

10.3 Vállalati eredmény (bruttó cash flow / árbevétel, nyereség / árbevétel, adózás előtti eredmény / fő, anyagmentes termelési érték / fő, stb.)

10.4 A vállalat egyéb kulcsfontosságú mutatói (produktív munka óra/nettó termelés, személyi költség/fő, késztermék készletforgási idő stb.). A felsorolt mutatók az idő függvényében ábrázolva jeleníthetők meg a VEZÁT jelentésben, függetlenül attól, hogy ezek a számok a kontrollingban szerepelnek.

11.0 A következő évre előirányzott CPF meghatározása

A SzE vezetők javaslatot adnak a működési területüket érintő CPF-ra a működési területük éves tevékenységének áttekintése után. A célmeghatározások ugyanis ebből adódnak. A vezetők cél javaslatait a Mv és Kv rendszerbe foglalja ügyelve arra, hogy a kapcsolatos táblázat helyesen legyen kitöltve pl: rögzíteni kell a cél elérésének mérésre alkalmazandó módszert, a szükséges erőforrásigényt, az elérendő teljesítmény mutatót. A VEZÁT a célokat rangsorolja és teljesítésüket elrendeli.

Kell-e írásos jegyzőkönyvet készíteni a VEZÁT tárgyalásról?

A vállalat belső ISO dokumentumai úgy kell hogy szabályozzák: a jkv készítése kötelező,

amit az Mv és Kv állít össze. A jkv többek között tartalmazza:

- az előterjesztett VEZÁT jelentés esetleges módosítását, ill. elfogadását,
- a jelentés alapján teendő intézkedéseket,
- a következő időszakra vonatkozó és elfogadott CPF-t.,
- a tárgyévre vonatkozó MIR+KIR célkitűzéseket,
- a Politika, Stratégia, Küldetés Értékrend esetleges módosítását,
- egyéb, a vállalat vezetése által fontosnak tartott és a tárgyévre vonatkozó intézkedéseket.

Nemcsak a TQM hirdeti, de az ISO 9001 szabvány is elismeri, hogy a folyamatos változás miatt a minőségügyi rendszereket is állandóan javítani kell. A szabvány a vezetés feladatává teszi a minőségügyi rendszer rendszeres értékelését, és a vezetői felülvizsgálat elvégzéséért a vezetőket teszi felelőssé. Az ISO 9001:2000 szabványban előírt Vezetőségi átvizsgálás a vállalat fejlődésének elengedhetetlen feltétele, mivel ennek nyomán születnek meg a továbbfejlesztést szolgáló intézkedések. A kijelölt célok, azok megvalósítása, ennek nyomán elért hatások vizsgálata, és az esetleges korrekciók utáni eredmény újabb lehetőséget ad a további célok kijelölésére. Így valósul meg a vállalati folyamatos fejlődést szolgáló és a hélix struktúra szerint haladó PDCA elv.

ETO. 676.012.1-52:658.513:
676.004.3/4

Keywords: optimisation, logistic systems

ASP-eszközök a papírgyár logisztikai folyamatainak optimalizálására

Somogyi Péter*

Optimalizálási feladatok és eszközök

Az ellátási lánc-irányító (SCM¹), a vállalati erőforrás-gazdálkodási (ERP², MRPII³) vagy az ezekhez kapcsolódó gyártásirányítási rendszerek (MES⁴, PPC/PPS⁵) tervezésénél a fejlett tervezési és programozási szoftvereket (APS=advanced planning and scheduling) kínálóok igyekeznek beépített folyamat-optimalizálási eszközöket adni a disztribúciótól a gyártáson keresztül az anyagellátásig átvilágító logisztikai feladatok jobb döntéselőkészítéséhez.

Az APS egyik előfutárának tekinthető Eli Goldratt (Creative Output Inc) a *gyártási kényszerek* (TC⁶)

*Dunapack Rt. Csomagolópapírgyár

elméletének megalkotásával és a *gyártási szűk keresztmetszetek* feloldására szolgáló algoritmusokat tartalmazó OPT-szoftverrel (1983).

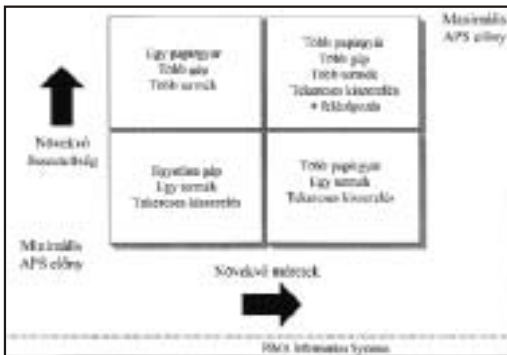
Az APS-nek gyorsan kell elemezni az alternatív döntések hatását. Az un. *what-if* (= mi van ha...) forgatókönyvek, ill. a *szimulációs eszközök* megmutatják, hogy az adott döntési alternatíva ésszerű-e, pl. nem lépi-e túl a forráskorlátokat vagy nem eredményez-e elégtelen teljesítményt. A programcsomagot fel kell vértézni a szükséges *algoritmusokkal* a legjobb megoldás kiválasztásához. Jóllehet az operációkutatás és az un. menedzsment-tudományok a II. világháború óta alkalmazásban vannak, ám tömeges a *teljes ellátási*

láncot átfogó – elterjedésüket a legújabb IT-fejlesztések, az SQL adatkezelés a relációs adatbázisokon, a grafikus interfészek (GUI), interaktív kapcsolódási lehetőségek (inter/intranet, ODBC stb.) tették csak lehetővé.

A *folyamatoptimalizálás* során olyan döntésekhez keresünk megoldási javaslatokat, amelyeket *kényszerek*, vagy *erőforráskorlátok* között kell megtenni.

Optimalizálási megoldások már 30 éve vásárolhatók a szoftverpiacon, az újdonság az, hogy egy-egy eszköz (toolkit) vagy táblázatkezelő program helyett a szoftvercsomagban való alkalmazás került előtérbe. Az *adatmenedzsment* fejlődésével az adatforrások, adatátalakító, -extrakciós és -kiértékelő, eredményvizualizáló eszközök egyetlen adatbank modellbe foglalhatók. Az is igaz ugyanakkor, hogy az IT infrastruktúra, rendszerintegráció és karbantartás jelentős rejtett költségeket takar, ezért néhány fejlesztő egyszeri vagy havi szolgáltatási díjtételű *internet-hozzáférést* optimalizálási lehetőséget kínál.

A *cellulóz- és papíriparban* az APS-szoftverek használata korlátozott, a gyártási struktúra bonyolultságától és méretétől függ (1. ábra). Piaci igény azonban nyilvánvalóan mutatkozik irántuk, hiszen az utóbbi években több jelentős alkalmazás is született (Honywell/HiSpec-OptiVISION™, Majiq System-Elixir™, újabban a Greyconnal (S-Plan, X-Trim) együttműködve, ABB-ABB™), kisebb cégek rész megoldásokkal jelentkeztek, sokhelyütt pedig házi fejlesztéssel találkozunk.



1. ábra APS-előnyök a gyártási struktúra összetettsége és a gyárméret függvényében

Az szinte természetesnek mondható, hogy mindegyik nagy szoftverelőállító vállalat, így a SAP, Oracle, Baan kidolgozta saját APS-változatát (Pl. SAP APO).

Általános optimalizáló szoftverrel jelentkezett az amerikai Cheaspeake Decision Science (MIMI) és a Numetrix, a logisztikai területére alkalmassal, pl. a Manugistic, i2, Fygir, Thru-Put, STG, Ortems, Paragon, Procex, ILOG (solver-gyártó), IBM, ráadásul ez utóbbi kifejezetten a papírgyártók számára készített

programcsomaggal, mint ahogy pl. Németországban a MAS (Mathematische Analysen- und Systeme GmbH), amely legújabban a Baannel kooperál, vagy a Meinikat GmbH.

Hagyományos optimalizálási problémák:

1. *Alapanyag keverék-képzése*: speciális karakteristikájú termékhez a rendelkezésre álló alapanyagkorlátok figyelembevételével, költség-előírányzatot teljesítő ill. minimális költségű összetétel megválasztása (vegyipar, papíripar).
2. *Gyártási programok* (durva- és finomprogramozás, műhelyirányítás) készítése, a különféle értékesítési, anyagellátási és technológiai korlátok, készletszint követelmények figyelembevételével: határidős kiszállítás, legrövidebb átfutási idő, minimális gyártásközi készlet, minimális átállási veszteség, legkisebb anyagmozgatási költségek eléréséhez.
3. *Vágási, darabolási, leszbási tervek*: féltermékből adott rendelésállomány leszbásához olyan darabolási minta készítése, amellyel a legkisebb anyagvesztéssel keletkezik (papír-, acél-, műanyagipar), vagy adott nyersanyagból a legértékesebb termékösszetétel érhető el (faipar).
4. *Hálózati anyagáramlási vagy szállítási probléma*: az alapanyagokat, féltermékeket vagy áruféleségeket adott forráshelyekről különböző rendelgetési helyekre, minimális szállítási költséggel, esetleg meghatározott határidőre eljuttatni.

Alapanyagösszetétel optimalizálása

Az Oji Paper Co a *szakértői ismeret alapú* (KB²) technikát a gyártási program rostfelhasználási szempontú optimalizálására alkalmazza. A Tomakomai mill gyárában 25 féle rostanyagot használnak, amelyeket 10 papírgépen 200 különféle termék előállításához kombinálnak, így több száz korlátozást kell kielégíteni. A rendszer top-down hierarchikus programozási struktúrát alkalmaz, kezdve a termékcsoportok programozásával, majd folytatva az egyes termékekkel és a gyártóvonalak leterhelésével.

A programozási rendszerben a szakértői ismeret három összetevőjét találjuk meg: a *feladatirányítási* (task control) ismereteket, amelyek a programozás általános folyamatát határozzák meg, a *szakterületi* (domain) ismereteket, amelyek a probléma jellegét mutatják be (rostkeverék arány, termékenkénti energiafelhasználás, kombinációs kötöttségek, pl. bizonyos minőségek leállás előtti vagy utáni gyártási sorrendbe iktatása) és a *stratégiai ismereteket*, itt legfontosabbként a termékcsoport programozást (batch vagy szekvencia ill. gyártási ciklus létrehozás), az egyedi programozást és a munkasorrend megállapítást emelhetjük ki.

Technológiai sajátosságok

A papírgyártás az anyagelőkészítőtől a feltékereselőig technológiai elvű szakaszos (batch ill. szekvenciális) munkafolyamat és a gyártásirányítás a meg-

osztott folyamatszabályozó rendszer (DCS[®]) segítségével történik. Érdekeség, hogy az üzemi folyamatszabályozás ellenőrzéséhez vagy a folyamatjavításhoz esetenként alkalmaznak folyamatszimulátort (AspenPins, Massbal, WinGEMS, FlowMac, PulpSim stb.) Ezek közül egyik-másik internet-elérhetőségű.

A szimulációs programok a helyi gyártási körülményeknek megfelelő modell felállítása után az anyag-előkészítő vagy a papírgép bármely pontjára anyag- és energia mérlegadatokat, áramlási, hőmérséklet vagy anyagsűrűségi értékeket kalkulálnak.

A tekercsvágó a gyártásprogramozás azon megkülönböztetett pontja, amelytől visszafelé a vevőrendeléseket összevonva alakítunk ki gyártási megbízásokat (szintetizáló szakasz), majd ahonnan a gyártási megbízások alapján elkészített félterméket vevőrendelésekre ill. szállítási egységekre visszaalakítjuk (analitikus szakasz) és a munkafolyamatot a gyártási haladásnak megfelelően programozzuk. A munkafolyamat tehát a tekercsvágótól vált át diszkrét programozásúvá (pl. a Wrapmation tekercskövető -RTS[®], vagy a teljes gyártástervező- és irányítást átfogó -PTS¹⁰ rendszere). Az optimalizálás automatikus eszközei itt elsősorban a logikai szabályozó egységek (PLC¹¹). További jellegzetesség a gyártási egységek (tekercs, paletta) egyedi megkülönböztethetősége.

Vágási terv optimalizálása

A programozás feladatai: (1) a konkrét rendelések alapján a rendelkezés álló papírgépek között (amennyiben több gép is szóba jöhet, és ezek a homogén gépcsoport fogalmát kielégítik), a gyártási szekvenciák kialakítása az egyes papírgépeken, (2) a tekercses beszabása a helyes mérettel (két-dimenziós vágás optimalizálás), műhelyprogram készítése a kiszerezés további lépcsőire, (3) rakodási terv készítése.

E feladatok elvégzése közben maximalizálni kell a nyereséget (fedezetet ill. bruttó hozamot), minimalizálni a vágási veszteséget és a szállítási költségeket, maximalizálni kell a határidős kiszállításokat, miközben minimalizálni a túl korai gyártást (készletnövekedést) és a késedelmes kiszállítást (maximalizálva a vevői megelégedettséget) és minimalizálni kell a vevői preferenciák érvényesítése miatti konfliktusokat.

A hagyományos papírgyári programozásnál a bemutatott háromféle programozási feladat elvégzése a tervezési folyamat egyes lépcsőiben egymástól függetlenül történik. Általában a vállalati központban helyet foglaló durvaprogram-készítő a rendeléseket kézzel elosztja a gépek között és létrehozza a szükséges gyártási szekvenciákat. A finomprogramozó kézzel vagy gépi program segítségével elkészíti a beszabást. A logisztikai programozó számítógépes segítséggel elkészíti a rakodási tervet.

Mivel az egyes munkatársak nincsenek egymással interaktív kapcsolatban, az egyes műveleti lépések, alprogramok kombinációjával nyert összprogram rendszerint nem a legjobb minőségű. Pl. a vágási veszteséget minimalizáló vágási program nem kielégítően

megrakott gépkocsikat eredményezhet, ami indokolatlanul megnöveli a szállítási költségeket. A rakodási program javításához viszont a programozónak idő- és munkaigényes módosításokat kell eszközölni a vágási programban, esetleg többször is elvégezve a what-if vizsgálatot.

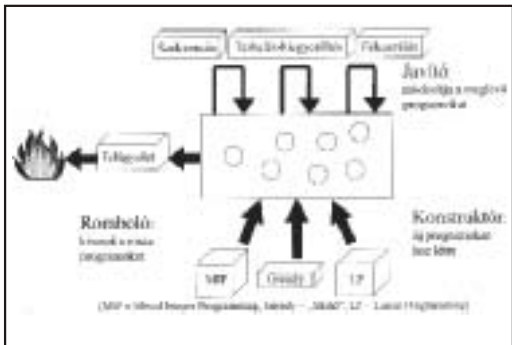
A folyamat jobb levezethetősége miatt a vállalatok olyan üzleti ill. tervezési szabályokat alkalmaznak, mint pl. a csak teljes gépszélességű, ill. beszabható (bizonyos toleranciával a teljes gépszélességben gyártható), vagy csak kocsiakomány-mennyiségű megrendelések befogadása. Ez ugyan egyszerűsíti a programozást, de csökkenti a versenyhelyzetben a vállalat megfelelési képességét ill. a vevői megelégedettséget, vagy a vállalati hatékonyságot.

Aszinkron team

Az IBM T.J.Watson Research Center a Carnegie Mellon Egyetemen a 90-es években folytatott kísérletek alapján, az ún. aszinkron-team munkamódszer alkalmazásával az egyes programozási lépéseket magában foglaló APS-szoftvert fejlesztett ki.

A papírgyártáshoz és elosztáshoz kifejlesztett többcélú, többlépcsős, szimultán döntéstámogató rendszer többszörös, Pareto-elvű kritériumrendszert használ, a többféle, jó hatásfokú algoritmus és az eljárás közben bevitt emberi-szakmai tudás eredőjeként létrejött alternatívák értékeléséhez.

Az aszinkron-team vagy A-team olyan mesterséges intelligencia-architektúra (AI¹²), amely több problémamegoldó módszert (szoftvert) tartalmaz (amiket agenteknek, „ügynököknek” hívunk), amelyek együttműködnek az optimum megtalálásában. A kommunikáció (és kooperáció) a jelölt megoldások egy sorának ütköztetésével jön létre, ami egyszerűen azt jelenti, hogy az egyik ügynök kimenete a másik kiindulási pontja lesz. Tehát az A-team architektúra nem egyetlen módszert vagy heurisztikát képvisel, hanem több – az egyes ügynökökhöz rendelt algoritmusokban megjelenő – technika kombinálásának megkísérlését. A megoldáshalmazok kezelésében háromféle „ügynök” vesz részt (2.ábra):



2. ábra. Az A-team architektúrája MIP=összetett egészértékű programotás

1. A *konstruktor*, amely a kiinduló megoldásokat hozza létre,
2. A *javitó*, amely válogatja és módosítja a meglévő megoldásokat és az eredményt a pillanatnyi nemzedékhez hozzáadja. A rendszer megőrzi az eredeti megoldásokat, hiszen elképzelhető, hogy a javítás nem sikerül.
3. A *romboló* kordában tartja a megoldássereget. Fő feladata a rossz vagy redundáns megoldások törlése, a búzának az ocsútól való elválasztása. Ha rossz megoldást talál, mérlegeli, hogy ezt törölje-e.

Az interaktív együttműködés során az ember az egyes ügynökökkel együtt önállóan dönti el, hogy melyik megoldáson, hogyan (mely algoritmussal ill. módszerrel), mikor ill. milyen gyakran, valamint hogy hol (melyik terminálon) dolgozzanak.

A rendeléseket a papírgépek között elsődlegesen a közvetlen (gyártási + szállítási) költségek tekintetbevételével osztják el, figyelembe véve a szállítási határidőket és a terhelési mérleget. Így az egyes gépekre kialakul az induló gyártási szekvencia. Az un. nem-azonosított gépek párhuzamos programozása módszer magában foglalja a gépi korlátokat, a szekvenciafüggő állásokat, a preferált gyártási tétel (=batch) nagyságokat, a gépi közvetlen költségeket, a korai és a késői gyártás büntetőkulcsait, de az ezt követő folyamatokra való kihatásokat is számszerűsíteni kell (szűk keresztmetszetek által okozott teljesítménykorlátok). Az alkalmazott módszer a lineáris programozás és a hálózatelosztási modell összekapcsolása, valamint a hozzárendelési modell.

Az egyes gépeken létrejött szekvenciákat úgy kell tovább finomítani, hogy a rendelések határidős legyártását, a sima fajtaátmenetet biztosítsuk, és az eredményül kapott futásprogram beszbabása jó hatásfokú legyen. Az optimalizálási modell tartalmazza a szekvenciafüggő állási időket, a korai vagy késői gyártás súlyozott büntetőkulcsait. Az egyes tételek fontosságát a prioritási indexszel veszik figyelembe. A javítás során rendelések vagy rendeléscsoportok emelhetők ki és tehetőek más gépre vagy gyárba, hosszabb, egyúttal jobban beszbabható szekvenciák alakíthatók ki.

A beszbabás során tekintettel kell lenni a papírgép vágási szélességére, az egy beszbabásban levágható tekercsek számára, ezen belül a beszbabható keskeny tekercsek számára, vagy az adott rendelés tamburon belüli elhelyezkedésére. Ugyancsak figyelembe veendő aelhelyméret, a tekercsátmérő és a tekercsvágás iránya.

A legfőbb cél a vágási veszteség és a megrendelt mennyiségtől való eltérés minimalizálása.

További célok: a magas prioritású rendelések előrevétele, a határidők betartása, a szabásminták számának (átállások) minimalizálása, a vágási folyamatban résztvevő rendelések számának minimalizálása.

Mint ismeretes, a vágási probléma (CSP¹³) megoldását a lineáris programozási modell segítségével, Gilmore és Gomory az 1960-as években dolgozta ki.

Az LP¹⁴ indítótáblába nem az összes kombinatorikus lehetőség kerül be, hanem készleteltett oszlopgenerálással, primál-duál algoritmust követő hátizsákfeladatértékelés alapján vonunk a megoldásba újabb vágási mintákat. A hátizsák feladatnál különböző értékű és nagyságú tételek esetén meg kell találni a tételek legértékesebb (pl. legkisebb veszteséggel járó) választékát, ami a hátizsák rögzített méretébe még belefér. Az eljárással kapott optimumértékek alkalmazhatóságát nehezíti, hogy csak egészértékű megoldások fogadhatók el (a döntési változó az egyes szabásminták alkalmazási száma), és hogy a készváltások számát minimalizálni kell.

Később egyes felhasználási területekre éppen az LP modell hiányosságainak kiküszöbölése érdekében további hatásos heurisztikus módszereket fejlesztettek ki.

A módszerek sora bővült a dinamikus programozással, a genetikussal (a természetes kiválasztódás, mutációképzés és a keresztezések létrehozása elvén alapuló) algoritmusokkal, egyéb eljárásokkal (pl. hatékony enumerációs eljárások, branch & bound, szimulált annealing, legjobb első keresés módszere stb.) és mint láttuk, a hierarchikus rendszerbe foglalt szakértői rendszerekkel.

Az IBM által itt alkalmazott eljárások: integer programozás, lineáris programozás kerekítéssel. A vágási mintákat enumerációs eljárással generálják, különböző gépszélességek és maximális pályahasználat figyelembevételével.

Diszjunktív-programozás, O-plan

Diszjunktív, egész és folytonos változós LP modellel (MILP¹⁵) tartalmazó gyártástervezési- és irányítási programot fejlesztett ki az Abóí Egyetem PSE (=Process System Engineering) laboratóriuma BSched elnevezéssel, amely két papírgyárban került bevezetésre. (Publikált: Walki Wisa).

A diszjunktív problémák „és” ill. „vagy” műveletekkel összekapcsolt egyenlőtlenségrendszerek, pl. papírgépi tambur beszbabák és feldolgozási tekercsvagy ívvágás ill. egyéb műveletek optimalizálási feladatának összekapcsolása. Björkqvist a papírfeldolgozási műveletsor (mázolás, nyomás, laminálás, vágás sb.) esetében az utolsó művelet befejezési idejét és a munkák késedelmét minimalizálja, szekvenciafüggő beállítási idő mellett, a modell gyakorlati ellenőrzése (internetes szakértői rendszer alkalmazása mellett) kísérleti stádiumban van.

Úrtechnikai célokra dolgozták ki az O-plan nyitott tervezési architektúra (OPA¹⁶) tervezési algoritmussal és programbemutatói módszert. A rendszert hierarchikus tervezéshez alkalmazzák, és alkalmas optimalizáló algoritmusok AI-alapú vezérlésére, a végrehajtási hibák és a váratlan külső események figyelembevételével. A Greyon ill. a Majiq-Elixir gyártásprogramozó rendszere – felölelve egy üzemi teljes papírfeldolgozási vertikumát – ezzel a módszerrel dolgozik. Az ABB Industrial¹⁷ Production Planning programcsomag a kiesz-

relővonal szűk keresztmetszeteinek és a kapacitások túlterhelésének előrejelzése alapján, szintén több lépésben optimalizál.

Rakodástervezés

A csomagolt vagy csomagolás nélküli tekercek nagy részét a papírgyárból, rövid átmeneti tárolás után kiszállítják. A rakodási terv készítése egyúttal döntési folyamat is, milyen szállítóeszközt használjunk, és azt hogyan rakjuk meg. (Pl. vasúti szállítás általában olcsóbb, mint a közúti; a közvetlen kiszállítás kedvezőbb, mint a modális vagy kombinált; kocsirakomány mennyiségben kisebb költségű, mint részrakományként stb). A választás magában foglalja a szállítási módjának, az alkalmazott szállítóeszközök méretének és a berakás módjának meghatározását. Döntési korlátot képez a szállítóeszköz mérete és terhelési határa. Figyelembe kell venni az egyes szállítási módok (vasút, közút, kombinált) eltérő tranzitidejét.

A különböző szállítóeszköz- méretek, vagy a többféle tekerccsméret ill. a lehetséges (megengedett) rakodási minták miatt, meg kell határozni, hogy a kiválasztott tekerccsorozat befér-e az adott szállítóeszközbe.

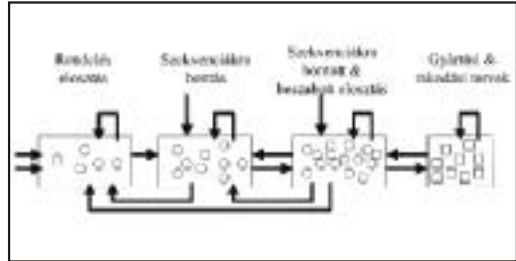
A probléma a többszörös hátizsákfeladat egyik változata, amely a szállítóeszköz térfogati ill. súlykihasználását javítja, vagy több, kisebb rendelés egy irányba tartó szállítóeszközbe (gépkocsiba) rakására tesz javaslatot. (Ez utóbbi esetben a több lerakóhely miatt pótlólagos átállási költség, valamint az extra távolság miatt fuvar-költségtöbblet keletkezhet, és a növekvő szállítási idő miatt szállítási késedelem is felléphet.)

Az IBM által alkalmazott módszerek: a szállítóeszköz megkeresése és kiterhelése „mohó” hátizsák algoritmussal és mixed-integer programozás. Javításra a sztochasztikus hegymászás módszere vehető igénybe, amely a bázismegoldások körüli területet tárja fel.

Egyes szoftverekínáloktól (pl. PaperSuite™ /optAmaze, LoadXpert, Cube IQ/MagicLogic, ALS= Advanced Loading System®, LoadDesigner™/Ortec on-line web-szervizzel) kapunk megoldást a tárolóeszköz- rakodásnak (bin packing) nevezett problémára is, amely leírható 2D vagy 3D (két ill. háromdimenziós) változatban, és igénybevehető lineáris-, térfogat, ill. súly szerinti rakodás-optimalizálás, térfogat- minimalizálás, érték- maximalizálás ill. meghatározott súlypontú, vagy alakú rakomány kialakítása céljából.

A Greycon szoftver rakodási tervrajtot is készít, hogy bemutassa az egyes tekercek elhelyezkedését a szállítóeszközön, többféle átmérőjű, szélességű tekerceknek, többféle rakodási pozíció (állított, fektetett) esetén, más programok képesek a tengelyterhelési előírások betartásának ellenőrzésére.

A rakodási terv fő célja a szállítási költségek és a késedelem minimalizálása. A rakodástervezés visszacsatolásának eredménye akár a legyártandó tekercek számának növelése vagy csökkentése is lehet, a jobb szállítóeszköz- kihasználás és az inkkurens készlet elkerülése érdekében, így a vevővel való egyeztetés után a beszabott mennyiségek is változhatnak (3.ábra).



3. ábra. Az ügynökök együttműködése a rendeléselosztás, szekvenciaképzés, beszállás, valamint a gyártási és rakodási program kialakításában

Rövidítések:

- 1.) SMC = Supply Chain Management, ellátási lánc menedzsment
- 2.) ERP = Enterprise Resource Planning
- 3.) MRPII = Manufacturing Resource Planning, gyártási erőforrás tervezés
- 4.) Manufacturing Execution System, gyártási végrehajtó rendszer
- 5.) PPC = Production Planning & Control / Production Planung & Steuerung, gyártástervezés és irányítás
- 6.) TC = Theory of Constraints
- 7.) KB = Knowledge Based
- 8.) DCS = Distributed Control System
- 9.) RTS = Roll- Tracking System
- 10.) PTS = Production Management System, gyártásirányítási rendszer
- 11.) PLC = Programmable Logic Controller
- 12.) AI = Artificial Intelligence
- 13.) CSP = Cutting Stock Problem
- 14.) LP = Linear Programming, lineáris programozás
- 15.) MILP = Mixed Integer Linear Programming
- 16.) OPA = Open Planning Architecture

Szakirodalom:

- 1.) Applications of knowledge-based systems in Japan in: WTEC Hyper- Librarian, May 1993/ A Scheduling Expert System for Paper Production kermow.curtin.edu.au
- 2.) Elmaghraby,A.S.- Abdelhafiz,E.- Hassan,M.F.: An Intelligent Approach to Stock Cutting Optimization. (A vágásoptimalizálás intelligens módszere) www.louisville.edu
- 3.) Haessler,Robert W.: Computerized Load Planning for Railcar Shipments of Large Rolls TAPPI 73, (April) 1990
- 4.) Klemola,K.- Turunen,I.: State of Mathematical Modelling and Simulation in the Finnish Process Industry, Universities and Research Centres, Lappeenranta University of Technology, Technology Review, Helsinki 2001
- 5.) Lapid,Larry: Supply Chain Planning Optimization: Just the Facts, www.e-optimization.com, 1998
- 6.) Mark,A.- Cubine,M.- McIntosh,M.: ERP, MES, APS, Quality Management: How should We Be Putting These Pieces Together? PIMA Conference, April 11, 2000
- 7.) Murthy,S.- Akkiraju,R.- Goodwin,R.- Keskinocak,P.- Rachlin,J.- Kumaran,S.- Daigle,R.: Enhancing the Decision-Making Process of Mill Scheduling, Tappi Journal 82, 42-49 pp (1999)
- 8.) Murthy,S.- Akkiraju,R.- Goodwin,R.- Keskinocak,P.- Rachlin,J.- Wu,F.- Yeh,J.- Fuhrer,R.: Cooperative Multiobjective Decision Support for the Paper Industry, Interfaces 29: (5) 5-30 1999
- 9.) PaperHelp Online: 15.2.1. Evolution of Control Systems www.paperloop.com
- 10.) REFA: Methodenlehre der Planung- und Steuerung Teil 1-5 (A tervezés és irányítás módszertana). REFA Darmstadt/REFA Struktúra, 1985/1989
- 11.) REFA: Planung und Steuerung/PPS mit EDV, Lehrunterlage. REFA Darmstadt/REFA Hungária, 1994/1998
- 12.) Shobrys,D.E.: The History of APS, www.supplychain.com
- 13.) Strategic Production Scheduling An OptAmaze White Paper, 8pp. Opt.Amaze Inc., 2001
- 14.) Supply Chain Scheduling: Advanced Solutions for Process Industries, 2001,Jan,16, www.industrysearch.com.au
- 15.) Szántó András: Matematikai modellek alkalmazása a papíripari termelésirányításban, PapiPrap, 8 (4) (1984)
- 16.) Tiemeyer,E.: Tool-gestütztes Unternehmensdaten-Management FB/IE, Aug/Sept 2000 pp.156-162