó sokrétű bizonytalanság érthetően megnöveli a döntési lehetőségek számát. Elsősorban olyan új döntési helyzet adódik, ami lehetővé teszi a választást szétszerelési, feldolgozási, illetve felhasználási folyamatok között, további döntési helyzetet jelentenek a termelési és beszerzési tevékenységek mellett a recycling tevékenységek, amelyek alternatív forrást jelentenek a nyersanyag-ellátási folyamat számára. Mindezek egyértelművé teszik a termelési és recycling-tervezés integrációjának a szükségességét.

Maga a recycling-tervezés, akárcsak a termeléstervezés elsősorban stratégiai-taktikai szempontokat jelent, másodsorban pedig operatív tartalommal is bír. Az operatív rész az eredeti termelés tervezés és irányítás feladatait osztja fel programtervezésre, mennyiségtervre, idő- és kapacitástervre, valamint gyártási/irányítási tervre, természetesen a recycling tevékenységekre is kiterjesztve.

A programtervezés a recycling esetében a recycling-termékek típus, mennyiség és időtartam alapján

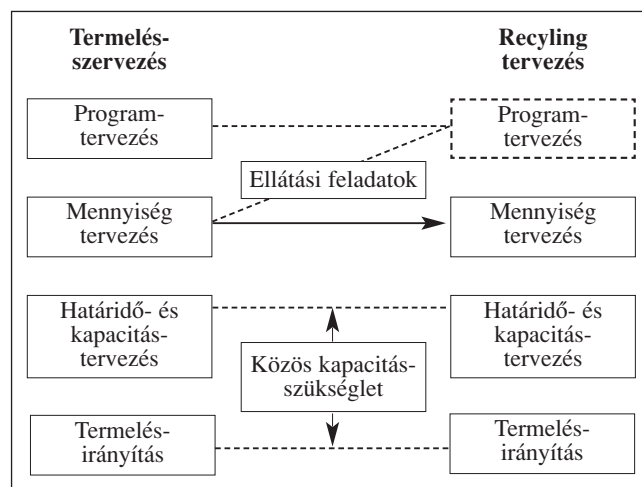
való kereslet előrejelzését jelenti. Ezen előrejelzés alapján lehetséges a recycling-tevékenységeket előrelátóan kialakítani, s a jövőben elvárható termék viselkedések alapján aktív tervezésről beszélni. Ha ezeket az előrejelzéseket nem veszik figyelembe, akkor ezt passzív recycling-tervezésnek nevezzük, hisz csak reagálás történik az akkor éppen ismert recycling-javak állományára.

A termelés- és recycling-tervezés közötti tervezésbeli összefüggés

Az integrációra a termelés- és a recycling-tervezés részfeladatai között mindenekelőtt azért van szükség, mert a termelés program és mennyiségi terve a recycling termékek programtervének előrejelzési alapját képezik, másrészt a recycling mennyiségi terve befolyásolja a gyártás időbeni és mennyiségbeni nyersanyagszükségletét. Három fő koncepció létezik az MRP rendszer kibővítésére:

1. táblázat

A termelés- és recycling-tervezés közötti összefüggés
(Corsten – Reiss, 1991)



- 1) amely a recycling és az MRP integrációjával foglalkozik,
- 2) amely a szétszerelésre és a felhasználás-tervezésre koncentrál,
- 3) az integrált anyagdiszpozíció tervezést állítja a középpontba.

Az első megközelítése az MRP rendszerek továbbfejlesztési módzatának nem tartalmaz recycling döntéstámogatási rendszereket, mint a 2. és a 3. koncepció. Determinisztikus bővítési rendszer, mert csak a passzív recycling-tervezésre épít és a közvetlen bővítése az MRP rendszernek csak a meglévő, adott szétszerelési, recycling és anyagellátási stratégiákat tartalmazza.

Most a 2. és a 3. koncepció lényegét foglalnám össze, s külön fejezetben tárgyaljuk az első változatot, azaz az MRP rendszer és a recycling integrációját. A két rendszer kapcsolatát az 1. táblázat tartalmazza.

Szétszerelés- és felhasználás-tervezés

A szétszerelés- és a felhasználás-tervezés gyakran a szétszerelési és a felhasználási intézkedések meghozatalának alapvető kérdéseit jelenti, mint például a recycling-javak középtávú taktikai tervének meghatározása, valamint a terméktervezés. A szétszerelés-tervezés magáról a szétszerelés mélységéről való döntéseket, alternatív szétszerelési folyamatok közötti választást, a szétszerelési folyamat lebonyolításának lépéseit, gyakoriságát jelenti. A felhasználás tervezése során arról kell dönteni, hogy az eredeti termék újra-feldolgozására törekszünk-e, vagy csak termékegységeket, nyersanyagokat szándékozunk-e visszanyerni. Az egyes anyagok és alkotóelemek recyclingja esetén arról kell döntünk, hogy a meglévő vagy pedig alternatív belső, illetve külső felhasználási lehetőséget alkalmazunk. Minden recycling módszer esetén a hagyományos módszer mellett léteznek alternatív lehetőségek is. A választást a különböző recycling lehetőségek között nagyban meghatározzák az adottságként megjelenő technikai és politikai keretfeltételek, amelyek meghatározzák a termék visszavételt, a szétszerelést, feldolgozást és felhasználást. A tervezéshez feltétlenül szükségesek a következő adatok: az újrafelhasználható terméknek vagy bizonyos elemeinek a minőségi állapota, a szétszerelési, vizsgálati, feldolgozási, tárolási költségek, valamint az értékesítési árbevétel.

Spengler et al., (1997) szimultán szétszerelési és felhasználási tervvel meghatározták a pontos felhasználási kapacitásokat. Az egész tervezési problémát egy tevékenység-analitikus modellel írták le, amely jelen esetben egy vegyes egészszámú lineáris programozási feladatot jelent. Létrehoztak egy szétszerelési gráfot, amelyen egy komplett termék alternatív szétszerelési lépéseit tüntetik fel (v_j , ahol $j=1, \dots, n$). Magát a terméket m különböző komponensre bonthatjuk fel, amelyeket vagy további alkotóelemekre lehet bontani, vagy pedig különböző felhasználási módjai vannak, amelyek közé tartozik a hulladéklerakóba való elhelyezés is. A különböző szétszerelési tevékenységek végrehajtási gyakorisága (x_j , ahol $j=1, \dots, n$), amely a feldolgozandó termékek számából adódik, meghatározza az egyes komponensek számát (y_{ji} , ahol $j=1, \dots, m$), ami így a felhasználáshoz szükséges további szétszerelésekhez rendelkezésre áll. A felhasználandó mennyiségek meghatározzák a feldolgozási és felkészítési lépések számát (z_{is} , ahol $s=1, \dots, r$), amelyek végül a felhasználás során bevételt vagy költségeket jelentenek.

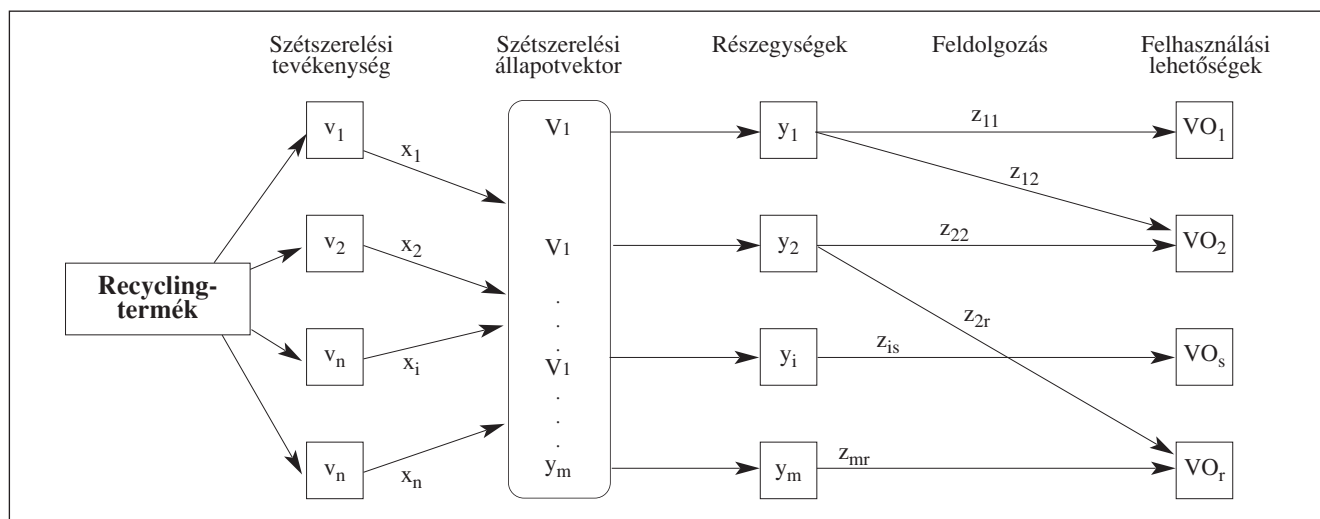
A cél az x_j és a z_{is} változók révén a szétszerelési és felhasználási tevékenységek eredményének a maximalizálása. E tervezési rendszer áttekintését az 1. ábrán szemléltetjük.

Integrált anyagdispozíció

Lényege, hogy az újrafelhasználható termék, vagy a termék alkotóelemének visszaáramlását a feldolgozási folyamat megfelelő szintjével összekapcsolja. Ez komoly koordinációs problémát jelent, amit az okoz,

1. ábra

A szétszerelési és újrafelhasználási tevékenységek tervezésének szimultán kezelése (Inderfurth, 1998)



hogyan a termelés és a feldolgozás termékszükségletét vissztermékekkel is ki lehet elégíteni, miközben a két folyamat időigénye eltérő. A diszpozíciós feladat a hagyományos termelés és recycling tevékenységek, valamint a hulladék-elhelyezési tevékenységek összehangolása, továbbá az adott tervezési időszakban a várható költségek (termelési, recycling, elhelyezési, tárolási és szállítási) minimalizálása. A tárolás diszpozíciós problémájának két különböző megoldási lehetősége van:

- 1) a döntési folyamat folyamatos ellenőrzése, és
- 2) a döntési folyamat periódikus ellenőrzése.

A bizonytalansági problematika kivédhető azáltal, hogy számításokat végeznek a termékek iránti szükségletre, valamint a recycling-termékek visszaküldésére vonatkozóan. Általában abból indulnak ki, hogy minden termék tárolása megoldható, és hogy a recycling-javakra a feldolgozás mellett mindig fennáll a hulladéklerakóba való elhelyezés lehetősége is.

A megrendelés-korlátos stratégiát 3 paraméter jellemzi a tárolási diszpozícióval kapcsolatban:

- 1) raktározási korlát a hagyományos termelésben,
- 2) recyclingra vonatkozóan,
- 3) a hulladéklerakóba való elhelyezés lehetőségének a korlátja.

Abban az esetben, ha a recycling-javak köztes tárolása nem lehetséges, akkor a recycling és a hulladék-elhelyezési korlátok ezzel összhangban vannak (Inderfurth K., 1998).

Az MRP rendszerbe integrált újrafelhasználás tervezés

Hulladékok keletkezése és csoportosítása

A termelési folyamat során inputjavakból más javakat állítanak elő, de az output előállítása során különböző melléktermékek keletkeznek, amelyek az ipari termelésből nem zárhatók ki. Tehát a termelési folyamat során keletkeznek olyan javak, amelyek a termelési tervben nem jelennek meg. Teljes mértékben csak akkor tudjuk a melléktermékeket kizárni, ha lemondunk az előállítandó javakról, de a melléktermékek mennyiségét mindenekelőtt azzal csökkenthetjük, ha gondoskodunk a megfelelő terméktervezésről, illetve megfelelő intézkedéseket hozunk a beszerzés, termelés és a minőség területén egyaránt.

A hulladékokat két fő kategóriába csoportosíthatjuk, mégpedig szubjektív hulladékokra és objektív hulladékokra. Szubjektív hulladéknak tekinthető minden olyan anyag, amitől annak tulajdonosa szabadulni akar, de arra vonatkozóan semmi megkötést nem tar-

talmaz, hogy ezek az anyagok felhasználhatók-e vagy sem. Az objektív hulladékok azok a hulladékok, amelyeknek újrahasznosítására nincs lehetőség, tehát azokat hulladéklerakóban kell elhelyezni.

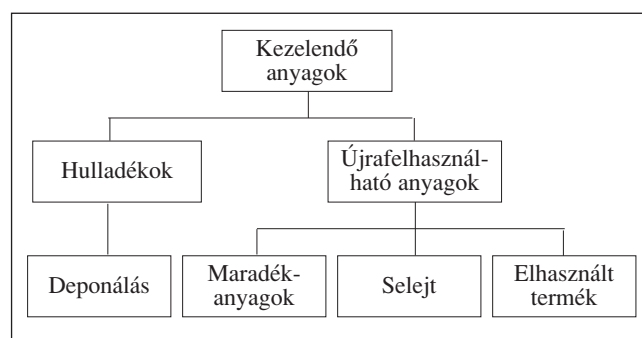
Corsten és Reiss (1991) azon hulladékokat, amelyek felhasználhatók recycling-javaknak nevezték el, s a következő csoportosítást végezték el:

- 1) *Mellékterméknek* tekinthető minden olyan anyag és energia, amely az előállított végtermékben nem jelenik meg. A melléktermékeknek létezik egy csoportosítása, mégpedig anyagmaradék és hulladék kategóriákra. A maradékanyagok a melléktermékek azon csoportját képezik, amelyek újrafelhasználhatók, így az újrafelhasználás lehetséges terméke lehet, míg a hulladék esetén nincs lehetőség az újrafelhasználásra, vagy gazdasági okokból nem megvalósítható.
- 2) A termelés során a termékek és a melléktermékek mellett *selejt* is keletkezik. Ezen három objektumkategória hasznosítási formája a recycling. Abban az esetben, ha ezen objektumok közvetlenül nem használhatók fel, akkor készletekké válnak, s ezáltal maga a recycling készletproblémát okoz, és e készletek céloknak és feltételeknek megfelelő alkalmazása komoly döntési helyzetet eredményez.
- 3) *Használt termékek* pedig az életciklusuk végén lévő vagy technikailag elöregedett termékek.

Hibája ezen besorolásnak, hogy a mellékterméket recyclingjavaknak tekinti, habár azok objektív hulladékok, s nem lehetnek a recycling tárgyai. A recyclingjavak fogalmába az objektív hulladékok nem számítanak bele. A hulladékok csoportosítását a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra

Az újrafeldolgozásra kerülő anyagok csoportosítása (Becher – Roseman, 1993)



A visszagyűjtés-vezetés folyamata

Az újrafelhasználást azonban megelőzi a hulladékok visszagyűjtése a vállalathoz. A használt termékek visszagyűjtése a források és célállomások fizikai és információs összekapcsolásával valósulhat meg.

Összegyűjtés

A visszagyűjtés folyamatának első eleme az összegyűjtés. Az összegyűjtés alatt azt értjük, hogy a használt termékeket a gyűjtési helyre szállítják. Az összegyűjtés a rendelkezésre álló tervezési információkon alapul (gyűjtésből származó). Az adatgyűjtés az összegyűjtés része, egy információs folyamat, amely során meghatározzák az összegyűjtési szükségletet, mégpedig a vásárlók lakóhelye, az összegyűjtendő készülékek száma és az elszállítás határideje alapján. További adatok szükségesek a készülékek típusáról, koráról és minőségi állapotáról. Ezen információk képezik az alapját a túratervezésnek, valamint a szétszerelési és felhasználási folyamatnak, azaz ez alapján tervezik meg az összegyűjtést.

A használt termékek összegyűjtésének három típusa van:

- 1) Az összegyűjtő tevékenységet végzők elmennek a használt termékekért és a közös gyűjtőhelyre szállítják azokat, ami lehet egy szétszerelő gyár, vagy pedig egy átrakodóhely.
- 2) Ebben az esetben a használt termék tulajdonosa szállítja a használt terméket a gyűjtőhelyre.
- 3) Ez pedig az előző két rendszer kombinációját jelenti.

Általában az összegyűjtést a város által megbízott szemétszállító vállalkozások végzik, bár az is egyre jellemzőbb lesz, hogy a különböző műszaki cikkeket forgalmazó cégek visszaveszik a használt gépeket, amennyiben a tulajdonos új gépeket vesz náluk.

Magának az adatoknak és a használt termékek összegyűjtésének különböző nehézségei vannak, például:

- 1) Az adatgyűjtésre különböző párhuzamos rendszerek állnak rendelkezésre a vásárlók számára, s a szolgáltatók specifikus kínálata nem megfelelően konkretizált.
- 2) Telefonon történő rendelésvétel vagy adatgyűjtés nem minden esetben lehetséges, ha igen, akkor is csak hosszú várakozási idő után, illetve többszöri próbálkozásra.
- 3) A bejelentés és az összegyűjtés között a város és a gyűjtőrendszer elérhetősége miatt egytől akár több hét is eltelhet.
- 4) A megadott elszállítási időt sok esetben nem tudják betartani.
- 5) Maga az összegyűjtés csak az utcára kihelyezett használt termékek elvitelét jelenti, a házban, lakásban, illetve pincében elhelyezett gépekre nem terjed ki.
- 6) Olyan járműveket használnak az összegyűjtésre, amelyek maximális tárolókapacitása nincs kihatással.

- 7) Az egyre növekvő számú gyűjtőrendszer versenyhez vezet a használt termékekért, mégpedig azért, hogy a gyűjtőrendszer minél jobban ki legyen használva, valamint a felhasználóüzemek kapacitáskihasználtsága is maximális legyen. Ezáltal a gyűjtési útvonalak egyre hosszabbak lesznek, ami egyben nagyobb szállítási távolságot, környezetterhelést, valamint költséget jelent.

Átrakodás/rakodás

Rakodás mindazon szállítási és tárolási folyamat, amely a termék szállítási eszközre való felrakása, szállítóeszköztől való levétele, illetve szállítóeszköz váltás esetén merül fel. Sok esetben azért van szükség az átrakodásra, hogy csökkentsék a termékáramlás koncentrációját. Az átrakodás nem opcionális tevékenység, hisz mind a közvetlen visszavezetés, mind pedig a lépcsőzetes visszavezetés folyamatában szerepel. Az átrakodást túlnyomó többségben kézzel végzik, ami egyfelől magas rakodási költségeket okoz, másrészt sokkal több kárt okoz a használt termékekben a nem szakszerű kezelés.

Szállítás

Szállítás alatt jelen esetben a használt termékek elszállítását értjük a gyűjtőhelyekre vagy valamilyen központi gyűjtőhelyre. A szállítás egylépcsős visszavezetés esetén a szétszerelő gyárba történő szállítást jelenti, míg egy többlépcsős visszavezetés esetén pedig a következő gyűjtőhelyre. A szállítási költségek csökkentése érdekében a szállításhoz más járműveket használnak, mint az összegyűjtéshez. A szállítás nem kényeszerű tevékenység a visszavezetés folyamatában, hisz ha csekély a távolság a forrás és a célállomás között, akkor a gyűjtőtúra a célállomáson végződik. A szállítást általában teherautókkal végzik.

A szállítással kapcsolatban felmerülő problémák:

- 1) Az automatizálható, s ezáltal hatékonyabb átrakodási folyamat korlátozott.
- 2) A használt termékek a fel- és lepakolásnál – akár csak a szállítás során – megsérülhetnek.
- 3) A csapadék korrózióhoz vezet s ezáltal csökkenti a szétszerelhetőséget.
- 4) A szállításnál használt segédanyagok nem raktározhatók, ezért nincs lehetőség azok helytakarékos tárolására.

Tárolás-raktározás

A tárolás a megmunkálendő anyagok tervezett elhelyezése. A raktározás célja

- 1) a beszerzés, szállítás és termelés ingadozásait kivédeni,

- 2) a kínálat és a kereslet közötti különbségeket kiegyensúlyozni,
- 3) az ismeretlen keresleti és kínálati divergenciák bizonytalanságát csökkenteni,
- 4) választékkialakítás.

Létezik outputorientált és inputorientált tárolás. Ahogy a neve is mutatja, az outputorientált a használt termékek forrására, tehát a használt termékek tulajdonosaira koncentrál, akik le akarják adni a használt termékeiket. Az inputorientált tárolás a visszagyűjtés célállomására vonatkozik, ami lehet egy szétszerelő gyár, amely a szétszereléssel inputot állít elő a termelés számára.

Szétválogatás/szortírozás

A szétválogatás vagy szortírozás a begyűjtött használt termékeknek a speciális szétszerelő vagy újrafelhasználó műveletek szerinti szétválogatását jelenti. Magán a konkrét szétszerelésen kívül itt végzik el a rendelkezésre álló, illetve szállítható használt termékek dokumentációját, s ezáltal a szétszereléshez szükséges információknak nagy jelentősége van. E dokumentációk és információk lehetővé teszik a specializált szétszerelő gyárak, illetve üzemek számára, hogy tervezni tudják a kapacitásukat, akár csak a szétszerelés eredményeként létrejövő értékesíthető alkatrészeket. Ebből következően már a szortírozás keretében elvégezhető egy előzetes szétszerelés, s ezáltal növelhető az ezt követő szállítási folyamat hatékonysága, s a szétszerelendő mennyiség csökkentésével jobb szállításkiszolgáltatás érhető el. Ezen kiegészítő tevékenységek révén, megnő a kereslet a speciális szolgáltatásokat nyújtó szortírozó üzemek iránt. Maga a szortírozás már nem a géptípusok és variánsok szerinti szétválogatást jelenti, hanem a későbbi szétszerelés céljából végzendő tevékenységet.

Csomagolás

Magának a csomagolásnak védelmi, tárolási, szállítási, azonosítási és információs funkciója van, amelyek az értékesítést és használatot lehetővé teszik. A csomagolás során a legfontosabb, hogy az a lehető legkevésbé szennyezze a környezetet, amelyet elérhetünk azáltal, hogy olyan szállítóeszközöket használunk, amelyek kevesebb vagy semennyi csomagolóanyagot nem igényelnek, pl. a konténerek.

A visszagyűjtés folyamatát befolyásolják továbbá a teljesítményprogramok, a szolgáltatások színvonala és minősége. Fontos ismerni a vásárlók elvárásait a visszagyűjtési rendszerrel szemben, mint például a szolgáltatások minőségét illetően. Hisz ezek befolyásolják azt, hogy mennyire fogják a kiépített rendszert, hálózata-

tot használni, azaz ezen szolgáltatások iránti keresetet, ami a szolgáltatások költsége nagyban meghatároz (Waltemath, 2001).

A recycling fogalma és típusai

Magán az újrafelhasználáson a szilárd, folyékony és gáz halmazállapotú maradékanyagok, selejtek és használt termékek termelési folyamatokba való visszahozatalát/visszavezetését értjük.

Minden vállalat olyan rendszernek tekinthető, amely termékeket és hulladékokat ad le outputként a környezetének, s anyagokat (nyers- és egyéb anyagokat), valamint energiát vesz fel inputként. Jahnke (1986) megkülönböztet belső, vállalatok közötti, illetve külső recyclinget.

- 1) A belső vállalati recycling azt jelenti, hogy a recyclingra ítélt termék a gyártó vállalathoz kerül vissza recyclingra. Létezik közvetett és közvetlen recycling is a belső vállalati recycling esetén: Közvetlen: a recycling-javakat ugyanabba a termelési folyamatba helyezik vissza, ahonnan kikerültek, Közvetettél pedig a termelési folyamatba való visszahelyezést megelőzi valamilyen köztes kezelés.
- 2) Vállalatok közötti recyclingról akkor beszélhetünk, ha külső vállalat termékének a recyclingjáról van szó.
- 3) Külső vállalati recyclingról beszélünk, ha a termék recyclingját más vállalatok végzik el.
- 4) Létezik azonban kooperatív recycling is, ami a vállalatok közötti és a külső vállalati recycling speciális esetének tekinthető, hisz ebben az esetben nemcsak recycling-javak áramlanak az egyik vállalattól a másikhoz, hanem a recyclinghoz szükséges tervezési, valamint munkatervi információk.
- 5) Gyártórecycling esetén a belső és a vállalatok közötti recycling speciális esetéről van szó, amikor a recycling-javak recyclingja a gyártó vállalatnál valósul meg.
- 6) Azon termékek esetén, amelyek az adott termelési folyamatban keletkeznek primer, más esetekben pedig szekunder recyclingról beszélhetünk

A direkt, illetve indirekt és a primer-szekunder recycling kapcsolatát jól szemlélteti a 2. táblázat (Rautenstrauch, 1997).

A recycling másfajta csoportosítása

- 1) A maradékanyagot vagy selejterméket minden további kezelés nélkül inputként ugyanabba a termelési folyamatba visszavezetik.
- 2) A maradékanyagokat, illetve selejtermékeket minden további kezelés nélkül másfajta termelési folyamatba vezetik vissza inputként.

2. táblázat

A recycling egy lehetséges csoportosítása
(Rautenstrauch, 1997)

	Direkt	Indirekt
Primer	Újrafelhasználás	Továbbfelhasználás
Szekunder	Újraértékesítés	Továbbértékesítés

- 3) A maradékanyagot és a selejtterméket kezelésnek vetik alá, ami lehet szétszerelés, illetve átalakítás, ami után:
- 4) ugyanazon termelési folyamatba inputként visszavezetik,
- 5) más termelési folyamatba vezetik vissza, a recycling-javakat használat után tárolás céljából deponálóba viszik, miután a vállalaton belüli kezelés (nyersanyag-visszanyerés, vagy feldolgozás) során feljavított inputként felhasználták.
- 6) A recycling-javakat vállalaton kívüli kezelésre küldik, s utána inputként használják fel.
- 7) Lehetőség van a deponálóban elhelyezett objektumok kezelésére.
- 8) A recycling-javakat együttműködési szerződés alapján két vagy több vállalat közösen is újrafelhasználhatja, mint a 2. és az 5. esetben, vagy pedig egy külső vállalattal végeztetik el.
- 9) 1–6. vállalaton belüli recycling, a 7, 8. vállalatok közötti recycling.

Az újrafelhasználás során további problémát jelenthet a maradék anyagok igen magas szintű heterogenitása (ide tartozik a hasznátság mértéke, a korrózió és a szennyezettség foka), és a maradék anyagok alacsony koncentrátsága. Mindkét tényező jelentősen megnehezíti az anyagok összegyűjtését, tárolását, szállítását, szortírozását és felkészítését (Corsten H. – Reiss M., 1991).

A recycling csoportosítása folyamatok alapján

- 1) Termelési hulladék recycling: vállalaton belüli recyclingot jelent, mégpedig a termelés során keletkező maradékanyagok és selejtek recyclingját.
- 2) A termékhasználat alatti recycling: használt termékek feldolgozása azzal a céllal, hogy legalább részben újrahasználatóvá tegyék az adott terméket.
- 3) Használt anyag recycling: annyiban különbözik a termékhasználat alatti recyclingtól, hogy a recyc-

lingra szoruló termék már nem használható újra. Ebben az esetben a recycling során kinyert anyagokat, nyers- vagy egyéb anyagként visszavezetik a termelésbe.

A recycling céljai, feltételei, eszközei és korlátai

Célok

A recycling alapvető céljai többek között a nyersanyagok és energiaszükségletek, a környezetterhelés csökkentése, a jelenlegi raktárkapacitások megkímélése a hulladék és selejtanyagok csökkentése vagy megszüntetése révén.

Az egyéni vállalkozások szintjén a következő célkitűzésekről beszélhetünk mennyiségi célokról, ami különösen a nyersanyagok csökkentését jelenti, valamint időbeli célokról, ami az egyes recycling-javak élettartamának a meghosszabbítása, ezáltal ezen javak keletkezési ütemének a lassítását, illetve a bizonytalanság csökkentését jelenti.

Magának a termelési folyamatnak a kialakítása során a költséges tőkelekötés minimalizálása az élettartam csökkenését okozza, az értékbeli célok: ideértjük a recycling-, a recycling-logisztikai-, feldolgozási-, valamint a tervezési- és tranzakciós költségek minimalizálását.

Feltételek

Az újrafelhasználás esetén számos, a vállalat által nem befolyásolható adottságot kell figyelembe venni, amelyek korlátozóan hatnak a vállalat számára, ilyen például:

- 1) a nyersanyagok teljes visszanyerése a recycling-javakból gyakran nem lehetséges,
- 2) a recycling-javak általában nem tetszés szerinti gyakorisággal használhatók fel újra,
- 3) nem minden recyclingtermék használható fel újra gazdasági szempontok szerint,
- 4) a recycling-folyamat során környezetkárosító termék jön létre,
- 5) bizonyos javak esetén az újrafelhasználás törvényben előírt és innentől kezdve nem tekinthető döntési problémának.

A recycling tekinthető úgy is, mint a primer nyersanyagok felhasználásának/fogyasztásának az ideiglenes tehermentesítése, mégpedig azért, mert a recycling által meghosszabbodik egy-egy termék élettartama.

Eszközök

Eszközök esetén különbséget teszünk a recycling-javak alkalmazása, illetve kezelése terén hozott intézkedések között:

- 1) Az alkalmazás során szortírozás, szállítás, tárolás segítségével a keletkező recycling-javak feldolgozás nélkül felhasználhatók,
- 2) A kezelési folyamat során valamilyen feldolgozási eljárást végrehajtanak a recycling-javakon, ami lehet szétválasztás vagy átalakítás (biológiai-technikai vagy kémiai-technikai) folyamat.

A recycling döntési modellt, mint bármely más döntési vagy tervezési modellt csak akkor alkalmazhatjuk, ha a recycling-javakról a döntéshez szükséges releváns információk rendelkezésre állnak (úgy mint típus, hely és idő szerinti rendelkezésre állás, valamint mennyiség, minőség és ár). A döntés komplexitását növelő faktorok közül az első az alapvető célfunkció, amely jelenthet egy egyváltozós vagy többváltozós célfunkciót. A többváltozós célok esetén a célok között konfliktusok állnak fenn, s nem csak az ökológiai és gazdasági célok között van konfliktus.

A különböző faktor-csoportok a következő komplexitás-fokokat határozzák meg.

- 1) Termelési folyamat:
 - a) a recycling-javak felhasználható mennyiségének alsó és felső korlátai adottak,
 - b) a termelési folyamat illeszkedési követelménye a recycling-folyamatra,
 - c) a recycling-javak visszavezetése ugyanabba, illetve más termelési folyamatba.
- 2) Recycling-javak:
 - a) csak maradékanyagokról, selejtekről, illetve használt termékekről, vagy pedig mindhárom formájú recycling-javakról van szó,
 - b) a recycling-javak keletkezése időben lehet folyamatos, illetve nem folyamatos,
 - c) tárolhatóság lehetősége: adott vagy nem adott, heterogenitásbeli sokszínűsége a recycling-javaknak (tisztaság, forma, színjellemzők, anyagjellemzők hőálló-nem hőálló),
 - d) az anyag illesztése (rejtett vagy nyílt, a részek elválaszthatósága), anyagrokonság.
- 3) Újrafelhasználási folyamat
 - a) az újrafelhasználási folyamat mélysége (szétszerelés, illetve feldolgozás foka),
 - b) az újrafelhasználási folyamat mellékterméke: felhasználható, illetve nem felhasználható mennyiségbeli károk (veszteségek az újrafelhasználás során),
 - c) minőségbeli veszteségek (károk az újrafelhasználás során).

A termelésstervezési és -irányítási rendszerek feladata a termelési folyamat lebontása mennyiségi és időbeli szempontok alapján, a kapacitáskorlátok figyelembevétele mellett, valamint tervezés, végrehajtás, ellenőrzés, az eltérések megfelelő intézkedésekkel való kezelése, annak érdekében, hogy az alapvető célokat elérjük.

Korlátok

- 1) *Technikai korlátok*: a recycling-javak tetszés szerinti gyakorisággal nem használhatók fel újra, mert minden egyes recyclinggal romlik a minőség. Továbbá a recycling-javak gyakran nem használhatók fel teljes egészében újra, mert korlátozottan szerelhetők szét, mivel egyes anyagok szétválasztása technikailag nem lehetséges.
- 2) *Gazdasági korlátok*: a recycling által okozott költségek meghaladják a recycling eredményét, illetve a primer anyagokban történő megtakarítást.
- 3) *Ökológiai korlátok*: recyclinghoz szükség van energiára, a recycling-javak szállítására és gyakran primer anyagokra, hogy feljavítsák a minőséget. A recycling ökológiai szempontból nem hasznos, mert a recycling által okozott környezetszennyezés meghaladja az általa elért ökológiai hasznosságot.
- 4) *Pszichológiai korlátok*: a használt anyagokból készült termékek gyakran gyengébb minőségűnek néznek ki, ezért a piac tudatos tartózkodással reagál az ilyen termékekre (Rautenstrauch, 1998).

Az MRP rendszer

Az MRP rendszer alapvető célja a befolyásolható költségek minimalizálása (termelési, szállítási, tárolási, eszközököltség). E rendszer időbeli és mennyiségbeli céljai a következők:

- a) minimális átfutási idő,
- b) nagy pontosság,
- c) alacsony készletszint,
- d) maximális kapacitáskihasználtság.

A 3. táblázatnak megfelelően foglalhatók össze a befolyásolható elemei az MRP rendszernek.

Objektum

Annak érdekében, hogy az újrafelhasználási folyamatot integrálni tudjuk az MRP rendszerbe, szükségünk van a recycling-javakról és recycling-folyamatokról releváns információkra a tervezéshez. Ahhoz, hogy ezen információk a megfelelő formában rendelkezésre álljanak,

3. táblázat

Az MRP célrendszere
(Corsten – Reiss, 1991)

Cél	Objektum	Kapacitás	Megbízás
Időnagyság		Kapacitás-kihasználtság	Átfutási idő (Átf. idő csökkent.)
Mennyiségbeli nagyság		Személyzeti és eszközállomány	Szállíthatóság
Értékbeli nagyság		Kapacitásköltség	Hiány- és tárolási költség

kezésre álljanak, egy vállalati környezeti információs rendszer kiépítésére van szükség. Ezen információs rendszernek figyelemmel kell kísérnie a törvényeket, rendelkezéseket, emisszió csökkentési intézkedéseket kell bevezetnie, környezetvédelmi statisztikákat, információkat tartalmaz a hulladékkezelésről, beszerzési módokról, minőségről, anyag- és energiaszükségletekről (anyag- és energiamegterhelés) a különböző inputok és outputok tekintetében. Azt is vizsgálják, hogy mely vállalati/termelési folyamatok kapcsán lép fel környezetszennyezés és azok milyen mértékű környezetszennyezést okoznak, mert ez alapján kell a szennyezési adót fizetni. Az MRP rendszer horizontális kibővítése az újrafeldolgozási rendszerrel három bővítést jelent:

- 1) recycling programtervezés,
- 2) recycling kapacitástervezés,
- 3) recycling folyamattervezés.

I. A recycling-program szélessége és mélysége is specifikált

A következő bővítési szükségletek adódnak az MRP rendszerben:

- 1) A szállítási és tárolási kapacitásokat figyelembe kell venni és prioritási szabályok meghatározására van szükség, hogy a nem vagy csak a korlátozottan tárolható javakat használják fel először.
- 2) A szállítás felülvizsgálatára mindenképpen szükség van, mégpedig a szállítandó recycling-javak mennyiségére és határidejére vonatkozóan. Rendkívül fontos a nem vagy csak korlátozottan tárolható recycling-javak azonnali továbbítása. Szükséges továbbá a feldolgozási folyamat során a gyártási lépésekre, valamint a recycling termékek mennyiségére és határidejére tekintettel lenni. Figyelni kell az emissziós határértékekre a nem felhasználható melléktermékek kezelésekor. A további feldolgozáshoz mennyiségi és minőségi kritériumok betartására van szükség.

II. Mennyiségi tervezés

A mennyiségi tervezés során is szükség van az MRP rendszer kibővítésére és átalakítására. Elsősorban a maradékanyagok és hulladékok az alkatrészek és nyersanyagok nettó szükségletét csökkentik, s ezen újrafelhasznált inputjavitakat a termelési folyamatba inputként lehet felhasználni, azonban a recycling-javak keletkezése nagyfokú bizonytalanságot hordoz magában. A bruttó szükségletet az anyagszükségleti tervből határozzák meg. Bővítésre van szükség az adatok kezelése és feldolgozása tekintetében. Ide tartozik:

- a) a megbízhatósággal kapcsolatos (termelési idő, mennyiség és minőség),
- b) gépekkel kapcsolatos (állási idő),
- c) munkaerővel kapcsolatos (hiányzások és jelenléti idők) és
- d) anyagokkal kapcsolatos (anyaghiány és rendelkezésre állás az egyes anyagokból az egyes termelési helyeken) adatok begyűjtése, tárolása, frissítése, feldolgozása. Természetesen ezen anyagoknak nemcsak a termelési, hanem az újrafelhasználási folyamat számára is rendelkezésre kell állnia. Szükség van továbbá munkatervre is, amely a recycling-javak mennyiségbeli és típus szerinti csoportosítását végzi.

III. Recycling-folyamattervezés

Az MRP rendszerben az egyes tervezési szintek egyoldalúan függenek egymástól, egymásra épülnek, míg maga a recycling folyamat cirkuláris természetű, azaz a folyamatai függetlenek egymástól. A termelési tervezés különböző lépcsőfokai lineárisan vannak kiépítve, ezáltal az egyes tervezési szintek közötti függetlenséget törvényszerűen figyelmen kívül hagyják. Az egyes lépcsőfokok teljesíthetősége az előzményektől függ, azaz az egyes döntési szintek a következő döntési szint számára feltételként jelentkeznek. A termelési programnak és a kapacitásoknak illeszkedniük kell egymáshoz. Ha a tevékenységeket a kapacitásoktól független átfutási idővel végzik, az inkonzisztenciákhoz vezet a tervezésben, mivel a mennyiségi tervben meghatározott mennyiségek, valamint a határidő és kapacitásstermben meghatározott határidő nem tartatható be, mivel a szerződésben megadott határidő nem egyezik meg a szükséges határidővel. Mivel az újrafelhasználáshoz szükséges maradékanyagok és hulladékanyagok nem állandó, hanem rendszertelen mennyiségben érkeznek, ezért a recycling folyamatban megbízható átfutási idő meghatározása a hagyományos MRP rendszert bonyolítja. Magának a tervezésnek a linearitása és a tervezési objektum ciklikussága a tervezés időbeliségét nehezíti.

A nettó szükséglet esetén az újrafelhasznált termék felhasználható. A bruttó szükséglet esetén pedig a gyári, a rendelt, a tartalék és a biztonsági készletek mellett a beépíthető recyclingjavak felhasználhatók.

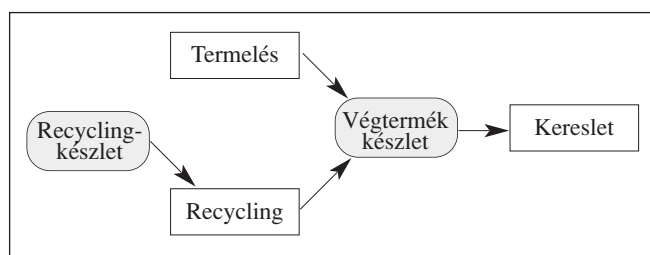
A tervezés kapcsán fontos megjegyezni a döntések centralizáltságának mértékét. Abban az esetben, ha a recycling folyamatban mind a maradékanyagok, a hulladékanyagok, illetve selejtek, valamint használt termékek megjelennek, annál inkább mondhatjuk, hogy a recycling folyamat többlépcsős, s ezáltal maga az MRP rendszer sokkal centralizáltabb lesz. Tehát a komplexitás és a centralizáltság között pozitív korreláció van. Továbbá minél bizonytalanabb a recycling folyamat annál kevésbé centralizált a kibővített MRP rendszer (Corsten – Reiss, 1991).

Recyclinggal bővített MRP tábla

A recyclinggal bővített MRP tábla első fele nem igazán tér el a hagyományos MRP táblától, bár itt találunk egy olyan sort, hogy recycling készlet, ami tulajdonképpen azt jelenti, hogy a hagyományos készletek kibővülnek, mégpedig alternatív készlettel, hisz a visszaküldött termékekből kinyert alkatrészek és anyagok bekerülnek a készletek közé, s innentől kezdve nem tesznek különbséget a használt, illetve új készletek között. A tervezési horizont 6 periódusos, 15 egységes biztonsági szint és 2 hetes átfutási idő jellemzi a 4. táblázatot. Az anyagáramlási folyamatot, amit az MRP-tábla mutat, a 3. ábrán szemléltetjük.

3. ábra

Az MRP-tábla anyagáramlása



A jelen időszak raktárkészlete sort a következő művelet eredménye adja: a termelt, a recycling, valamint az előző időszaki raktárkészlet összege, csökkentve a bruttó szükséglettel. A raktárkészlet mennyiségénél figyelni kell arra, hogy a biztonsági készletszint 15 egység. A visszaérkezések várható szintje adott, azaz 4 egység. A recycling folyamat raktármennyisége is adott. A recyclingszükséglet 4, ez a várható vissza-küldésekből következik. A recycling rendelés a recycling szükségletből adódik 2 hét átfutási idővel eltolva. A kezelési szükséglet a recyclingfolyamat raktármennyisége,

csökkentve a recyclingrendeléssel. A termelési szükséglet a nettó szükséglet, csökkentve a recycling szükséglettel, a termelésfeladás pedig ennek eltolása két hét átfutási idővel.

4. táblázat

A recyclinggal bővített MRP-tábla

(Inderfurth – Jensen 1998)

	0	1	2	3	4	5	6
Bruttó szükséglet		10	10	10	10	10	10
Termelt készlet		8	14				
Recycling készlet		5	4				
Raktárkészlet	9	12	20	15	15	15	15
Nettó szükséglet		3	0	5	10	10	10
Várható visszaérkezés		4	4	4	4	4	4
Recycling folyamat raktár mennyisége	7	4	4	4	4	4	4
Recycling szükséglet		-	-	5	4	4	4
Recycling rendelés		5	4	4	4	-	-
Kezelési szükséglet		2	0	0	0	-	-
Termelési szükséglet		-	-	0	6	6	6
Termelésfeladás		0	6	6	6	-	-

Összegzés

Összegzésként megállapíthatjuk, hogy komoly előrelépésnek tekinthető az a folyamat, amely napjainkban zajlik, ennek során egyre fontosabbá válik a környezetvédelem. Mindaddig azonban, amíg a vállalatok nem látnak a környezetvédelemben igazi üzletet, azaz nem ébrednek rá arra, hogy versenyelőnyre válhat a visszaszállítási tevékenységük, ha azt stratégiai szinten kezelik, addig nem értünk el semmit. Versenyelőnyre válhat, ha a társadalom szemében egy vállalat környezettudatos tevékenységet folytat, s ezt különböző auditokkal és környezetvédelmi elismerésekkel alátámasztja, hisz a társadalom tagjai egyre nagyobb környezettudatosságuk miatt a környezetbarát termékek felé fordulnak. A dolgozatban bemutatunk több eljárást is, melyek révén csökkenthetik a vállalatok a primer nyersanyagok, illetve energia felhasználását, valamint a környezetszennyezést, amelyek közül kiválaszthatják a tevékenységüknek leginkább megfelelőt, tehát a lehetőség adott, csak el kell kötelezniük magukat a szemléletváltás és a környezetvédelem mellett. Szükség van arra is, hogy a társadalom szemlélete megváltozzon, az emberek tegyenek a környezet védelmére érdekében, s ebben az állammak is nagy szerepe van/lehet, hogy az adott társadalom mennyire környezettudatos, illetve mennyire sikerül megértetni, hogy nemcsak a mi életünkről, jövőnkéről van szó, hanem a jövő generációk sorsáról, s nem tehetjük meg, hogy lehetetlen életkörülményeket hagyjunk magunk után.

Felhasznált irodalom

- Becher J. – Rosemann M.* (1993): Logistik und CIM, Springer-Verlag, Berlin et al.
- Corsten H. – Reiss M.* (1991) : Recycling in PPS-Systemen, Die Betriebswirtschaft, 615-627
- Ferrer, G. – Whybark, D. C.* (2000): Material Planning for a Remanufacturing Facility, Production and Operations Management Vol. 10, 112-124
- Dobos, I.* (2004): Készletmodellek a visszatás logisztikában, In: Czákó E., Dobos I., Kőhegyi A. (Szerk.): Vállalati versenyképesség, logisztika, készletek: Tanulmányok Chikán Attila tiszteletére, BKÁE Vállalatgazdaságtan tanszék, (2004), Budapest, 290-303
- Guide, V.D.R.* (2000): Production planning and control for remanufacturing: industry practice and research needs, Journal of Operations Management, Vol. 18, 467-483
- Inderfurth, K. – Jensen, T.* (1998): Analysis of MRP Policies with Recovery Options, Tenth International Working Seminar on Production Economics, Innsbruck/Igls, Austria, 265-300
- Inderfurth, K.* (1998): Neue Aufgaben und Lösungsansätze der Produktionsplanung bei Produktrecycling, Preprint Nr. 26, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Otto-von-Guericke Universität, Magdeburg
- Jahnke, B.* (1986): Betriebliches Recycling: Produktionswirtschaftliche Probleme und betriebswirtschaftliche Konsequenzen, Gabler-Verlag, Wiesbaden
- Kohut, Zs. – Nagy, A. – Dobos, I.* (2005): A visszatás logisztika: Egy fogalmi keret, Vezetéstudomány 36., 47-54
- Rautenstrauch C.* (1997): Fachkonzept für ein integriertes Produktions-, Recyclingplanungs- und Steuerungssystem (PrPS), Walter de Gruyter, Berlin
- Richter, K. – Dobos, I.* (2003): Az újrahásznosítás hatása a gazdasági sorozatnagyságra, Szigma XXXIV., 45-63
- Spengler T. – Püchert H. – Penkuhn T. – Rentz O.* (1997): Environmental Integrated Production and Recycling Management, European Journal of Operational Research, 308-326
- Waltemath, A. M.* (2001): Altproduktrückführung als logistische Dienstleistung, Dissertation, Technische Universität, Berlin