

Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola
MISKOLCI EGYETEM GÉPÉSZMÉRNÖKI KAR

**KÉSLELTETETT ÖSSZESZERELŐ ÜZEMEK
LOGISZTIKÁVAL INTEGRÁLT
TERMELÉSÜTEMEZÉSÉNEK MATEMATIKAI MODELLJE
ÉS HEURISZTIKUS MÓDSZEREI**

Ph.D. értekezés

Készítette:

Gubán Ákos

okleveles matematikus

A doktori iskola vezetője

Dr. Tóth Tibor

Tudományos vezetők:

Dr. Cselényi József

Dr. Tóth Tibor

Miskolc, 2004

Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
2.	Szakirodalmi áttekintés	6
2.1	Nemzetközi elméleti kitekintés	6
2.2	Logisztika elmélet.....	8
2.3	Késleltetett összeszerelő üzemekkel kapcsolatos kutatások.....	9
2.4	Összeszerelő üzemek telepítése.....	11
2.5	Termelés-tervezési és termelés-irányítási modellek.....	12
2.6	Lineáris programozási modellek logisztikai rendszerek optimalizálásához.....	18
2.7	Heurisztikus modellek	19
3.	A disszertáció kitűzött célja, kutatási feladatok	20
4.	A rendszer általános leírása.....	25
4.1	Komplex és komponens költség- és veszteségfüggvények	27
4.2	Optimalizálási feladatok és célok	34
5.	A feladat szétbontása.....	37
6.	Az I. fázis	39
6.1	Az I. fázis eredményadatai	39
6.2	Lineáris programozási modell	39
6.3	A heurisztikus algoritmus	42
6.4	Csúsztatások	51
6.5	Az algoritmus hatékonyságvizsgálata	52
6.6	Az eljárás lépésszám vizsgálata.....	56
6.7	A megoldás javításának lépései.....	57
6.8	Megoldás javításának hatékonyságvizsgálata	60
6.9	Megoldás általános érzékenységvizsgálata	61
6.10	Érzékenységvizsgálat a heurisztikus eljáráson keresztül.....	69
7.	II. Fázis.....	82
7.1	Optimalizálási célok	83
7.2	A fázisban felhasznált alapadatok	84
7.3	A II. fázis eredményadatai.....	85
7.4	A II. fázis optimalizálási algoritmus.....	85
7.5	A II. fázis beszállítás indítási ütemidejének meghatározása	98
7.6	A második fázis költségkomponenseinek kapcsolata.....	99
8.	III. fázis	104
9.	Összefoglalás.....	105
10.	IRODALOMJEGYZÉK.....	110
10.1	Az értekezés témakörében megjelent saját publikációk.....	110
10.2	Az értekezésben felhasznált nem saját irodalom.....	112
11.	Mellékletek.....	116

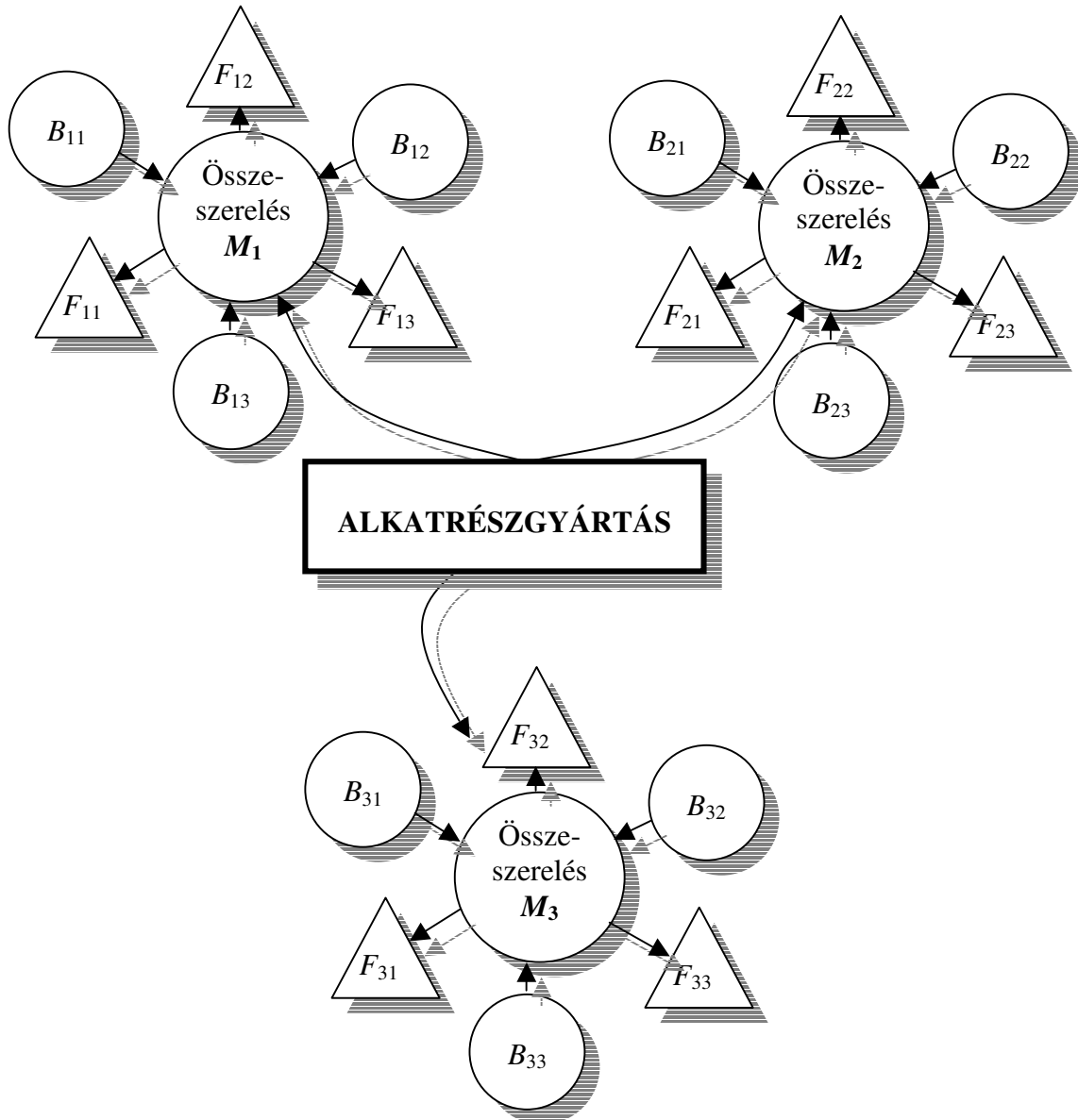
1. Bevezetés

A globalizáció következtében, a mai gazdasági életben a termékek előállítását elsősorban több rugalmas gyártósorral rendelkező modern összeszerelő üzemekben végzik. Egy ilyen összeszerelő üzem irányítási rendszerének legfontosabb feladata a megrendelések határidőre történő teljesítése. A megrendelésekben meghatározott igények kielégítéséhez a szerelőüzemeknek a beszerzési-, alkatrész-raktározási-, összeszerelési-, átállítási-, késztermék-raktározási-, valamint a kiszállítási feladatokat kell hatékonyan megszervezniük, továbbá ezeknek a feladatoknak az összehangolását és irányítását is el kell végezniük. A funkciók mind anyagáramlással, mind információ és energia-áramlással kapcsolatosak, tehát logisztikai feladatokat jelentenek.

A logisztika nem új keletű fogalom, de az utóbbi tíz - tizenöt évben jelentős hangsúlyt kapott a műszaki-gazdasági életben, és egy interdiszciplinális, integrált tudománnyá vált. Mint integrált tudomány magába foglalja az ellátási lánc alrendszerének modellezését, amelyek tartalmazzák azokat a módszereket, melyeket a modellezési folyamat során felhasználnak. A logisztika nem egyértelműen értelmezett fogalom, „formailag a görög, latin és francia „log”, „logik” és „loger” szavakból is levezethető, amely a gondolkodás, számítás, szállásadás fogalmakat tükrözi”. A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék értelmezésében, a logisztikai rendszer egy olyan zárt folyamat, amely magában foglalja a beszerzés, termelés, szolgáltatás, elosztás, értékesítés, felhasználás, újrahasznosítás értékteremtő, és megőrző láncolatában meghatározó szerepet játszó anyagáramlást, és az ehhez kapcsolódó, integráltan kezelt információ-, energia- (emisszió-) áramlást [B12]. A logisztikai rendszerekhez kapcsolódó vizsgálati módszerek alapvetően két csoportba sorolhatók be: egzakt matematikai eljárások (optimalizálási-, valószínűségszámítási-, szimulációs eszközök), a másik csoportba a heurisztikus módszerek (evolúció alapú eszközök, szimulációk, mohó algoritmusok stb.) tartoznak. A logisztikai problémák megoldása egy erős számítógépes, számítástechnikai és információ-technológia háttér nélkül ma már elképzelhetetlen, mivel ezek az eszközök nagymértékben növelik a módszerek hatékonyságát, valamint csökkentik a probléma felvetése és az eredmény megjelenése között eltelt időt.

Az értekezésben a vizsgálat központi eleme a késleltetett összeszerelő üzemek modellezése. A logisztikai értelemben használt késleltetés – ami szintén egy, a globalizációhoz kapcsolódó fogalom – azt jelenti, hogy a termelés utolsó fázisát - az összeszerelést, a csomagolást, illetve a gyártás utolsó műveletét – kihelyezik a fogyasztó közvetlen közelébe, azaz a termelés befejezését késleltetik. Az összeszereléshez szükséges alkatrészek két helyről származhatnak,

egyrészt magától a multinacionális anyavállalattól, másrészt az alkatrészgyártására szakosodott, a kihelyezett szerelőhely közelében elhelyezkedő beszállító vállalattól. A késleltetett összeszerelés sematikus vázát az 1. ábra mutatja be [B16]. A késleltetés legnagyobb előnye, hogy kisebb raktárkészletekkel működtethető a vállalat, rövidülnek a kiszállítási utak, és a kiszállítási idők, továbbá jelentősen csökken a rendelés és teljesítés között eltelt idő is. További jelentősége a késleltetett termelési rendszereknek, hogy a felhasználók termékkel kapcsolatos speciális igényeit sokkal jobban figyelembe lehet venni.



1. ábra Késleltetett összeszerelés [B16]

Az 1. ábra egy multinacionális vállalat vevők közelébe kihelyezett szerelő üzemének szerkezetét mutatja, ahol az M_i a kihelyezett szerelőüzem, F_{ik} az üzemhez kapcsolódó felhasználók, és a B_{ij} a beszállítókat jelentik.

Egy ilyen rendszer hatékony működéséhez szükség van az alkatrészek JIT elvű beszállítására, és a késztermékek JIT elvű kiszállítására.

A vizsgálatok során a felhasználók megrendeléseivel vezérelt készletetett összeszerelő üzemek termelésütemezését tekintjük az elemzés magjának. A globalizáció és a hozzákapcsolódó új termelés-szervezési paradigmák [B48] megjelenése miatt szükség van egy a beszállítástól az összeszerelésen, raktározáson keresztül a kiszállításig történő megrendelésfüggő dinamikus termelésütemezésre egy eljárás elkészítése ütemezési eljárás megalkotására, mely a rendszerben megjelenő költségek és veszteségek optimalizálására épül.

A létrehozott modellre hatékonyság- és érzékenységvizsgálat is tartozik, igazolva az alkalmazott módszerek helyességét és használhatóságát. A fenti probléma egyes területeire és kapcsolódó problémáira a Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén kutatások folynak, melynek eredményei a disszertációban is megjelennek.

A probléma felvetése és kidolgozása során azok a logisztikai elemek, amelyek a készletetett összeszerelő üzemek legfontosabb elemei, egzakt matematikai formában jelenjenek meg, ezáltal a kapott modellek későbbi feladatok megoldásába kisebb módosításokkal már könnyedén beépíthetők lesznek. A vizsgálatok során a modellbe – a feladat bonyolultsága miatt – egyszerűsítési és korlátozó feltételeket határoztam meg. Ezek a feltételek csak a modell megalkotását egyszerűsítik, módszeres kiküszöbölésükkel a kapott megoldás az általános feladatra is viszonylag könnyedén átvihető, de ennek elemzése túlmutat a disszertáció vizsgálati körén.

2. Szakirodalmi áttekintés

A disszertáció témájához az alábbi részterületek kapcsolódnak:

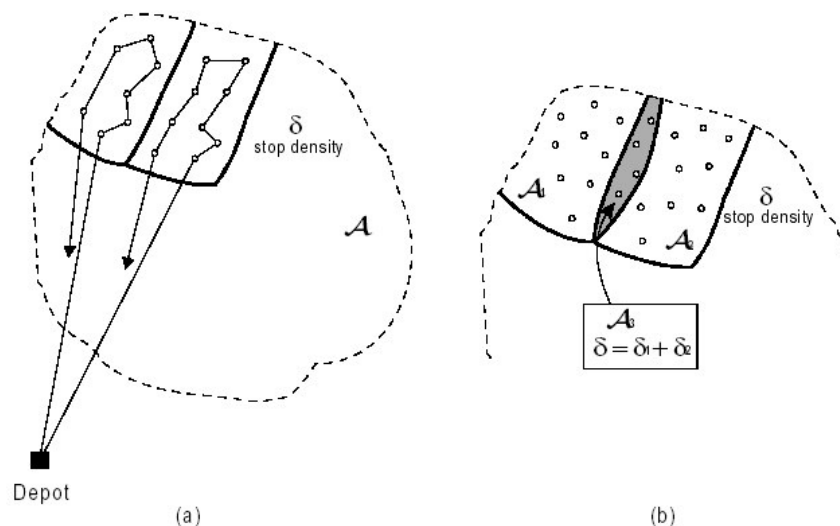
- nemzetközi elmélet;
- logisztika elmélet;
- késleltetett összeszerelő üzemekkel kapcsolatos kutatások;
- összeszerelő üzemek telepítése;
- termelés-tervezési, termelés-irányítási modellek;
- lineáris programozási modellek a logisztikai rendszerek optimalizálásához;
- heurisztikus modellek.

2.1 Nemzetközi elméleti kitekintés

A késleltetett összeszerelő üzemek termelésütemezésének logisztikai problémáival foglalkozó irodalmak nagy többsége csak részlogisztikai feladatok megoldására koncentrálódik. A [B6] a termeléstervezés problémáját sztochasztikus optimalizálási módszer segítségével oldja meg, célként a termelési, elosztási kapacitásokat és a vevőkényszereket jelöli meg. Eredményként egy sztochasztikus lineáris programozási modellt ad. A modell nem ad megoldást a gyártás ütemezési problémájára, csupán a kapacitások kihasználtságát tartalmazza, és a maximális profitot jelöli meg célfüggvényként. A megoldás teljesen elméleti jellegű, amelyben a jármű kiosztást egészértékű lineáris programmal, a gazdasági tervezést folytonos nemlineáris modellen keresztül, valamint a termelést egészértékű lineáris modell segítségével valósítja meg. Az eljárás nem ad használható módszert a valós termelési problémákra, másrészt a logisztikai költségeknek csak egy részét használja fel, részletesen nem foglalkozik velük. Egy másik érdekes megközelítést mutat be a [B52] az integrált csomagelosztó rendszerek költség modellezésére, és tervezési technológiáira. Egy logikai hálózati modellt használ fel, valamint részproblémák optimalizálási sorozatán keresztül oldja meg a problémát. A felírt modell logisztikai költségfüggvényeit hasonlóan az értekezés megközelítéséhez komponensekre bontja, úgymint helyi szállítási költség, külső rövid távú szállítási költség, hosszú távú szállítási költség, visszaút (üresjárat) költség, és terminál költség. Ezek további részköltség komponenseket tartalmaznak. Az optimalizálás során első lépésben az általunk is használt modell „csupaszítást” használja fel, vagyis kiküszöböli azokat a változókat, amelyek egyszerűbbekkel helyettesíthetők, majd a feladatot részproblémákra bontja, és ezekre mutat be optimalizálási eljárásokat. Az ilyen típusú hálózati optimalizálási megoldások során használt folytonos közelítési módszereket az üresjáratú problémákra már 1984-ben

kidolgozták. 1985-ben Daskin már nagyméretű modellekre adott ezekhez hasonló approximációs eljárást. A [B52] egyik szerzőpárjának egy másik érdekes cikke 1999-ből a [B6], melyben közelítő eljárást szolgáltat a logisztikai rendszerek tervezése és létrehozása közben megjelenő bizonytalanságok kezelésére. A dolgozat egyik fontos vizsgálati eleme a járművek útvonal meghatározásának problémája (VRP). Nagy távolságú szállítások esetében $2r\delta C + 0,57\delta^{1/2}$ kifejezést használja az egységnyi területre eső szállítási útvonalra, ahol az r a szállítási zóna egy pontja és a raktár közötti távolság C egy jármű átlagos megállásainak száma, és a δ a vásárlók lokális sűrűsége. Ennek az egyszerű összefüggésnek a felhasználásával egy egyszerű integrálással megadható nem-átfedő és átfedő régiók esetében a szállítási távolság. (2. ábra)

További jól hasznosítható eleme a [B22] dolgozatnak, hogy a raktárak leltározási módszeréhez kapcsolódó költségeket komponens bontásban elemzi. Simchi-Levi, Kaminsky egy Internetes publikációban telepítési problémákkal foglalkozik, a modelljében és a megvalósításban sokkal egyszerűbb modellt elemez, mint a Dr. Cselényi József és Gubán Miklós a [B27] tanulmányban. A probléma két azonos termékű üzemet foglal magában két raktárral és három piaci területtel. Megoldásban LP modellt és heurisztikus eljárást alkalmaztak.



2. ábra Nem-átfedő és átfedő régiók

Termelésütemezési rendszerekhez kapcsolódik W. Meyer által 1990-ben írt Expert Systeme in Factory Management, Knowledge-based CIM könyve, mely precízen definiálja a CIM-hez és a szakértői rendszerekhez kötődő alapvető elméleti fogalmakat. A könyv a mesterséges

intelligencia elméleti alapjait egy valós termelési környezetbe helyezi, majd ennek megfelelő AI alapú CIM rendszert épít fel [B43].

2.2 Logisztika elmélet

A logisztikai rendszer – Dr. Cselényi József professzor megközelítésében [B1] - egy olyan zárt folyamat, amely magában foglalja a beszerzés-termelés-szolgáltatás-elosztás-értékesítés-felhasználás-újrahasznosítás értékteremtő és megőrző láncolatában meghatározó szerepet játszó anyagáramlást és az ehhez kapcsolódó, integráltan kezelt információ-, energia- (emisszió-) áramlást. Fontos kihangsúlyozni, hogy integrált tudomány, azaz társtudományok integráltan kapcsolódnak a logisztikai modellekhez. Ilyen tudományok:

- anyagáramlás technika;
- anyagáramlás technológia;
- közlekedés technika és technológia;
- informatika;
- energetika;
- elektronika, automatizálás;
- környezetvédelem, újrahasznosítás;
- kommunikációs rendszer;
- marketing;
- vállalatgazdaság-tan, menedzsment-tan;
- rendszertechnika;
- matematika;
- szolgáltatástechnika és technológia;
- gyártástechnika és technológia.

A logisztikai rendszer elemeit többféleképpen lehet csoportosítani. Az egyik leggyakoribb szétbontás a funkció szerinti osztályozás, ennek megfelelően megkülönböztetünk [B1]: beszerzési-, termelési-, elosztási-, szolgáltatási-, hulladékkezelési és újrahasznosítási-, raktározási-, közlekedési-, kereskedelmi-, és city logisztikát.

Dr. Kulcsár Béla a [B32] tankönyvében a logisztikát három alapelemre építi: technikai-, informatikai- és gazdasági elemekre, valamint a feladatkörét megfelelő objektum, megfelelő mennyiség, a rendszer megfelelő térbeli helye, megfelelő időpont, megfelelő minőség, és megfelelő költségek mellett való rendelkezésre bocsátásában határozza meg. Megadja a rendszerfolyamatok topológia modelljeit gráfelméleti és algebrai eszközök segítségével.

Részletesen bemutatja a raktározással, anyagmozgatással, kapcsolatos logisztikai folyamatokat és feladatokat. Egy önálló fejezetben bemutatja az integrált termelési logisztikai rendszereket. Az értekezés számára jól felhasználható a logisztikai rendszerek feladatainak elemzése, az informatikai kapcsolatok leírása, valamint a sorbanállási modellek kapcsolatos modellek.

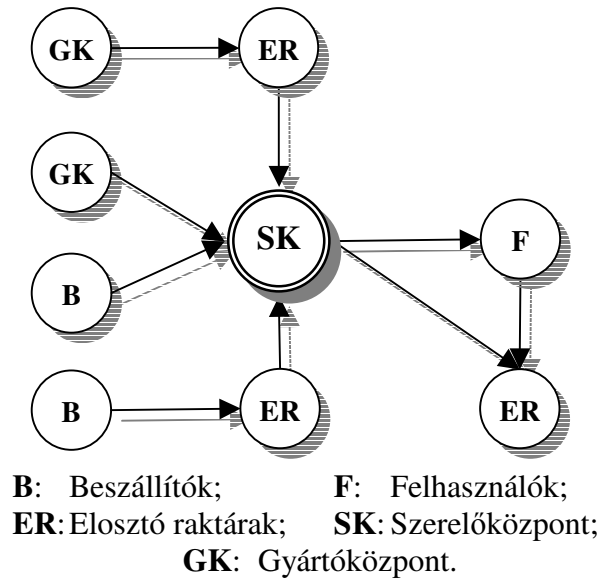
2.3 Késleltetett összeszerelő üzemekkel kapcsolatos kutatások

A késleltetett termelés elve már több mint ötven évvel ezelőtt megjelent a szakirodalomban [B1][B8], de bármennyire is régen meghatározott fogalom, csak az elmúlt közel tizenöt évben kezdtek meg részletesen meghatározni és tanulmányozni a logisztikai kutatások. Az utóbbi öt-hat évben a globális termékkínálat követelményeinek kezelése számos vállalat vezetőjét arra kényszerítette, hogy komolyan gondolja át a késleltetést (kihelyezést). A késleltetés ezeknél a vállalatoknál egy olyan ellátási lánc stratégiaként jelent meg, amely a tömegrendelésekhez közvetlen kapcsolódik [B49]. A globalitás, a JIT a termék-életciklus elemzések felújították a késleltetések előnyeinek vizsgálatára irányuló kutatásokat. Az első mérföldkövet az 1988-ban megjelent Zinn és Bowersox cikke jelentette [B51], melyben a szerzők meghatározták és elemezték a késleltetés négy különböző típusát (címkézés, csomagolás, összeszerelés, termelés). Szimulációs modellek segítségével megvizsgálták, milyen feltételek mellett lesznek a különböző típusú késleltetések kedvező hatásúak.

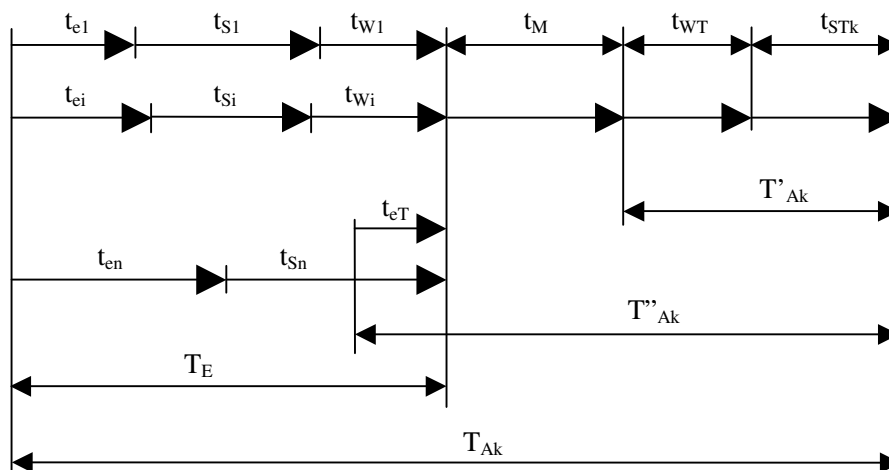
A kihelyezésekre elsők között Hewlett-Packard cég mutatott be egy korai sikeres alkalmazást [B39]. Ezt követően 2000-ben Pagh és Cooper a különböző késleltetések leírásához és elméleti stratégiáihoz kifejlesztettek egy jól használható vázat, eközben Mason-Jones és Towill [B40] vizsgálataiban az ellátási láncok késleltetési szabályait információ és anyag szétbontásban közelítette meg. A legrészletesebb irodalmi áttekintést az Aviv Yossi és Awi Federgruen „The Benefits of Design for Postponement” [B2] adja. Johnson és Anderson teljes mélységében megvizsgálta, és részletes modellt alkotott – különböző működési feltételek mellett – a késleltetés előnyeinek kiértékeléséhez.

Dr. Cselényi József és Dr. Bányainé Dr. Tóth Ágota: A késleltetett összeszerelés logisztikai láncának modellezése [B13] tanulmányában a szerzők bemutatják a globalizált ellátási/elosztási láncban jelentkező átfutási idők számítási mechanizmusát. Értelmezik a két jellegzetes átfutási időt: alkatrészek, részegységek beszerzési-, és felhasználóhoz eljutó termékeknek a megrendelési időponttól eltelt átfutási idejét. A számítási módszereket egy-egy termékre vonatkozóan rendelésre ill. anyagáramlásra vonatkozóan elkülönülten kezelik, valamint a párhuzamos események esetében mindig a leghosszabb időre vonatkozóan

végeznek vizsgálatot. Az elemzésükben az anyagáramlási idő a párhuzamos események időráfordításainak súlyozott összegeként jelenik meg. Vizsgálataikban az átfutási időt valószínűségi változónak tekintik, és a számításaikban – a probléma egyszerűsítéseként – azok várható értékét és a szórását használják fel. Az így kapott átfutási idő számítási modellje és a rendelési átfutási idő számítási modellje:



3. ábra A vizsgált rendszer szerkezete



4. ábra A rendelési átfutási idő számítási modellje

A 4. ábrán szereplő jelölések:

t_{ei} : az i -edik alkatrészrendelést követő előkészítési idő;

t_{si} : szállítási idő;

t_{wi} : várakozási idő;

t_{eT} : termék összeszerelés előkészítési idő;

t_M : szerelési idő;

t_{WT} : várakozási idő;

t_{STk} : szállítási idő a k felhasználóhoz;

T_E : alkatrész átfutási idő;

T_{Ak} : termék átfutási idő;

T'_{Ak} : készáru raktárból kiszállítási idő;

T''_{Ak} : a rendelkezésre állástól a kiszállításig eltelt idő.

2.4 Összeszerelő üzemek telepítése

A piacok globalizációja nyomán a világ minden táján ugyanazt a márkaterméket ismerik, azonos minőségben, és közel azonos áron. Ez az egységesség a termelés és szolgáltatás globalizációját és integrációját eredményezte, mely végül fokozatosan a kutatás- és fejlesztés globalizációjához is vezetett [B1]. Eredményeként rövid termék életciklusok jelennek meg, és a piaci verseny miatt egyre fontosabbá vált, hogy a felhasználók közelébe helyezték ki a termelés utolsó fázisait, így többek között az összeszerelést is. Ez számos problémát vetett fel többek között az összeszerelő-üzemek optimális telepítésének problémáját.

A centrum-probléma nem új, sőt már több száz éve foglalkoztatta a tudósokat. Bizonyos szélsőérték-problémákat már az ókorban is ismertek (Euklidész, Pappus), de az extrémum feladatok egységes vizsgálata Fermat-nál jelent meg. A centrum-probléma telepítéstervezési jelentőségét elsőnek A. Weber ismerte fel és közölte „Über den Standort der Industrien” c. könyvében (1909. Tübingen). A Weber-könyv amerikai kiadása (1922) az ottani nagyipari konszernek érdeklődését mutatta az ipartelepítés gazdaságossági problémái iránt. Az egyik legfontosabb eredményt a nemlineáris (konvex) programozás Kuhn – Tucker-féle megalapozása (1951) eredményezte, mivel igazoltá vált, hogy a centrumprobléma általánosan ($m > 4$ esetben) egzakt módon nem megoldható konvex programozási feladat, megoldásukra csak közelítő módszerek alkalmazhatók.

Az 1. ábrán vázolt rendszerszerkezetnek megfelelő telepítésoptimalizálást többek között Cselényi professzor és munkatársa [B21][B26][B27] részletesen tárgyalja. A megközelítésükben a telepítések algoritmusá négy alaplépből épül fel:

- az első lépésben meg kell határozni a telepítendő üzemek minimális és maximális számát;
- a második lépésben az összeszerelő üzemek helyének optimális kijelölése történik meg;
- a harmadik lépés feladata a felhasználók és beszállítók optimális kiosztása;

- és a negyedik lépés a minimális és maximális üzemszám között megkeresi az optimális költségértéket.

Erre az eljárási lépéssorozatra felírható egy egzakt operációkutatás témakörébe tartozó modell. Az így konstruált modellnek az egyik legfőbb hibája, hogy a költségfüggvény nagyon bonyolult lesz, és ezt közvetlen módon nem lehet a megoldásban felhasználni. Ezért a telepítések során is a heurisztika alkalmazása bizonyult hatékony módszernek, melyet az érzékenység vizsgálatok is alátámasztottak [B27].

2.5 Termelés-tervezési és termelés-irányítási modellek

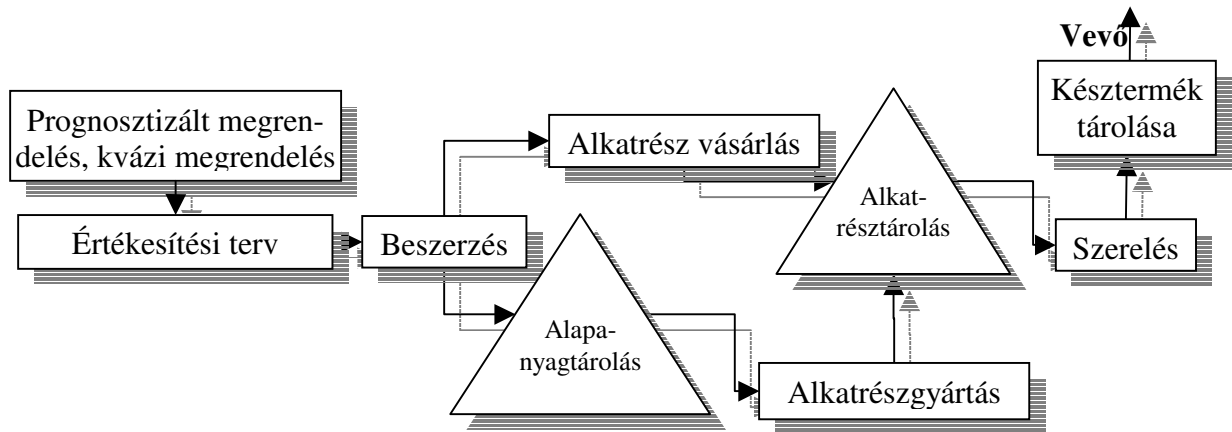
„A vevőktől a szállítóig tartó logisztika, az előkalkulációtól az utókalkulációig tartó számvitel mind-mind az általános értelemben vett (érték)termelés, s így a termelésirányítás hatókörébe tartozik.” [B29] Tágabb értelemben a termeléssel kapcsolatos döntések megfogalmazását és megoldását jelenti úgy, hogy a termelés főbb tényezőit veszik figyelembe a döntések végrehajtásának ellenőrzése mellett. A szűkebb értelemben vett termelésirányítás csak a termelési feladatok meghatározásával és végrehajtásuk megszervezésével foglalkozik.

A termelésirányítás három aspektusból közelíthető meg: algoritmikus, adatmodell alapú, és funkcionális. Az *algoritmikus* megközelítés a termelésirányítás területén jelentkező összefüggések megvizsgálásával és megfogalmazásával foglalkozik. A megoldás során a három fő termelési jellemzőt: a szállítókésztséget, az alacsony készletszinteket, az erőforrás kapacitásokat kell elsődlegesnek tekinteni. A feladat egy optimum-problémát eredményez. Az *adatmodell-alapú* megközelítés egy relációs adatmodell szemléletet jelent, mely normalizálási eljárásokon keresztül a kívánt formára hozza a rendszerünk adatmodelljét. A *funkcionális* megközelítés a legelterjedtebb forma, mely az adott vállalat belső szakterületeihez rendel olyan funkciókat, amelyek teljesen lefedik a termelésirányítást. A három megközelítési mód szorosan kapcsolódik egymáshoz. [B29]

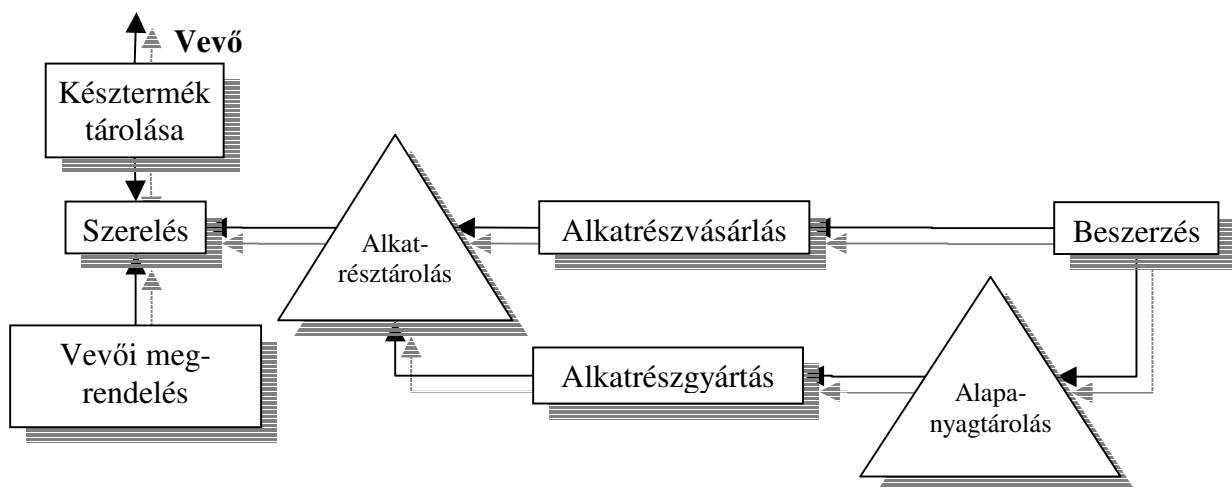
A rugalmas gyártórendszerek (FMS) ütemezési problémáinak egy hatékony megoldását mutatja be Somló J. a [B51] cikkben. A megoldás a hibrid dinamikus közelítés elvén alapul. Az FMS rendszerek átállításának politikájára ad megoldást, a vázolt matematikai modellnek megfelelően. A diszkrét gyártórendszert, mint egy folytonos rendszert tekinti és erre határozza meg az igényszintet (*demand rata*), ami egy adott idő egység alatt, egy adott alkatrész mennyiségét jelenti. Ezt az értéket nem tekinti egésznek, így a problémát hasonlóan tudja kezelni, mint a nem diszkrét termelési rendszerek esetében. A cél ennek a rátának a hatékony meghatározása. A megoldást egygépes és több gépes feldolgozásra is megadja. A cikk végén

egy szimulációs módszeren alapuló esettanulmányban bemutatja a hibrid dinamikus közelítés alkalmazását.

A modern termelés-tervezés és ütemezés két főbb csoportját a Push (nyomó) illetve Pull (húzó) elvek alkotják [B48][B17][B1]. A két elv vázlatos formáját a 5. és 6. ábra mutatja be:



5. ábra A nyomó elv szerkezete



6. ábra A húzó elv

A hagyományos tervezési-, irányítási- és ütemezési modellek közül, amelyek jelenleg is használatosak a legtöbb szakirodalom következő öt modellt tartja a legfontosabbaknak:

1. MRP-I (Material Requirement Planning)
 2. MRP-II (Manufacturing Resources Planning)
 3. OPT (Optimized Production Technology)
 4. APS (Advanced Planning and Scheduling)
 5. JIT (Just In Time) koncepció
- Az MRP gyártásirányítás egy „előre vezető”, „nyomó” típusú rendszer [B48], melyeket az USA-ban alkalmaztak először. A módszer kulcseleme a darabjegyzékek adatbázisa,

amely egy fa struktúrában tárolja a termék szerelési, illetve lebontási elemeit. Ennek segítségével lehet meghatározni egy adott alkatrész, vagy részelem szükséges mennyiségét egy adott terméken belül. A rendszer tartalmaz továbbá egy technológiai adatbázist, melyben a sorrendterveket, műveletterveket és más gyártási előírásokat tárolnak. Az MRP koncepciójának megfelelően, a termékekre vonatkozó megrendelések alapján az alkatrészigény megbízhatóan előre tervezhető lesz. A komponensek gyártása, beszerzése előre megtervezett sorozatokban történik függetlenül a termelés folyamatosságától. A rendszer egyik hibáját az adja, hogy a költségek elemzését a többszintű beépülések miatt csak a rendszer működési folyamatában lehet elvégezni. Az MRP egyik legnagyobb előnye, hogy megfelelő szoftver és hardver erőforrás kapacitás mellett, a lebontási és előrejelzési feladatok még összetett gyártmányok esetén is hatékonyan elvégezhetők. [B48]

- A [B17] a termelésirányítási rendszereket logisztikai oldalról elemzi, ennek megfelelően az *MRP-I*, vagy *anyagszükséglet tervezés* a megrendelt és visszaigazolt termékek gyártásához szükséges anyagmennyiséget határozza meg, amit nem előz meg egy erőforrás-tervezés, továbbá nem tartalmaz szűk keresztmetszet vizsgálatot. A rendszer további hátránya, hogy nem optimalizálja a kapcsolódó termelési, beszerzési, elosztási logisztikai feladatokat, ezáltal a készletek nagyok lesznek, az átfutási idők hosszúak, valamint a termelő és elosztó erőforrások kihasználtsága sem lesz optimális.
- Az *MRP-II* a *gyártási erőforrások tervezése* meghatározza a termelő erőforrás-szükségletet ezáltal javítja az MRP-I alapvető hibáit, de továbbra sem ütemezi a termelést, és nem végzi el a feladatonkénti erőforrás hozzárendelést. Ellenben a termelőkapacitás-kihasználása kedvezőbb, illetve a szűk keresztmetszetek kezelése sokkal jobban megoldott lesz, mint az MRP-I esetén.
- Az *OPT* technológia az MRP rendszerek továbbfejlesztéseként jött létre a 80-as években, melynek célja a minél nagyobb profit létrehozása, ennek érdekében az üzemben folyó minden tevékenység úgy tekintendő, mint profittermelő művelet. Így a rendszerben jelentkező célfüggvények legfontosabb mérőszámai a tiszta profit, megtérülési ráta, pénzforgási sebesség, stb. Az OPT-ben az optimalizálási célok érdekében, szabályokat alkalmaznak, melyeket szakértői alapú termelés-tervező rendszerek szabálykészletébe építenek be. A [B17] szerint az OPT egyik sajátossága, hogy együttesen tervezi az anyagszükségletet és erőforrást. A termelési folyamatokat kritikus és nem kritikus részre osztja, a kritikus részeknél ütemezi az erőforrások hasznosítását. A logisztikai jellemzőkre való hatása: az átfutási időt csökkenti, az erőforrások kihasználtságát növeli,

bár nem minden esetben az optimumig. A készletek, a beszerzési-, termelési- és elosztási logisztika ellenben nem lesz optimális.

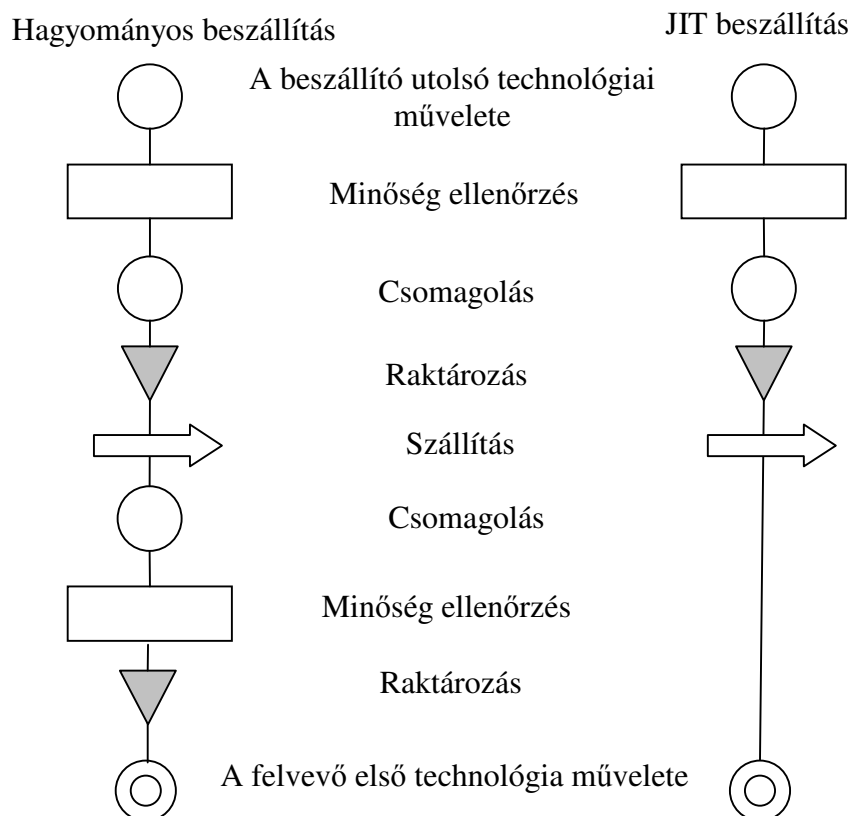
- Az *APS* a fejlett tervező és ütemező rendszer, visszacsatolósos finomítási elven a termelési erőforrásokat tervezi és ütemezi, továbbá a kapacitásstervezés – a rendszer koncepciónak megfelelően – megelőzi az anyagszükséglet tervezést. Ezáltal a termelés átfutási ideje csökken, de a teljes átfutási idő ebben az esetben sem lesz optimális, a készletek alacsonyak, de nem optimálisak és a beszerzési, termelési logisztikai feladatok nem optimalizáltak. Ellenben a termelési kapacitások kihasználása már optimális lesz, és a vevőigény kielégítésének mértéke az előző rendszerekhez képest megnövekszik.
- A 80-as években vezették be a *JIT* elvet, amellyel a termelők a termék átfutási idejének csökkentését, a félkésztermékek, alkatrészek közbenső tárolásának kiküszöbölését célozzák meg. A JIT alkalmazásának feltételeivel számos nemzetközi és hazai irodalom foglalkozik, így a Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén is folynak tudományos kutatások [B1][B1][B13][B4][B11]. A JIT koncepció bevezetésének főbb feltételei: egy hatékony menedzsment, új döntési kritériumok a saját és idegen gyártás tekintetében, a beszállítások partnerszerű átszervezése, az értékeket nem növelő aktivitások folyamatos analízise a termelékenység növelése érdekében. Továbbá a termékek, a termelési, és logisztikai folyamatok preventív minőségbiztosítása, az üzem vagy gyár szegmentálása a termelékenység és a rugalmasság növelése érdekében, a személyzet magasabb kvalifikáltsága, illetve új munkaidőrendszer és bérezési formák megjelenése. A [B48]-ban a JIT elv elméleti megalapozása található meg. A tárgyalt megközelítés szerint minden tevékenység vagy berendezés - amely nem növeli a termék értékét - veszteségnek tekintendő, és ezeket kell kiküszöbölni a lehetséges mértékig. Ezt a szemléletet "öt zérus" viselkedés-módnak nevezi az [B48] irodalom. A zérus készlet, a zérus várakozási idő, a zérus hiba, a zérus váratlan meghibásodás, és a zérus papír ötös alkotja a JIT elven belüli öt attitűdöt. Fontos felismerést jelentett, hogy a JIT termelési folyamatban nem maguk a termelésirányítási rendszerek azok, amelyek a legnagyobb nyereséget hozzák, hanem az a tevékenységcsoport, amelyet főként veszteségkiküszöbölés és egyszerűsítés gyűjtőnévvel láttak el. A [B1] tárgyalja az ismert rendszerváltozat modelleket, melyek az optimális beszállításra, optimális rendelési mennyiségre, és beszállítási ütemidőre vonatkoznak. A JIT elv egy másik részletes leírását a [B32] tartalmazza, mely rámutat arra, hogy a JIT elv egy menedzsment filozófia. „Célja, a termelési folyamatból kiiktatni azokat a veszteségeket, amelyek a

termék vagy a termelés szükségtelen költségnövekedését eredményeznék.” [B32]. Az elv lényegét a 7. ábra mutatja be.

A klasszikus termelés-tervezés modernizálására a SZTAKI már 1968-ban szorgalmazta a nemzetközileg bevált nemzetközi rendszerek honosítását, valamint hazai fejlesztések segítségét. Egy hatékony tervezőrendszer leírását a [B30] irodalom tartalmazza.

A termelésirányítási problémák megoldására nagyon sok igen jól működő szoftver áll rendelkezésre a magyar szoftverpiacon belül is. A továbbiakban ezek közül néhányat részletesebb ismertetés nélkül, csak felsorolás jellegűen áttekintek. [B29]

Baan IV rendszer elsősorban a közép- és nagyvállalatok termelésirányítási rendszere, ami kilenc területet fed le: diszkrét gyártás, folyamatos technológiájú gyártás, projektkezelés, disztribúció és logisztika, szállítmányozás, szolgáltatás és karbantartás, pénzügy-számvitel, vezetői döntés-támogatás, kontrolling, minőségbiztosítás. A diszkrét gyártás az MRP II erőforrás tervezésre épül, és az ennek megfelelő modulokat tartalmazza. A disztribúció és logisztika magába foglalja többek között az értékesítést, beszerzést, szerződéskezelést, elektronikus adatszerét, stb.



7. ábra A szívó elv

A *BPCS* rendszer egyik legelfogadottabb vállalati erőforrás-tervező rendszer, mely termeléstervező, végrehajtó, disztribúciós és átfogó pénzügyi irányítási modult tartalmaz. A

disztribúciós modul a készletek naprakész kezelését, utánpótlását, a beszerzést, számlázást és a kereskedelmi erőforrások tervezését foglalja magába. A gyártási modul a gyártási adatkezelést, alaptervezést, anyagszükséglet tervezést, kapacitás tervezést, műhelyirányítást, költségelszámolást és minőségellenőrzést tartalmazza. A tervezés a vevői igényekből indul ki és időben korlátlanul képes előretervezni, miközben a készleteket prognosztizálja.

IFS Application közepes és nagyvállalatok termelésirányítási rendszere, mely pénzügyi-számviteli, disztribúciós, termelési, gyártmányfejlesztési modult tartalmaz. A termelési modul a gyártási folyamatot, az erőforrás-, anyag-, gép-, ember óra szükségletet kezeli. A termeléstervezés a gyártási folyamat optimalizálásával előrejelzések készítésével biztosít versenyképes határidőket.

JDE (J.D.Edwards) rendszer szintén a nagy- és közép diszkrét és folyamatos technológiájú vállalatokra készült és logisztikai, termelésirányítási, pénzügyi-számviteli és projektmenedzsment modulokat tartalmaz. A logisztikai modul az előrejelzési, szükséglettervezési, készlet-, raktár-gazdálkodási és értékesítési feladatokat látja el. A termelésirányítási modul a termékélelciklus bármely szakaszában költségelemzést biztosít, melyet a felhasználók egyénileg definiálhatnak.

KYBERNOS vállalatirányítás magában foglalja az értékesítés, gyártás, raktározás, beszerzés, minőségbiztosítás, fejlesztés, pénzügy, számvitel szakterületeket. A gyártásra automatikus ütemezési lehetőséget szolgáltat a vevő igények és gyártási paraméterek alapján.

A *MOVEX®* egy integrált vállalatirányítási rendszer, melynek a huszonhét moduljából az értekezés szempontjából a disztribúciós szükséglet tervezés, és rendeléskezelés, szállítástervezés, gyártási rendelés kezelése, gyártás ellenőrzés, gyártási statisztika modulok a fontosak.

ORACLE Application rendszer szintén egy egymással összefüggő modulszerkezetű szoftver, mely tartalmazza rendelés-nyilvántartást, készletgazdálkodást, számlázást, pénzügyi-, számviteli-, beszerzési-, gyártmányfejlesztési, gyártási, humánerőforrás modulokat. A gyártást ütemezés egy integrált tervező eszköz, amely a kapacitás-, és MRP tervezésre épül.

Az *SAP R/3* egy moduláris felépítésű rendszer, mely pénzügyi, számviteli, logisztikai, humánerőforrás, projekttervezés, munkafolyamat, és szakmai megoldások modult tartalmaz.

CSB-System egy az élelmiszer, vegyipar, gyógyszergyártás, kereskedelem iparágakat fedi le. Egy olyan vállalatirányítási rendszer, mely az árugazdálkodás (beszerzés, gyártás, raktározás,

értékesítés), számvitel és pénzügy, időgazdálkodás, menedzsment és kontrolling területeket kezeli. Átfogó rendszer, de nem ad optimalizálást a termelésütemezés logisztikai funkcióira.

Az *Exact* rendszer magába foglalja a pénzügyi, logisztikai, termelésirányítási, szervizmenedzsment, projectadminisztráció, értékesítés automatizáció modulokat. Számunkra a logisztikai és termelésirányítási modul érdekes. A logisztikai modul, rendelés-, és számlakezelés, értékesítés előkészítés, árumozgások optimális szabályozását tartalmazza. Magába foglal egy készletszint optimalizáló modult is. A termelésirányítási modul a vevői érdeklődéstől, a termeléstervezésen keresztül a kiszállításig az egész folyamatot lefedi. A modul tartalmaz egy időbeli anyag-, és kapacitástervezést.

Infor:com rendszer elsősorban kis-, és középvállalatokat célozza meg. A rendszer a legfontosabb üzleti folyamatokat fedi le úgy, mint gyártmányszerkesztés, vevői megrendelések kezelése, termék előállítás, készletgazdálkodás, vállalatvezetés. A rendszer többek között tartalmazza a megrendelésekhez kapcsolódó szükségletszámítást, valamint a gyártási rendelések finomtervezését.

JOBSHOP rendszert 1985-ben kezdte fejleszteni a Quality Manufacturing Systems (QMS) Ltd. Hét fő modult tartalmaz: szerződésirányítás, szükségletszámítás (MRP), beszerzés, pénzügy és számvitel, humán erőforrás gazdálkodás, tárgyi eszköz gazdálkodás, értékesítés. A termelésirányítás feladata a termelés előtti tervezés, gyártási adatok előkészítése, termelés tervezése, ütemezése, erőforrás-tervezés. Lehetőséget biztosít a költségtervezésre, valamint becsléseket lehet elvégezni segítségével.

2.6 Lineáris programozási modellek logisztikai rendszerek optimalizálásához

A logisztikai ütemezési-, telepítési- és modellezési feladatokhoz és a megfelelő döntések előkészítéséhez az egyik legjobban használható alkalmazott matematikai eszköz az operációkutatás. Ez a matematikai diszciplína szélsőérték problémákkal foglalkozik, melynek alapelve, hogy az adott feladatra egy matematikai modellt készítünk, és erről a feladatról lineáris programozási, hiperbolikus programozási, integer programozási, játék- és döntéselmélet stb. eszközök segítségével következtetéseket vonunk le. Végül ezeket az eredményeket adaptáljuk a konkrét, valós problémákra [B20]. A problémamegoldásra ma már számítógépek állnak rendelkezésre, melyek segítségével a feladatok nagyságrendekkel gyorsabban, és pontosabban oldhatók meg, mint a hagyományos eszközökkel, bár még így is bizonyos feladatok megoldásai éveket vehetnek igénybe [B9].

A sok esetben a felmerült problémákra *lineáris programozás* modell írható fel, melynek hatalmas előnye, hogy szinte semmit sem használ ki a probléma speciális szerkezetéből, ezért általánosan alkalmazható [B20][B36][B32]. Másik gyakran használt módszercsoport a *dinamikus programozási*, valamint a *korlátozás és szétválasztási* módszerek (pl. back-tracking), melyek bizonyos esetekben jobb lépés és futási számot biztosítanak, mint a lineáris programozás.

2.7 Heurisztikus modellek

A *heurisztika fogalma magában foglalja azokat az algoritmusokat, eljárásokat, amelyek jogosságának igazolása inkább szemléletes érveken alapul, semmint matematikai bizonyításokon*. Ezeknek az eljárásoknak legfőbb jellemzője, hogy legtöbb esetben jó számítási korlátot tesznek lehetővé, és gyakran adnak elfogadható optimum közeli megoldásokat. A megfelelő eredményt szolgáltató esetek köre a vizsgálati halmazon belül jól behatárolható [B36]. A bonyolult optimalizálási feladatokat nagyon gyakran heurisztikus stratégiákkal oldanak meg, melyek megfelelő körülmények között optimum közeli értéket biztosítanak. Ezen stratégiák egyik legismertebb csoportja a *mohó stratégiák*. Mohó algoritmus alkalmazása során mindig az adott pillanatban legjobbnak tűnő választást hajtjuk végre bármi is legyen az, és csak ezt követően oldjuk meg a választás hatására fellépő részproblémákat. A mohó algoritmus során végrehajtott választás függhet az addig elvégzett tevékenységektől, de nem függhet a későbbi választásoktól, vagy részproblémák megoldásától. A módszer szerkezetéből adódik, hogy a mohó stratégia általában felülről lefelé halad, egymás után végrehajtva mohó választásokat, amellyel a problémát egyre kisebb méretűre redukálja. Az ilyen modellek egzakt matematikai leírását tartalmazza a [B36], valamint probléma megoldásokhoz konkrét eredményeket és bizonyításokat is bemutat.

A Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén járattervezési-, valamint telepítési problémák megoldására több heurisztikus eljárást is kidolgoztak. Ezek közül nagyon jól használható az oszlopösszegzős járattervezési módszer, mely a körjáratok szervezéséhez szolgáltat megoldást. A disszertációban ezt az eljárást el kellett vetnem, mivel a vizsgálatban nem csak az úthosszra kellett optimalizálni, hanem az úthossz mellett még a költségekre is.

3. A disszertáció kitűzött célja, kutatási feladatok

A globalizáció következtében egyre inkább megnőtt az igény a döntéshozatal idejének csökkentésére és minőségének javítására. Emiatt a multinacionális vállalatok stratégiái között ma már fontosabb szerepet kap a leghatékonyabb termelési megoldásokra való törekvés. Ebbe beletartozik az üzemek telepítésének problémája, a termelés optimális ütemezése, a beszállítások és kiszállítások hatékony megoldása, a lehető legkisebb raktárkészletekre való törekvést. Egyrészt a bonyolult gazdasági környezet, másrészt az összetett logisztikai modellek miatt szükség van a döntések minél hatékonyabb támogatására. Ennek a támogatási rendszernek fel kell készülnie a környezet egyes elemeinek dinamikus megváltozásaira, mint például új termékstruktúra, beszállítói, felhasználói környezet dinamikus változásaira. A 2.5 pontban bemutatott termelésirányítási rendszerek és szoftverek, a megadott környezetben hatékony segédeszközök a termelésirányítási problémák megoldására. Ellenben ezek a eszközök nem biztosítják, hogy a működés során a felmerülő logisztikai költségek a minimum közelében legyenek. Ezért az értekezés legfőbb célja egy olyan termelésütemezési modell megalkotása, mely a logisztikai költségeket az optimum közelében tartja. A modellalkotás során az algoritmikus megközelítést használom fel. [B29]

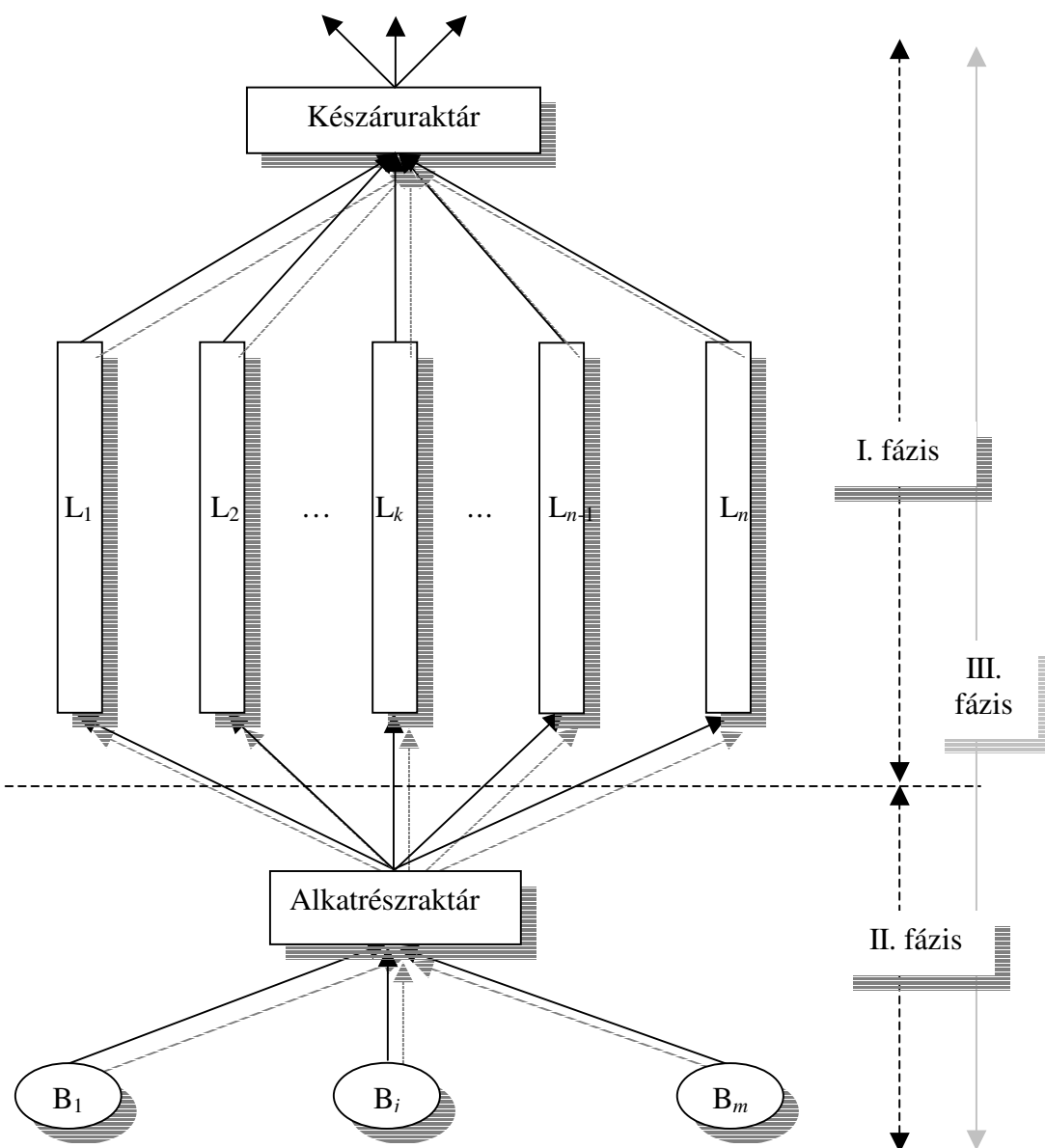
- Az áttekintésben leírtaknak megfelelően egy késleltetett összeszerelő üzem megrendelés-vezérelt működése esetén szükség van, egy a kiszállítási határidőket a lehető legjobb módon kielégítő termelési programra. Nagy mennyiségű megrendelés során a határidők figyelése és gyártási ütemterv összeállítása még aránylag kevés típuszámú terméket tartalmazó rendszer esetén is nagyon bonyolult, és nagy méretű feladattá duzzadhat. Az értekezésben szereplő műszaki-gazdasági modellt a 8. ábra mutatja be.

A felállított modell feladata egyrészt a szerelések ütemezése, mely tartalmazza a terméksorozatok nagyságát, a szerelések indítási időpontjait, másrészt az alkatrészek beszállításához kapcsolódó járatindításokat, beszerzés ütemezését stb. Egyik nagyon fontos célkitűzés: feltárni és részletesen meghatározni, mely paraméterek alkalmasak a rendszer optimalizálására, oly módon, hogy a műszaki-gazdasági-matematikai célok ne sérüljenek. Ennek megfelelően a műszaki-gazdasági modell fázisbontásban adja meg a rendszer elemeit, melyeket visszacsatolással finomít. A modell továbbá definiálja azokat a célfüggvényeket, melyeket a megoldások igyekeznek az optimum közelében tartani. Az általános vizsgálatokhoz több optimalizálásra megfelelő paraméter áll rendelkezésre, ilyenek:

- Rendszerműködtetés teljes költségének minimalizálása;

- Átfutási idők minimalizálása;
- Készletek minimalizálása;
- Teljesítőképesség maximális kihasználása.

Az általam kidolgozandó modellben az elsődleges cél, a kötött költség komponensek mellett olyan rendszerütemezési struktúrát megalkotni, amelyben a fajlagos költségkomponensek lesznek a célfüggvény műszaki-gazdasági paraméterei, valamint azok a műszaki mérőszámok, melyek a részköltségeket számottevő módon befolyásolják. Ilyen mérőszámok például szerelési idő, átállítási idő, beszállítási idő, beszállított mennyiség, sorozatnagyság, stb. Továbbá meg kell határozni a részfolyamatokra azokat az alapjellemzőket, melyektől a fajlagos költségtényezők függenek.



8. ábra A műszaki-gazdasági rendszer felépítése

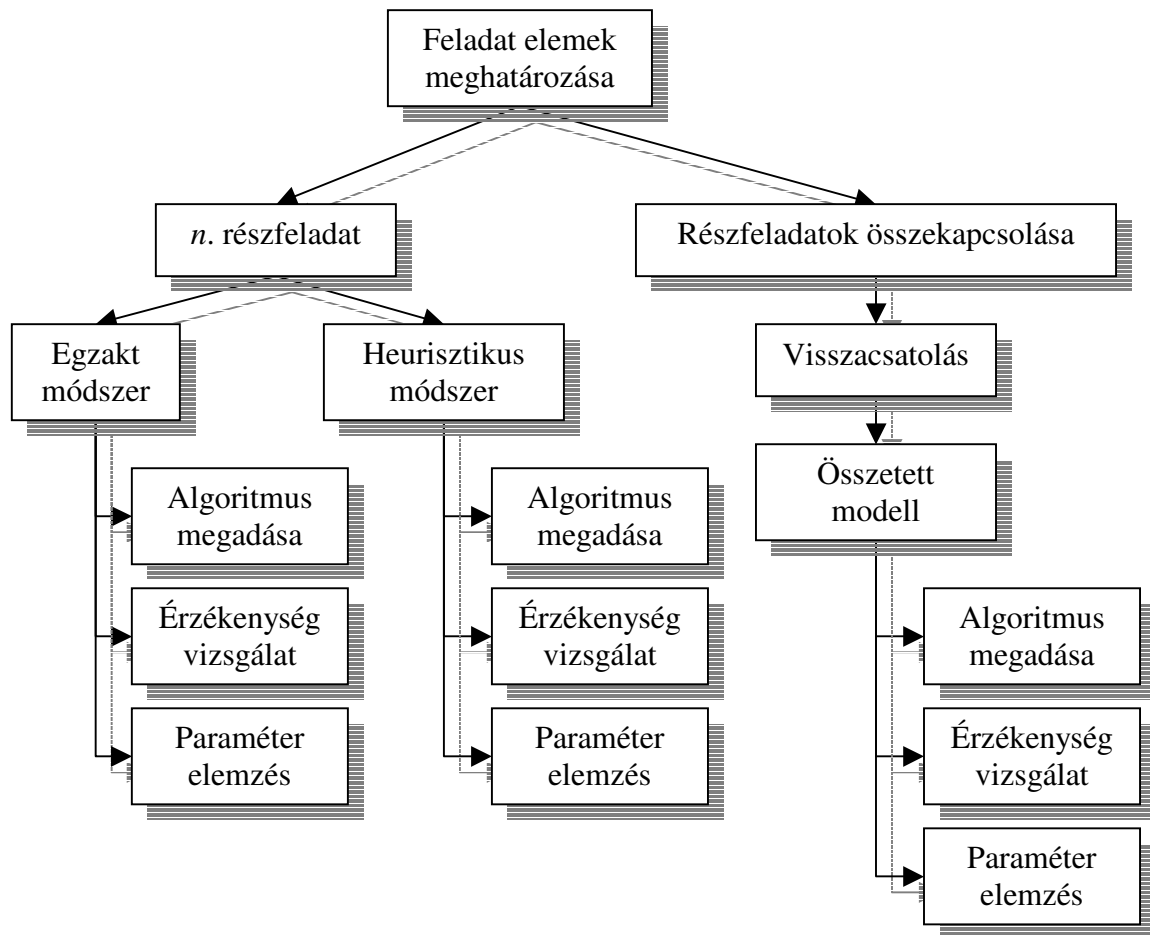
Ezeket egy általános formális kapcsolattal jellemezni, ami a speciális esetekre egyértelműen felhasználható lesz. A fenti problémát optimális költségérték mellett kell kezelni, amely az optimalizálási modell számára a célfüggvényt fogja biztosítani. Ennek megfelelően a vázolt problémához egy olyan rendszermodellt kell alkotni, amely minimális – vagy minimum közeli – költségértéken dolgozik, és megvalósítható, valamint hatékony beszállítási- és termelési programot szolgáltat egy esetleges későbbi szoftver kifejlesztéséhez. A problémamegoldás során a 8. ábrának megfelelő feladat szétbontást használtam fel, és ezekhez tűztem ki a konkrét célokat, a kapott rendszer modellje öt logikai szintre bontható.

Részei szintenként alulról-felfelé:

1. beszállítók (B_1, \dots, B_m),
2. alkatrésztár,
3. szerelősorok (L_1, \dots, L_n),
4. készáruraktár,
5. felhasználók.

A modellben megjelenő három fázis közül az értekezés célkitűzési között az első két fázis kidolgozása szerepel, az első fázis – mely a termelésütemezést és készáru raktározást foglalja magába - részletes elemzésével együtt. Helyhiány miatt a harmadik fázis és a további elemzések csak vázlatosan jelennek meg. A fenti modellnek megfelelő logikai feladatbontást a 9. ábra mutatja be, mely a műszaki-gazdasági modellről már „lecsupasztja” a konkrét műszaki és gazdasági sajátosságokat.

A disszertáció általános célja tehát, egy *modell és eljárás kidolgozása* illetve az utóbbi *hatékonyság szempontjából való elemzése*. A modell a fenti problémára egy a valós rendszert jól leíró eszközt eredményez, míg az eljárás egy használható megoldást biztosít. A cél érdekében meg kell határozni azokat az alrendszereket, amelyekre egzakt matematikai modell adható és hozzájuk egzakt eljárás készíthető. Továbbá azokra a rendszerelemekre, melyekre egzakt modell nem található meg kell adni azokat a pontokat, ahol a kitűzött célok sérülnek. Az ilyen alrendszerekhez heurisztikus eljárást kell konstruálni ügyelve arra, hogy a megadott módszer a feladatot valós időben megoldja. Hasonlóan kell eljárni azokban az esetekben is, amikor ugyan található egzakt modell és módszer, de a paraméter méretszáma, feladat mérete, vagy esetleg a nagy futási idő miatt nem bizonyul hatékonyak. Az ilyen esetekben használt heurisztikus eljárás nem feltétlen szolgáltat optimális megoldást, de az általuk eredményezett megoldás értékére meg tudjuk becsülni, mennyire közel van az optimumhoz, és ezen eltérés mértéke az eljárás során szabályozhatóvá válik.



9. ábra A feladat szétbontása

A vizsgálatok során meg kell adni azokat „szélsőséges” eseteket, amikor a modell „rosszul” viselkedik. A rendszert úgy kell kialakítani, hogy ezek a szélsőséges esetek kis valószínűséggel forduljanak elő. Valamint biztosítani kell azt is, hogy az átlagos esetekben a megoldás mindig optimum közelében tartózkodjon.

Az értekezés további fontos célkitűzése, hogy a *modellben található eljárások összehangoltan* működjenek és a rendszerelemek a végső vizsgálat során *mint egy egységes rendszer jelenjenek meg*. A részmodellekben mindig lokális optimumokra törekszünk. Mivel a modell több olyan önálló eljárást tartalmaz, amelyek egy vagy több más folyamat eredményeit felhasználja, ezért a rendszer teljes optimuma nem feltétlen lesz a részelemek külön-külön kapott optimumainak halmazával megegyező. Ezért a modell eljárásait egymáshoz kell hangolni, melyben a cél ismét a lehető legkisebb költségértéken való működtetés lesz. Az általános célkitűzések mellett lokális célok is megjelennek. A célokban minden esetben a költségek játsszák az elsődleges szerepet, de bizonyos esetekben a szerelési idő, és a beszállítási idő is befolyásolhatja az eljárást, ekkor ezeket a paramétereket is be kell építeni a modellbe.

A célok meghatározásában mindig figyelembe kell venni a logisztikai rendszer teljesítményére vonatkozó jellemzőket, úgymint szállítási, tárolási, raktározási, egységmozgás-képzési, kiszolgálási mennyiségi paramétereket, valamint anyagáramlási, szállítási, átfutási idő nagysága, szállítások, kiszolgálási út-, idő ráfordítások, rugalmasságok, szállítási pontosságok, határidő betartási minőségi jellemzőket. Fontos a tervezés során, hogy az első fázisban a szerelősorokon való teljes átfutási idő is megjelenjen az optimalizálásban.

A technológia időre, mint a szerelési időre fogunk hivatkozni, a logisztikai időn a várakozási- és átállási időt fogjuk érteni. Az idők vizsgálata is fontos, de a logisztikai költségek jelentősebb szerepet töltenek be a tervezés során, melyek tartalmazzák a tárolási, beszerzési, termelési logisztikai költségeket, illetve az állásból és a késésből származó veszteségeket is. A logisztika egyik fontos célja jelenik meg a tervezési célok között, mégpedig a logisztikai teljesítmények fokozásával a veszteségekből származó költségek és a beszerzési, szerelési, valamint tárolási költségek csökkenthetők.

A rendszermodell értékelése során fontos cél a logisztikai költségkomponensek külön-külön értékelése, valamint a teljes költség együttes elemzése. A modell értékét a költségre vonatkozó optimalitás jelenti. Továbbá az elemzés során jelentős szerepet kap a kiszállítási határidők teljesítésének logisztikai célja. Ennek elemzése során kérdésként felmerülhet, hogy a határidő teljesítése érdekében, vajon megengedhető-e a költségérték viszonylag nagy eltérése az optimumtól. A választ az értékelési szempontok adják meg, amennyiben a vevő megtartását célul tűzzük ki, akkor bizonyos esetekben az optimumtól való eltérés szükséges lehet. Ennek a feladatnak a részletes vizsgálatára az értekezésben nem térek ki, az közgazdasági elemzéseket igényel.

A rendszerhez kapcsolódó logisztikai reengineering az érzékenység vizsgálatban jelenik meg. A paraméterek megváltoztatása esetén esetleg teljesen új gyártási tervet, beszállítási ütemtervet kell megadni, melyhez szükséges logisztikai komponenseket a modellhez kell igazítani.

4. A rendszer általános leírása

Egy adott – diszkrét termékeket gyártó – üzem külső megrendelések által vezérelt rendszerének irányítása egy összetett feladat, amelyet tovább bonyolít az, hogy a gyártósorok nem feltétlen homogének, valamint a felhasználóktól az üzem felé irányuló megrendelések időben ismeretlen gyakorisággal elosztva érkeznek be. Ennek következtében szükség lehet egy konkrét beérkezett megrendelés után, a termelési és raktározási folyamatok átütemezésére. Ennek a problémának a megoldása során a feladathoz kapcsolódó rendszert két különböző szintre bontjuk, amely egy determinisztikus és egy sztochasztikus réteget tartalmaz.

- A *determinisztikus* réteg modellje egy rögzített megrendelés halmazhoz egy olyan ütemtervet rendel, amely magába foglalja az alkatrész megrendelést, beszállítást, raktározást, összeszerelést, és a készáru-raktározást. A modell célja az összköltség minimalizálása a kiszállítási határidők betartása mellett. A modell kialakításához több egyszerűsítési feltétel épül be, melyek a későbbiekben egyszerűen feloldhatók. A rendszer csupán két raktárt tartalmaz, egy alkatrész- és egy készáru-raktárt, melyek tárolókapacitása felülről nem korlátos. A készáru-raktárra tett korlátozás, a rendszer optimális működése mellett nem jelent problémát, mivel a megoldásban törekszünk arra, hogy a termékek egyáltalán ne, vagy a lehető legrövidebb ideig maradjanak a raktárban. Az alkatrészraktárra vonatkozó megkötés sem okoz komolyabb problémát, mivel a beszállítást úgy kell megoldani, hogy a – JIT elv értelmében – az alkatrészek a lehető legrövidebb ideig legyenek a raktárban.
- A sztochasztikus rendszer a statikus rendszer fölé épül úgy, hogy egy új megrendelés beérkezésekor azokra a megrendelési tételekre, amelyeknek összeszerelése még nem kezdődött meg, egy statikus újraszámítással egy frissített ütemtervet készítünk el. Ez a megoldás finomítható azzal, ha csak azokra a termékekre végezzük el az újraszámítást, amelyeknek a határideje nem sokkal korábbi $-(\Delta t)$, mint az új termék sorozatáé. A sztochasztikus réteg hatékonysága érdekében is fontos, hogy a determinisztikus algoritmus futási ideje alacsony legyen.

A műszaki-gazdasági modellnek megfelelően (8. ábra), a rendszerben egy megadott ΔT időre (egy év, esetleg negyedév, hónap, néhány hét) vonatkozó felhasználói megrendeléseket eltároljuk, és minden megrendelésről nyilvántartjuk a megrendelésben feltüntetett termékeket, ezek mennyiségét, valamint teljesítési határidejüket. Mivel a termékek száma korlátos, ezért

ezen adatok mátrixokkal egyszerűen leírhatók. A determinisztikus rendszer működését az ilyen módon tárolt megrendelések irányítják, és vezérlést végző eljárás az adatok ismeretében egy visszafelé haladó ütemezési algoritmust indít el, ami meghatározza az összeszereléshez szükséges alkatrészek mennyiségét, a szerelősorok kiosztását és a sorozat nagyságokat. Ezek ismeretében történik meg az alkatrész-beszállítás ütemezése. Mind a szerelősor ütemezési feladat során mind, pedig a beszállító ütemezésének meghatározásakor egy részleges költségszámítás történik. Az nyilvánvaló, hogy a két költség összege - bármennyire is külön-külön minimálisak - nem feltétlen biztosítják a feladat teljes optimumát, mivel a második költség függ az első költséghez tartozó ütemtervtől. Ezért szükség van egy harmadik lépésre is, egy visszacsatolós hangolásra. Ez a lépés túlmutat a jelenlegi vizsgálatokon.

A végső cél: a megadott megrendelésekhez egy olyan teljes hatókörű ütemtervet kialakítani, mely optimális szinten tartja az összköltséget.

A rendszer modelljében célszerű néhány egyszerűsítést beépíteni, melyek az alkalmazhatóságot nem szűkítik le:

1. a beszállítók egymástól függetlenül szállíthatnak be az egységes alkatrésraktárba;
2. egy adott alkatrészt egy beszállító szállít, egy beszállító akár több alkatrészt is szállíthat;
3. a tárolás egy egységes alkatrésraktárban történik, a kiszállítás a szerelősorok felé csak ebből a raktárból történik;
4. bármely alkatrész bármely szerelősor felé szállítható;
5. a késztermékek a készáru-raktárba kerülnek be, valamint a felhasználók felé is csak ebből a raktárból történhet a kiszállításuk;
6. a szerelősorokon a termékek sorozatban készülnek, a sorozat nagyság az összeszerelés megkezdése előtt már ismert és nem bontható;
7. a készáru-raktár tárolókapacitására nem teszünk korlátot;
8. a készáruk kiszállítási költsége a felhasználókat terheli.

A modell legfontosabb feladata a fent vázolt rendszer optimális működtetése. Több szempontból lehet a működését vizsgálni, és ezen szempontok szerint optimalizálni:

1. maximális erőforrás kihasználás;
2. minimális állásidő;
3. legrövidebb átfutási idő;
4. minimális költség.

Az értekezés vizsgálataiban az utolsó célt jelenik meg. Azaz a rendszer feladata egy megadott felhasználói igényhez tartozó éves költségek és veszteségek összegének a minimalizálása.

4.1 Komplex és komponens költség- és veszteségfüggvények

A komplex költségfüggvény a műszaki-gazdasági modell öt különböző szintjén jelentkező komponensekből tevődik össze. Mivel a komponensek összege egyértelműen kiadja az összköltséget, ezért a komplex költségfüggvény súlyozás nélkül áll elő a komponensek összegeként (1).

$$K = K^{KR} + K^G + K^A + K^{AR} + K^{AS} + K^V \quad (1)$$

ahol:

- K éves összköltség;
- K^{KR} késztermék éves tárolási költsége;
- K^G termékszerelés éves költsége;
- K^A szerelősorok átállításának éves költsége;
- K^{AR} alkatrésztárolás éves költsége;
- K^{AS} alkatrész beszállítás éves költsége;
- K^V alkatrészvásárlás éves költsége.

A további vizsgálatokban az itt leírt költségfüggvények fajlagos összetevőit elemzem.

4.1.1 A költségfüggvényekhez használatos alapadatok

A rendszer leírásában a továbbiakban a mátrixok- és hiper mátrixok (legalább három indexszel leírható véges adatstruktúra) kezelése során egyedi azonosító indexeket használok, melyek a következők:

$i = 1 \dots p$ egy felhasználó azonosítója, p a felhasználók száma;

$j = 1 \dots m$ egy beszállító azonosítója, m a beszállítók száma;

$k = 1 \dots n$ egy szerelősor azonosító, n a szerelősorok száma;

$\gamma = 1 \dots \sigma$ egy termék azonosítója, σ a termékek száma;

$\varphi = 1 \dots s$ egy jármű azonosító, s a szállítójárművek száma;

$\lambda = 1 \dots v$ egy összeszerelési ütem azonosító, v az évi ütemszám;

$\mu = 1 \dots w$ egy alkatrész azonosítója, w az alkatrészek száma;

$\zeta = 1 \dots u$ egy beszállítási ütem azonosító, u az évi ütemszám;

$v = 1 \dots l$ egy évre vonatkozó megrendelés azonosítója, l az adott éven belüli összes megrendelés száma.

A fenti indexváltozók segítségével a matematikai modell alapvető mátrixai, vektorai a következők lesznek.

1. Termékek kiszállításának ütemezési hipermatrixa

$Q = [q_{\gamma\lambda}]$: $q_{\gamma\lambda}$ a P_γ termékből az F_i felhasználó részére a λ ütemben kiszállított termékmennyiség.

2. Alkatrészek beszállításának ütemezési hipermatrixa

$Q^A = [q_{\mu j \zeta}^A]$: $q_{\mu j \zeta}^A$ a R_μ alkatrészből az B_j beszállítótól a ζ ütemben beszállított alkatrészmennyiség.

3. Termék felépítési mátrix

$D = [d_{\gamma\mu}]$: a P_γ termékben az R_μ alkatrészből $d_{\gamma\mu}$ darab épül be.

4. Beszállítói mátrix

$E = [e_{j\mu}]$: $e_{j\mu} = 1$, ha a B_j beszállító szállítja az R_μ alkatrészt (és csak ő), különben 0.

$$e_{j\mu} \in \{0;1\} \text{ és } \sum_{\mu=1}^w \sum_{j=1}^m e_{j\mu} = w. \quad (2)$$

5. Beszállítói út felső háromszögmátrix

$\bar{l} = [l_{j_1 j_2}]$: $l_{j_1 j_2}$ a B_{j_1} beszállító/alkatrészsztár távolsága a B_{j_2} beszállítótól (az alkatrészsztár azonosítója: 0).

6. Termék átfutási időmátrix

$T^G = [t_{k\gamma}^G]$: $t_{k\gamma}^G$ a L_k szerelősoron a P_γ termék átfutási ideje.

7. Termékszerelési költségmátrix

$k^G = [k_{k\gamma}^G]$: $k_{k\gamma}^G$ a L_k szerelősoron a P_γ termék egy darabjának szerelési költsége.

8. Szerelősor átállítási időmátrix

$T^A = [t_{k\gamma}^A]$: $t_{k\gamma}^A$ a L_k szerelősoron a P_γ termékre való átállítás ideje. Az érték független, hogy melyik terméktípusról történik az átállítás.

9. Szerelősor átállítási költség mátrix

$K^A = [k_{k\gamma}^A]$: $k_{k\gamma}^A$ a L_k szerelősoron a P_γ termékre való átállítás költsége.

A továbbiakban a rendszer elemzésében szereplő komponens költségfüggvények leírását adom meg.

4.1.2 Alkatrész beszállítás költsége

Az alkatrész-beszállítás költségfüggvényének meghatározása előtt néhány egyszerűsítést határozok meg:

- Minden alkatrész szállítására csak egyféle egységgrakomány képző eszköz (ERKE) használható fel (k_φ);
- Feltételezzük, hogy az egységgrakomány-képzés minden esetben homogén lesz;
- Legyen egy adott $q_{\zeta\mu}$ alkatrészmennyiség esetén $z_{\zeta\mu} = \text{int}\left(\frac{q_{\zeta\mu}}{C_\mu} + 0,5\right)$ az a mennyiség, mely megadja mennyi ERKE szükséges a rögzített típusból. (Ahol a C_μ az adott alkatrészből az ERKE-be a legjobb berakási móddal elhelyezhető maximális alkatrészmennyiség.)

A ζ ütemben történt alkatrész beszállítás költségfüggvény általános alakja:

$$K_\zeta^{AS} = \sum_{s=1}^{s_\zeta} \left(k_{s\varphi}^0 + k_{s\varphi}^{\ddot{u}} l_{s\varphi}^{\ddot{u}} + \sum_{\mu=1}^w k_{\mu\varphi}^{AS} q_{s\mu} l_{s\mu} \right) \quad (4.a)$$

ahol

k_φ^0 a J_φ jármű indítási alapköltsége (euró);

$l_\varphi^{\ddot{u}}$ a J_φ jármű üresjáratú úthossza (km);

$k_\varphi^{\ddot{u}}$ a J_φ jármű fajlagos üresjáratú költsége alapköltség nélkül $\left(\frac{\text{euró}}{\text{km}}\right)$;

$k_{\mu\varphi}^{AS}$ a μ alkatrész fajlagos szállítási költsége a φ járművön (euró);

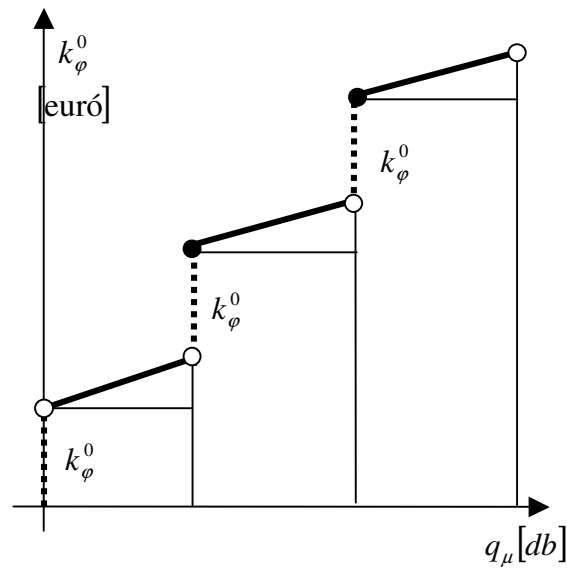
$q_{s\mu}$ az adott ütemben a μ alkatrészből az s -dik járművön szállított mennyiség (illetve 0, ha az alkatrészt nem szállítjuk);

$l_{s\mu}$ az adott ütemben a μ alkatrész teljes szállítási úthossza;

Az éves alkatrész beszállítás költségfüggvény általános alakja:

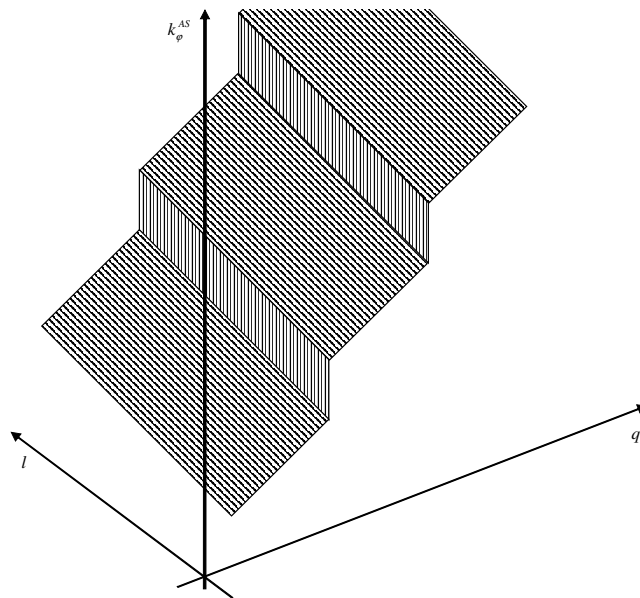
$$K^{AS} = \sum_{\zeta=1}^{\overline{\sigma}} K_\zeta^{AS} \quad (4.b)$$

A 10. ábra a költségfüggvény szerkezetét mutatja be. Az ábra egy adott szállítójármű és egy adott termék vagy ERKE esetére mutatja be a költségfüggvényt. Minden jármű indítása rendelkezik egy alapköltséggel, amit a függőleges emelkedések mutatnak.



10. ábra Az alkatrész szállítás költségfüggvénye

Amennyiben figyelembe vesszük a szállítási út hosszát, melytől – feltételezésünk szerint – lineárisan függ, a 10. ábra költségfüggvénye a 11. ábrának megfelelő alakot vesz fel. Ahol a két független változó a szállítandó mennyiség, és megtett úthossz lesz.



11. ábra Az alkatrész szállítás költségfüggvénye a szállítási út hossz figyelembevételével

A további költségek a szállított mennyiségektől (elhelyezett ERKE-k számának) lineárisan (vagy közel lineárisan) függenek. Majd a kapacitást meghaladó mennyiségek esetén, új jármű beállítása miatt újra megjelenik az alapköltség. Alkatrész ütemre vonatkozó tárolási költsége

$$K_{\zeta\beta\mu}^{AR} = k_{\mu}^{AR} f_{\zeta\beta\mu} t_{\zeta\beta}^{AR} \quad (5)$$

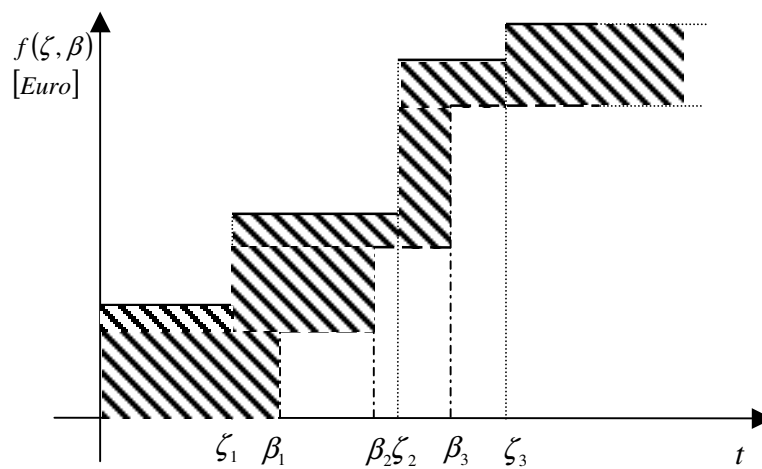
ahol

k_{μ}^{AR} a μ alkatrész fajlagos tárolási költsége $\left(\frac{\text{euró}}{\text{nap} \cdot \text{db}}\right)$;

$f_{\zeta\beta\mu}$ a ζ ütemben beszállított, és a β ütemben a szerelősorhoz kiszállított alkatrészmennyiség (db);

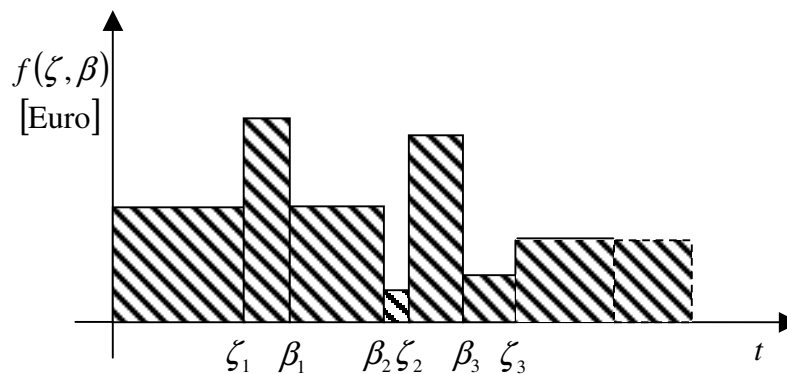
$t_{\zeta\beta}^{AR}$ a ζ ütem és β ütem között eltelt idő, egységnyi mennyiségre vonatkozóan.

A függvény minden komponensétől lineárisan függ, és a szerkezetét a 12. ábra mutatja be. A felső – nem szaggatott - vonal az idő függvényében mutatja a beszállított mennyiségeket, míg a szaggatott vonal a szerelősorok felé kiszállított mennyiségeket írja le. A satírozott terület az adott időre vonatkozóan a tárolt összes mennyiséget adja meg.



12. ábra A raktárkészlet alakulása

Az 13. ábra a tényleges raktárkészletet mutatja be, mely a 12. ábra satírozott területeit az időtengelyre tolja rá, és ábrázolja. Ez utóbbi jobban mutatja a készlet mennyiségek alakulását.



13. ábra Raktár készletszint az idő függvényében

4.1.3 Termékszerelés ütemre vonatkozó költsége

$$K_{\gamma\beta}^G = \sum_{k=1}^n k_{k\gamma}^G a_{k\gamma\beta} \quad (6)$$

ahol a $k_{k\gamma}^G$ a L_γ termék egy darabjának szerelési költsége a L_k soron, és az $a_{k\gamma\beta}$ alkatrészmennyiség a β ütemben a L_k soron.

4.1.4 Alkatrész beszerzésének komponens költségfüggvénye

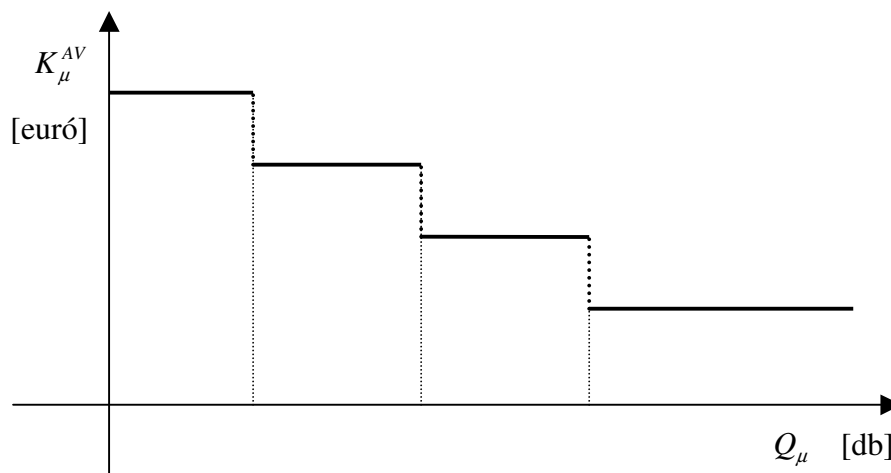
Az alkatrészbeszerzés költségfüggvényének a vizsgálatához néhány egyszerűsítési feltételt építünk be. A beszállítási mennyiség egészszámú többszöröse kell legyen az ERKE-re meghatározott kapacitásértéknek, és mindig azonos minőségű alkatrészeket szállítunk be a beszállítóktól. A beszerzés függhet további paramétereiktől is, úgymint a vásárolt mennyiségtől, vevő-eladó kapcsolattól, megrendelés gyakoriságától, keretszerződésektől, rendelési időtől, stb. Ezeket a paramétereket egyszerűsítési okok miatt elhagyjuk. Ennek megfelelően a vásárlási fajlagos költségfüggvény általános alakját a beszerzett mennyiség függvényében a 14. ábra mutatja be. Az ütemre vonatkozó alkatrész beszerzés költségfüggvényének formális alakját a (6) összefüggés írja le.

$$K_{\mu\varphi}^{AV} = Q_{\mu\varphi} k_{\mu}^{AV}(Q_{\mu}) \quad (7)$$

ahol

$Q_{\mu\varphi}$ a μ alkatrészből a φ ütemben beszerzendő mennyiség;

$k_{\mu}^{AV}(Q_{\mu})$ a μ típusú alkatrész egy darabjának mennyiségfüggő beszerzési ára, mely függvénynek az általános alakját a 14. ábra írja le.



14. ábra Fajlagos vásárlási költségfüggvény

Egy adott beszállítási ütemre vonatkozó teljes beszerzési költség:

$$K_{\varphi}^{AV} = \sum_{\mu=1}^w K_{\mu\varphi}^{AV} = \sum_{\mu=1}^w Q_{\mu\varphi} k_{\mu}^{AV}(Q_{\mu}) \quad (8)$$

4.1.5 Szerelősor átállítás éves költsége

$$K^A = \sum_{k=1}^n \sum_{\zeta=1}^{\beta} k_{k\gamma}^A \delta_{k\zeta} \quad (9)$$

ahol

$k_{k\gamma}^A$ az adott termékre történő átállítási költség a L_k szerelősoron, és a

$$\delta_{k\zeta} = \begin{cases} 1 & \text{ha történt átállítás} \\ 0 & \text{különben} \end{cases}$$

4.1.6 Termelési ütemre vonatkozó termékraktározási költsége

$$K_{\beta}^{KR} = \sum_{\gamma=1}^{\sigma} k_{\gamma}^{KR} s_{\gamma\beta} t_{\gamma\beta}^{KR} \quad (10)$$

ahol

k_{γ}^{KR} a γ termék egységnyi idejű tárolási költsége;

$s_{\gamma\beta}$ a β ütemben szerelt termék mennyisége;

$t_{\gamma\beta}^{KR}$ átlagos tárolási idő.

4.1.7 Szerelősorok kihasználatlanságából származó veszteség

$$K_{k\xi}^{MV} = k_k^{MV} (t_{k\xi}^{MK} - t_{k(\xi-1)}^{MB}) \quad (11)$$

k_k^{MV} fajlagos veszteség a k szerelősor állásából;

$t_{k\xi}^{MK}$ sorozat szerelésének kezdési időpontja;

$t_{k(\xi-1)}^{MB}$ az előző sorozat befejezés időpontja.

4.1.8 Termék késve érkezéséből származó veszteség

$$K_{\mu\lambda}^{KK} = k_{\mu}^{KK} (t_{\mu\lambda}^{KS} - t_{\mu\lambda}^{\dot{U}K}) \quad (12)$$

ahol

k_{μ}^{KK} a μ termék i felhasználó felé történő késve érkezés fajlagos vesztesége;

$t_{\mu\lambda}^{KS}$ a termék tényleges beérkezés időpontja;

$t_{\mu\lambda}^{\dot{U}K}$ az előírt beérkezési időpont.

4.2 Optimalizálási feladatok és célok

A 4. fejezetben vázolt feladat egy logisztikával integrált termelésütemezés, amelyben:

- Az alkatrészek a beszállítóktól az egységes alkatrészraktárba kerülnek beszállításra;
- Az összeszerelés inhomogén szerelősorokon történik;
- A sorokhoz történő alkatrész-beszállítást azonosan módon kezeljük;
- A késztermékek egy elosztóraktárba kerülnek be, és onnan történik kiszállításuk.

A rendszer működtetése szempontjából a legfontosabb a megrendelésekben szereplő igények optimális költségszinten történő kielégítése. A 3. fejezetben a kitűzött célokban rámutattam arra, hogy az alapoptimalizálási feladatként, egy megadott éves rendelési rendszer mellé, egy lehetőleg optimális költségű gyártási és tárolási rendszermodellt kell felépíteni. Rendszerhatáron kívüli problémának tekintem a beszállítók kiválasztásának és hozzárendelésének kérdését, ezt részletesen leírja a [B21][B26]. A beszállítókról ismert alapadatként tételezem fel az alapanyagraktártól és egymás közötti távolságukat, továbbá, hogy mely alkatrészeket szállítja. A megoldás során az általános egységtrakomány-képzési problémát is rendszeren kívüli feladatnak tekintem, tehát nem képezi a vizsgálatok tárgyát, hogy milyen optimalizáló eljárásokon keresztül lehet az ERKE típusokat és a különböző alkatrészeket összekapcsolni. Az értekezésben nem vizsgálom a homogenizálási problémát, illetve a többfokozatú egységtrakomány-képzés feladatát sem.

A probléma definícióban a kiszállítás a megrendelő feladata, ezért a szerelési határidő a készáruraktárba való beérkezésre vonatkozik. Az összeszerelő-üzem csak a határidő betartásáért felelős, a kiszállításokra vonatkozó költségek, veszteségek, a határidőn túli raktározási költségek a megrendelőt terhelik. A kiszállítások ütemezését is rendszerhatáron túli problémaként kezeljük.

Az optimalizálás során a célfüggvény a (1) költségfüggvény lesz, azaz a

$$K = K^{KR} + K^G + K^A + K^{AR} + K^{AS} + K^V$$

A vizsgálatok során kényszer-, feltétel- és alapparamétereket kell bevezetni, a kényszer feltételnek a rendszerhatáron kívülről érkező paraméterek felelnek meg, úgy mint a rendelkezésre álló határidők, szállítási útvonal hosszak stb. Feltétel-paraméternek a rendszeren belül jelentkező „kényszereket” nevezzük, mint például az alkatrész rendelkezésre állás. A további adatokat nevezzük alapparamétereknek, így a termék-alkatrész beépülési mátrixot, szerelősorok kapacitását, a jelentkező fajlagos költségeket.

4.2.1 A determinisztikus dinamikus modell

A feladat első szintjén egy ún. determinisztikus feladatot tűzök ki, mely az értekezés témáját alkotja. A determinisztikus problémában az év teljes egészére előre ismert a megrendelések sorozata, továbbá adott a teljesítési határidők sorozata. A determinisztikus modell a következő alapadatokat tartalmazza:

1. A megrendelésekben szereplő összes termék mennyisége: $Q = [q_{v\gamma}]$;
2. Megrendelésen belül a termékek szállítási határideje: $T^\tau = [t_{v\gamma}^\tau]$;
3. Beszállítók száma és a hozzájuk tartozó alkatrész típusok;
4. A szállítók alkatrészenkénti átlagos beszállítási ideje, (a továbbiakban a beszállítási idő valószínűségi változójának várhatóértékét használom közelítésre): $T^B = [t_\gamma^B]$;
5. Indulási raktárkészletek (mindkét raktárra vonatkozóan), az alkatrésraktárra: $V^A = [v_\mu^A]$;
a késztermékraktárra: $V^K = [v_\mu^K]$;
6. Ismert egy terméknek egy adott gyártósoron való átlagos átfutási ideje (a továbbiakban az átfutási idő valószínűségi változójának várhatóértékét használjuk közelítésére):
 $T^G = [t_{k\gamma}^G]$
7. Az egységesnek feltételezett ERKE-n a R_μ alkatrészből elhelyezhető mennyiség előre ismert: $\tilde{C} = [\tilde{c}_\mu]$.

A determinisztikus-optimalizálási eljárás az alábbi négy lépést tartalmazza:

1. A vizsgálatokat a költség- és veszteségfüggvények analitikus elemzése indítja, melyben meg kell határozni azokat a paramétereket – redundancia-mentesen –, amelyek a komplex költségfüggvényt alkotják.
2. Meg kell adni azokat a komponenseket, amelyek együttesen illetve külön-külön optimalizálhatók.
3. Azokra a komponensekre, amelyek esetleg hagyományos operációkutatási módszerekkel optimalizálhatók, el kell készíteni a modellt, és ha megoldható a kapott feladat, akkor azt megoldjuk.
4. Azokra a költségfüggvényekre, amelyekre - bonyolult szerkezetük miatt - hagyományos optimalizálási módszerek nem alkalmazhatók, heurisztikus eljárást kell készíteni és a kapott megoldást részletesen elemezni kell.

4.2.2 Sztochasztikus modell

A második szintre egy sztochasztikus modell készíthető, amely reagálni fog a véletlenszerűen beérkező megrendelésekre, továbbá figyelembe veszi a megrendelések prioritását is. Az optimalizáláshoz és a modellezéshez analitikus elemzésekkel szemben kizárólag heurisztikus módszerek használhatók.

A sztochasztikus modell a determinisztikus modellre fog épülni, mégpedig iteratív módon úgy, hogy a teljes rendszer magját a determinisztikus modell alkotja. Ez azt jelenti, hogy az első szinten megtervezett és megvalósított determinisztikus modell, a továbbiakban a már beérkezett megrendelésekre – mint egy rögzített megrendeléshalmazra – készíti el a megoldást, és minden új megrendelés beérkezése esetén csak egy egyszerűsített újraszámításra kerül sor. A sztochasztikus eljárás működése során amennyiben egy új megrendelés érkezik, az azonnal bekerül a még nem teljesített megrendelések halmazába, majd az így kapott kibővített megrendeléshalmazra egy módosított determinisztikus feladatot oldunk meg. Az eljárás működése során már nem kell figyelembe venni, a szerelés alatt lévő sorozatokat és a legyártott termékeket. A felhasznált „magmodell”, az eredeti determinisztikus modelltől annyiban tér csak el, hogy az újraindítások során a szerelősorok kezdési időpontjai eltérőek lesznek.

A rendszer tovább finomítható különböző sztochasztikus változók használatával. A valószínűségi változókat használó sztochasztikus modell kidolgozása nem célkitűzése az értekezésnek, de mint egy lehetséges és gyakorlati haszonnal rendelkező továbbfejlesztési lépés, a későbbi vizsgálatok tárgyát képezheti. A továbbiakban csak a determinisztikus modellel foglalkozom.

5. A feladat szétbontása

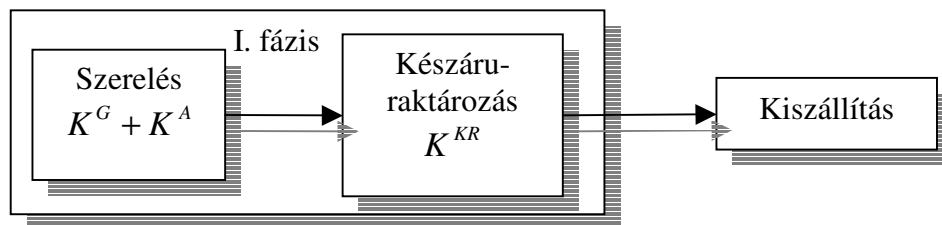
A 4. fejezetben vázoltaknak megfelelően a determinisztikus feladat három fázist tartalmaz. Ebben a dekompozícióban a legfontosabb paraméterek a költségkomponensek lesznek.



15. ábra A rendszerben jelentkező logisztikai főfunkciók

A modellben a részfeladatokhoz kapcsolódó költségek határozzák meg a feladat szétbontását (15. ábra). A kiindulási feladat három fázisra bontható, melyek külön egy-egy optimalizálási problémát jelentenek.

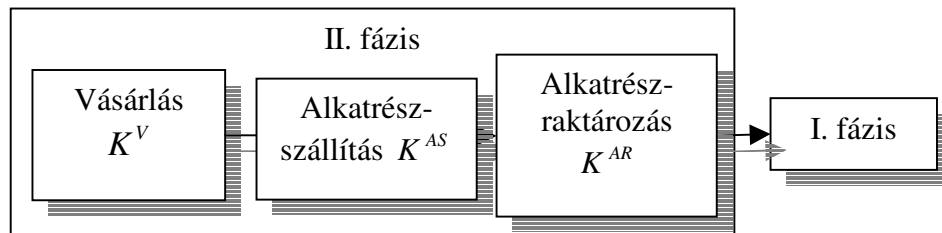
- Az *I. fázis* feladata a megrendelésekben szereplő késztermékekre egy olyan összeszerelési ütemtervet készíteni, amely megadja a szerelősorokhoz történő kiosztást, melyben az átállási-, gyártási-, és készáru-raktározási költségek minimálisak lesznek. (16. ábra) A *fázis* eredménye egy ütemterv és az alkatrészraktár ütemidőkre vonatkozó alkatrészmenyisége. A megoldás során meg kell határozni a sorozatnagyságokat, valamint meg kell adni, hogy melyik terméksorozat melyik szerelősoron kerül gyártásra, és a terméksorozatok szerelése mikor kezdődik el. Az *I. fázisra* vonatkozó költség a szerelési-, az átállítási-, és a készáru-raktározási költségkomponensekből tevődik össze ($K_1 = K^{KR} + K^G + K^A$).



16. ábra Az első fázis elemei

- A *II. fázis* célja a Beszerzés—Alkatrész-raktározási feladatok költség optimalizálása ($K_2 = K^{AR} + K^{AS} + K^V$). A második fázis algoritmus a szereléshez szükséges alkatrészek megfelelő időben történő

biztosításához, az alkatrész megrendelésekre, beszállításokra és raktározásra egy megfelelő ütemtervet készít. A eljárás *eredménye egyrészt egy optimum közeli költségérték lesz, továbbá megkapjuk, hogy mely alkatrészt, milyen ütemben és milyen mennyiségben kell a raktárba beszállítani. A fázis algoritmus meghatározza, milyen járáttal, milyen szállítóeszközzel történik a beszállítás, és emellett megadja a beszállítók sorrendjét is.*



17. ábra A második fázis elemei

- A *III. fázis* az I. és II. fázisban megalkotott rendszermodellnek és eljárásainak egy finomhangolását végzi el. A fázis az I. fázis és a II. fázis integrációján alapul és feltételezi az előző két fázisról, hogy mindkettő optimum közelében működik. A fázis eljárásának első feladata megvizsgálni, hogyan alakul a két fázis teljes költségértéke, majd a paraméterek megfelelő változtatásával megvizsgálja a két érték egymáshoz való viszonyát. Ezután kiválasztja azt az optimális paraméter rendszert, amely a teljes eljárást minimális költségértéken tartja. A hangolás természetesen egy érzékenység vizsgálaton keresztül valósul meg, valamint nem nélkülözi a valós rendszerek speciális körülményeinek figyelembe vételét, amiket csak kézi vezérléssel lehet beépíteni. A fázis kidolgozása túlmutat az értekezés célkitűzésein.

6. Az I. fázis

A fázis feladata egy összeszerelési ütemterv kialakítása, a megadott megrendelésekhez úgy, hogy költségek a minimum közelében legyenek. A modellhez kapcsolódó eljárásokat a külső megrendelések vezérik, amelyben az ismert megrendelések kiszállítási időpontjait tekintjük a módszer kiindulási adatainak. Minden szerelősorra olyan szerelési sorrendet kell meghatározni, amely teljesíti a kényszereket, valamint a gyártási-, átállítási-, termékraktározási költségeket és a szerelősorok kihasználatlanságából származó veszteségek összegének minimalitását. Az első közelítésben - a kialakítandó eljárásban -, a kényszerek nem sérülhetnek meg, majd az eljárás finomítása után ez a feltétel feloldásra kerül. A fázis során az első lépésben a szerelési sorrend és sorozatnagyság meghatározása a cél, ennek megadása során még figyelmen kívül hagyom a készáru raktározásból származó költségeket. A vizsgálathoz kapcsolódó célfüggvény a következő alakú lesz:

$$K^G + K^A \rightarrow \min. \quad (13)$$

A második lépésben beépül a kiszállítási határidő előtt raktárba kerülő termékek raktározási költsége. Természetesen ezzel együttesen kell kezelni az előző két komponenst is. Így a kibővített célfüggvény:

$$K^{KR} + K^G + K^A \rightarrow \min. \quad (14)$$

Az eljárás felépítése során feltételezem, hogy az egységes alkatrész raktárban minden alkatrész a szükséges időpontra rendelkezésre áll (II. fázis). További feltevés, hogy az alapadatok az eljárás elindítása előtt már hiánytalanul ismertek.

6.1 Az I. fázis eredményadatai

- $\hat{P}[k]$: összeszerelő soronként a termékek sorrendje;
- $\hat{A}[k]$: soronkénti gyártási mennyiség;
- $\hat{T}^B[k]$: a szerelési ütemidő vége soronként;
- $\hat{T}^K[k]$: az ütemidő kezdőpontja soronként;
- $\Delta[k]$: ütemenkénti átállás indikátor. (Ahol a k a szerelősor azonosítója)

6.2 Lineáris programozási modell

Az első lépésben a megadott paraméterekre egy lineáris programozási modellt építünk fel az alábbi módon. A kiszállítási időpontok T^r ismeretében minden egyes szerelősorra

kiszámításra kerül az összes –együttesen megrendelt – terméktípusra vonatkozó teljes gyártási idő.

$$t_{vk\gamma}^T = a_{v\gamma} \cdot t_{k\gamma}^P \quad (15)$$

Az elemzés céljából a termékekre egy egységes szerelősort – továbbiakban virtuális sor – hozok létre, és minden terméksorozat csak ehhez a sorhoz rendelhető. A termékek kiszállítási idejük szerint növekvő sorrendben történik a kiosztás

$$P_1, P_2, K, P_\gamma, K, P_l. \quad (16)$$

A termékek sorrendjét az alábbi kiszállítási időpont sorozat határozza meg

$$t_1^r \leq t_2^r \leq K \leq t_\gamma^r \leq K \leq t_l^r. \quad (17)$$

Amennyiben több azonos határidővel rendelkező termék van a megrendelési rendszerben, akkor a típus szerint ezeket úgy osztjuk be, hogy az azonos típusú termékek egymás mellé kerüljenek, valamint a nagyobb költségű és/vagy szerelési idejű sorozatok előbbre rangsorolódnak. Ezek után minden egyes terméksorozat teljes szerelési idejét kell kiszámítani minden egyes L_k valódi gyártósorra

$$t_{1k}^T, t_{2k}^T, K, t_{\gamma k}^T, K, t_{lk}^T. \quad (18)$$

A (16)-ban kialakított sorrend felhasználásával kiosztjuk a termékeket a valódi gyártósorokhoz az alábbi módon:

- Az alapadatként kapott termékekre, sorokra és határidőkre egy integer $\{0;1\}$ lineáris programozási feladat modellt írunk fel. A modell általános alakját a 18. ábra hipermátrixa írja le, ahol

P_γ a terméktípus;

ST_l a sorokon belüli termék sorrend;

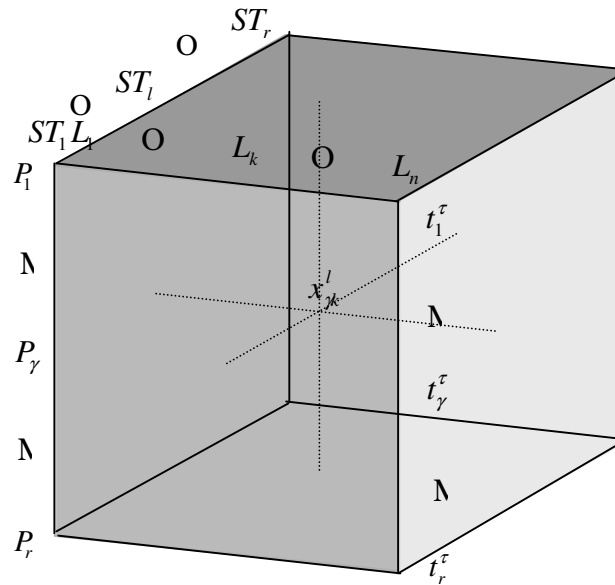
L_k a gyártósort jelöli;

$x_{\gamma k}^l = \begin{cases} 0 \\ 1 \end{cases}$ és 1 ha a P_γ terméket az L_k sorhoz rendeltük hozzá, különben 0 lesz.

- A modell első r feltételét a határidő feltételek alkotják:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{\gamma=1}^r x_{\gamma k}^l t_{\gamma k}^T \leq \sum_{\gamma=1}^r x_{\gamma k}^l t_\gamma^r, \quad l = 1, \dots, r \quad (19)$$

Ez összesen $r \times n$ egyenlőtlenséget jelent.



18. ábra Az első fázis LP modellváza

- A következő feltétel halmaz a sorokhoz történő kiosztás egészértékűségét, pontosabban $\{0;1\}$ értékűségét mondja ki:

$$x_{jk}^l \in \{0;1\} \quad (20)$$

- Harmadik feltétel rendszer a kiosztás egyértelműségét fogja biztosítani:

$$\sum_{\gamma=1}^r \sum_{k=1}^n x_{jk}^l = 1 \quad (21)$$

Ez a feltételrendszer r elemet tartalmaz.

- Végül a célfüggvény:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{\gamma=1}^r x_{jk}^l a_{\gamma} (k_{jk}^G + k_{jk}^G) + \sum_{\gamma=1}^l \left(t_{\gamma}^{\sigma} - \sum_{k=1}^n x_{jk}^l t_{jk}^T \right) k_{\gamma}^{KR} \rightarrow \min., \quad (22)$$

ahol a célfüggvény első komponense a szerelési költség, míg a második komponens a termékraktározási költséget adja.

Egy modellbe összefoglalva a (19), (20), (21), (22) feltételrendszert és a célfüggvényt:

$$\sum_{k=1}^n \sum_{\gamma=1}^r x_{\gamma k}^l t_{\gamma k}^T \leq \sum_{\gamma=1}^r x_{\gamma k}^l t_{\gamma}^{\tau}$$

$$l = 1, \Lambda, r$$

(23)

$$\frac{x_{\gamma k}^l \in \{0;1\}}{\sum_{k=1}^n \sum_{\gamma=1}^r x_{\gamma k}^l a_{\gamma} (k_{\gamma k}^G + k_{\gamma k}^A) + \sum_{\gamma=1}^l \left(t_{\gamma}^{\tau} - \sum_{k=1}^n x_{\gamma k}^l t_{\gamma k}^T \right) k_{\gamma}^{KR} \rightarrow \min.}$$

A modell értékelése

1. A modell összesen $r \times r \times n$ változót tartalmaz $(x_{\gamma k}^l)$, továbbá a feltételek száma: $r \times n + r$. A feladat átlagos lépésszáma: $2^{r^2 n}$. Ebből az következik, hogy aránylag kis gyártósor szám mellett, ha a megrendelési tételek száma nagy, a feladat mérete exponenciálisan növekszik.
2. Minden új terméksorozat hozzárendelése során az átállítás költsége és ideje beépül a modellbe, még akkor is, amikor nem történik termék típusváltás. Ez nagymértékben rontja az eljárás hatékonyságát. A probléma kikerülhető, úgy hogy az átállítást feltételként bevonjuk a modellbe, de ez többszörösére megnöveli a (23) feladat méretét, vagy egy másik megoldásban a linearitást kellene elvetni.
3. További problémaként jelenik meg, hogy a kiosztás során, a gyártósorokon „lyukak” keletkeznek, így a végső megoldáshoz tömörítést kell végezni, bár ez sem méretében, sem algoritmusában nem okoz nagy problémát.
4. Az eljárás nem minden lehetséges esetben ad megoldást, ugyanis a határidőt statikusan, mint sérthetetlen kényszerfeltételt kezeli. Ennek a problémának a feloldásához további feltételeket kellene beépíteni a határidő kezeléssel kapcsolatban, vagy a linearitást kell elvetni ahhoz, hogy határidőcsúszás engedélyezett legyen a modellben.

6.3 A heurisztikus algoritmus

Az LP modell nagy mérete és hatalmas számítási igénye felveti egy hatékony heurisztikus eljárás kidolgozását. Az algoritmus itt is a terméksorozatok előzőleg felhasznált (16) virtuális sorából indul ki. A sorhoz történő kiosztás két irányból is elvégezhető: kezdetjük a sorozat első elemével – azaz a legkorábbi határidejű sorozattal –, valamint a sorozat utolsó elemével. Az első esetben, egy kapott kiosztás után még egy további „csúsztatási” eljárásra is szükség

lenne, amely a termékcsoportokat eltolná a lehető legkésőbbi időpont felé [A2]. Ennek a megoldásnak a sztochasztikus rendszer esetén van előnye, mivel egy beérkező új megrendelés esetén – mint az esetek nagy többségében előfordul – a határideje a virtuális sor felső részébe kerül besorolásra. Ezért a sztochasztikus rendszer használata során, nem kell az egész eljárást újraindítani, csupán csak arra a részre kell megismételni, amelyek az új megrendelés előtt helyezkednek el. Ha a kiosztást mindjárt az utolsó elemmel kezdjük el, akkor a csúsztatási eljárás teljesen elhagyható, mivel az eljárás során a befejezési idő a lehető legkésőbbi időponthoz igazodik. Ezzel a módszerrel minden esetben – ha a feladat megoldható – kapunk egy lehetséges kiosztást. Nyilván hátránya ennek a megoldásnak, ha egy új megrendelés érkezik, akkor az egész eljárást újra kell futtatni.

Az algoritmus leírása az alábbi jelöléseket tartalmazza:

A heurisztikus eljárásban használt adatok leírására egy a programozási nyelvekhez jobban igazodó jelölésrendszert használok. Az algoritmusban használt jelölések a Pascal nyelv szintaktikájához igazodnak, azaz a mátrixok tömbtípusként jelennek meg. A tömbök jelölésében a T az időket, a K a költségeket jelentik úgy, hogy a felső index a korábbi jelentés tartalmat hordozza. A felső „kalap” szimbólum a láncokat különbözteti meg a tömböktől. A továbbiakban csak azokat a változókat, láncokat részletezem, amelyek jelölése az előzőek alapján nem egyértelmű:

$K^{ST}[1..σ]$: egy adott termék egységnyi idejű tárolási költsége;

$K^W[1..N]$: egy adott sor egységnyi idejű állásból származó vesztesége;

$\hat{P}[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó kiszolgálási lánc;

$\hat{A}[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó sorozatnagyság-lánc;

$\hat{T}^ε[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó határidők lánc;

$\hat{T}^K[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó kezdési idők lánc;

$\hat{T}^B[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó befejezési idők lánc;

$\Delta[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó átállás indikátor lánc;

$T^H[1..N]$: egy sorhoz kapcsolódó legfelső szabad gyártási idő.

6.3.1 Az algoritmus

Az eljárás vezérlésében két szempontot kell szem előtt tartani: az egyik, hogy a határidő kényszerfeltétel kielégítődjön, a másik, hogy a költség optimum közelébe maradjon. Az

algoritmus működése során fontos azt is figyelembe venni, hogy milyen prioritás szerint próbáljuk a szerelősorokat az adott terméksorozathoz hozzárendelni. A sorok kiválasztásában a legkézenfekvőbb hozzárendelési módszert a szerelési költség segítségével alakíthatjuk ki. Minden sor a fajlagos szerelési költségtől fordított arányban kap prioritást. Amennyiben csak a költséget tekintjük vezérlő szempontnak, akkor azokban az esetekben, amikor a határidő kényszer csak nehezen teljesíthető, a kidolgozásra került eljárás aránylag magas lépésszámmal fog működni.

Megjegyzés: A probléma kivédésére egy segédparaméter használata megoldást nyújthat, amelybe beépül a szerelési költség, és a sorokon történő szerelési idő. Ilyen tényező lehetne például az alábbi segédparaméter (24)

$$F_{jk} := \frac{1}{(1-\lambda) \frac{T_{jk}^P}{\max_{\gamma}(T_{jk}^P)} + \lambda \frac{K_{jk}^P}{\max_{\gamma}(K_{jk}^P)}}, \text{ ahol } \lambda \in \{0;1\}. \quad (24)$$

A paraméter használata a logisztikai költséget sok esetben növelheti ezért a továbbiakban az algoritmushoz nem használunk hatékonyság növelő tényezőt, de a valós alkalmazásokban a felhasználók által definiált egyéb tényezők beépítése az eljárásba javíthatja a lépésszámot.

A hozzárendelési eljárás három lépést tartalmaz, továbbá a lépéseken belül további részfeladatokat kell meghatározni.

1. lépés

Az eljárás első lépése nagymértékben függ a megrendelt termékek sorozatnagyságától. Amennyiben a sorozatok átlagosan kevésszámú termékből állnak, akkor a virtuális soron mindig célszerű az összevonásokat elvégezni, mivel ellenkező esetben gyakori lesz a szerelősorokon az átállítás, és ez a költség növekedéséhez és rossz kihasználtsághoz vezet. Abban az esetben, ha a termék sorozatok egységesen nagy sorozatmérettel rendelkeznek, ez a lépés elhagyható. A kevert esetben célszerű az alacsony sorozatnagyságú tételeket hozzárendelni más sorozatokhoz. Az eljárás algoritmus a később leírásra kerülő javító algoritmusok során újra felhasználható lesz.

0. feladat: Határozzuk meg a maximális összevonási „távolságot”. Ez a távolság a sorozatnagyságtól és a határidőktől függ csak.

1. feladat: A virtuális soron vizsgáljuk meg az első elemtől a további termékeket a megadott távolságon belül mindaddig, míg a vizsgált termékkel azonos típusú elemet találunk. Amennyiben nincs ilyen elem, állítsuk le az eljárást.
2. feladat: Vonjuk össze a sorozatot, és határidőnek a korábbi termék határidejét állítsuk be. Vegyük a következő terméket, és vissza a 1. feladatra.

2. lépés

A sorokhoz tartozó minden láncot „üresnek” állítjuk be (Pl.: $\hat{A}[k] := NUL$), valamint minden termékhez meghatározzuk a gyártósorok költség szerint növekvő sorrendjét, ennek tárolására az $F[1..\sigma, 1..N]$ mátrixot használjuk.

3. lépés

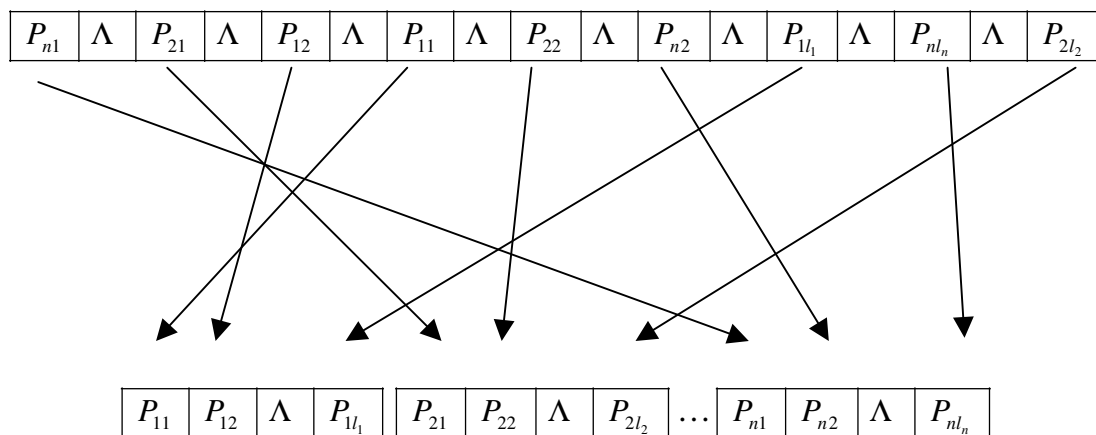
Az inicializálás után a virtuális lánc utolsó - legkésőbbi határidejű - terméksorozatát elhelyezzük költség szerint ahhoz a legjobb sorhoz, amelyen még az összeszerelése elvégezhető. (Azaz a kezdési időpontja nem lesz „negatív”.) Amennyiben találtunk megfelelő szerelősort, akkor vesszük a következő terméket és megpróbáljuk a számára legkisebb szerelési költségű sorhoz hozzárendelni, ha ez nem sikerül vesszük a költség szerinti következő sort (sorokat). Sikeres elhelyezés esetén az adatok sorhoz történő hozzáfűzése is megtörténik. Amennyiben egy sorozat nem helyezhető el, azaz minden egyes szerelősoron a szerelés megkezdésének időpontja a valós kezdési időpont elé esik, akkor vissza kell lépnünk az előző termékhez és azt egy másik sorhoz rendelni. Mindaddig végre kell hajtani a visszaléptetést, míg a kiosztás sikeres nem lesz. Amennyiben találtunk, egy a feltételt kielégítő hozzárendelést, akkor a megfelelő láncokat az alábbi módon frissíteni kell:

$$\begin{aligned}
 & \hat{P}[k] \oplus P[ssz]; \\
 & \hat{A}[k] \oplus A[ssz]; \\
 & \hat{T}^r[k] \oplus T^r[ssz]; \\
 & \hat{T}^B[k] \oplus \text{befejezés}; \\
 & \hat{T}^K[k] \oplus \text{kezdés}; \\
 & \Delta[k] \oplus \delta; \\
 & T^H[k] := \text{kezdés}[ssz].
 \end{aligned} \tag{25}$$

A fenti összefüggésekben használt \oplus jelölés, a lánc végéhez való hozzáfűzés műveletét jelenti.

A szerelési idők mértékének számításában figyelembe kell venni, milyen típusú termék fogja az adottat követni. Amennyiben az aktuális termék után más típusú termék kerül gyártásra, akkor közben átállítás történik, melynek idejét hozzá kell adni a kezdési időponthoz úgy, hogy a befejezési időpont ne változzon. Az algoritmus szerkezete Back-tracking lesz, amit rekurzióval célszerű megvalósítani. Ha az adatok olyanok, hogy nincs lehetséges – határidőket kielégítő – megoldás, abban az esetben a cél a lehető legkisebb késésből eredő veszteség előállítása. Ezt a feladatot a csúsztatási és átrendezési eljárások oldják meg. Amint sikerült egy kezdeti, lehetséges P_k kiosztás kapnunk, meghatározzuk a kapott eredményhez tartozó szerelési költségeket. Legyenek a sorokon kialakult termék sorrendek:

k gyártósor: $P_{k1}, P_{k2}, \dots, P_{kl_k}$ és a megrendelés azonosítók: $i_{k1}, i_{k2}, \dots, i_{kl_k}$



19. ábra A kezdeti kiosztás

A gyártósoron keletkezett kihasználatlanságok mértéke:

$$t_k^{Kih} = \max_{v,i} t_{vi}^\tau - \sum_{m=1}^{l_k} t_{kim}^T \cdot v_{km} \quad (26)$$

Az így kapott eljárás előnye, ha létezik olyan szerelési mód, mely minden terméksorozatra határidőre történő ütemezést biztosít, akkor ezt az algoritmus meg is találja.

A fenti algoritmus nagyvonalú folyamatábráját a következő pont részletesen megadja.

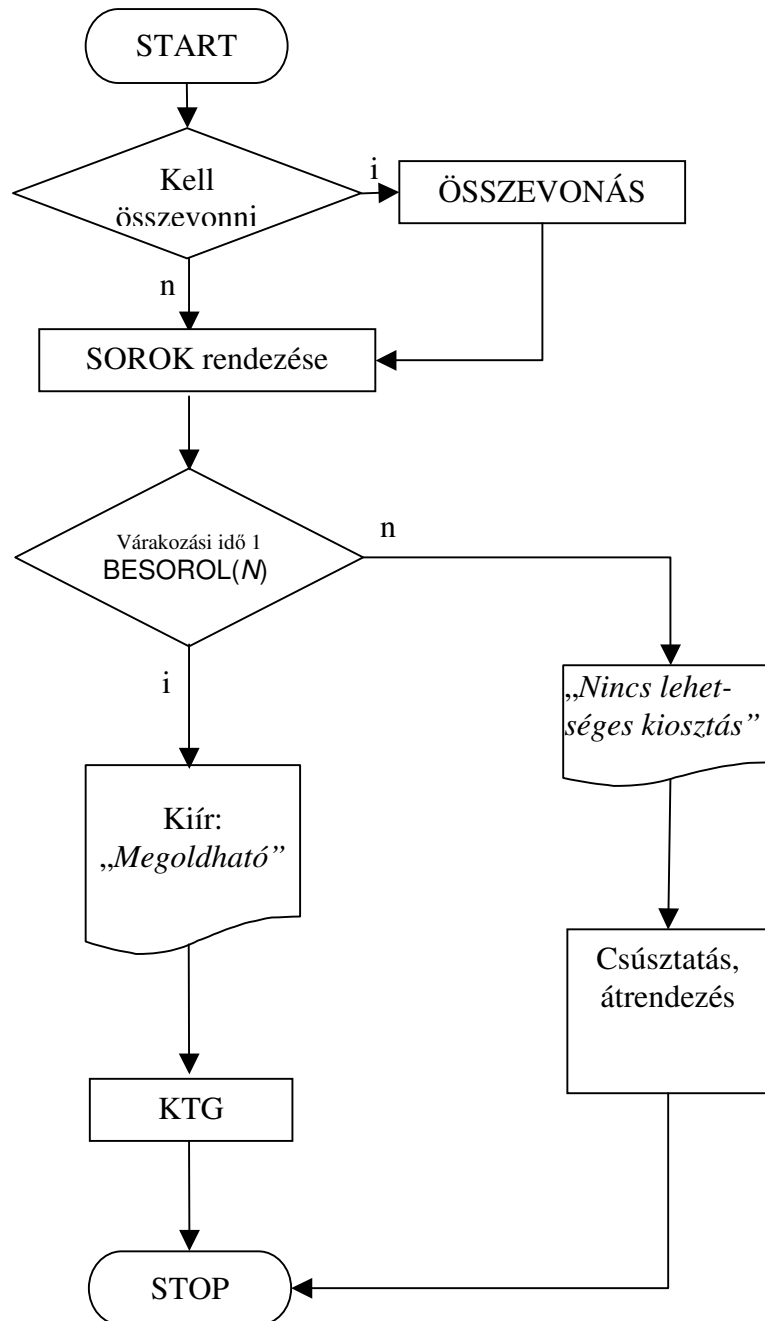
6.3.2 Az algoritmus folyamat ábrája

Modul KIOSZT

Input paraméter: *nincs*.

Output paraméter: *nincs*.

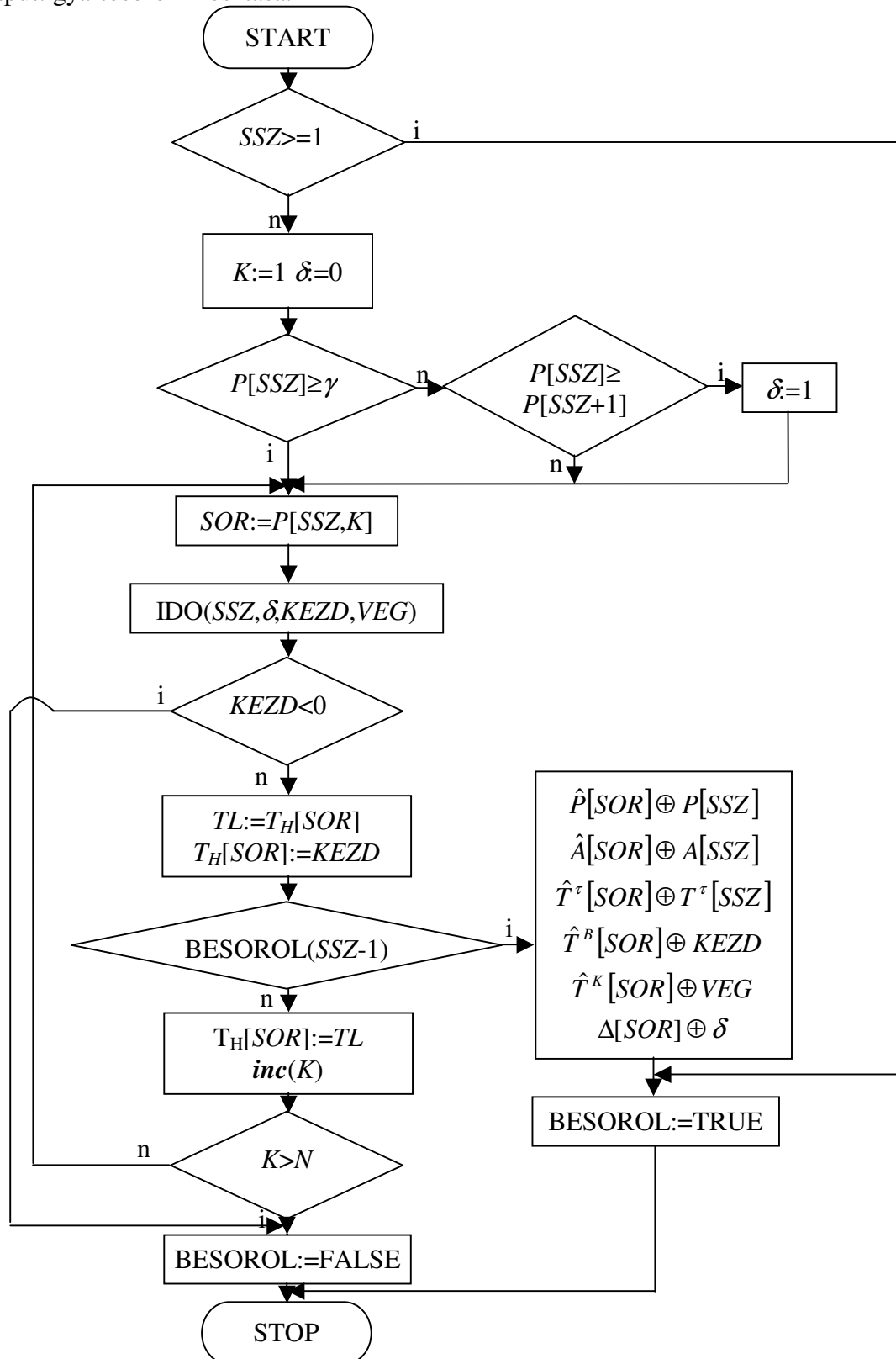
Output: a lehetséges kiosztás és a hozzákapcsolódó költségérték.



20. ábra Kezdeti kiosztás folyamatábrája

Modul **BESOROL**(λ): BooleanInput paraméter: *SSZ virtuális soron belüli index.*Output paraméter: *TRUE/FALSE igaz, ha van lehetséges kiosztás..*

Output: gyártósorok kiosztása.

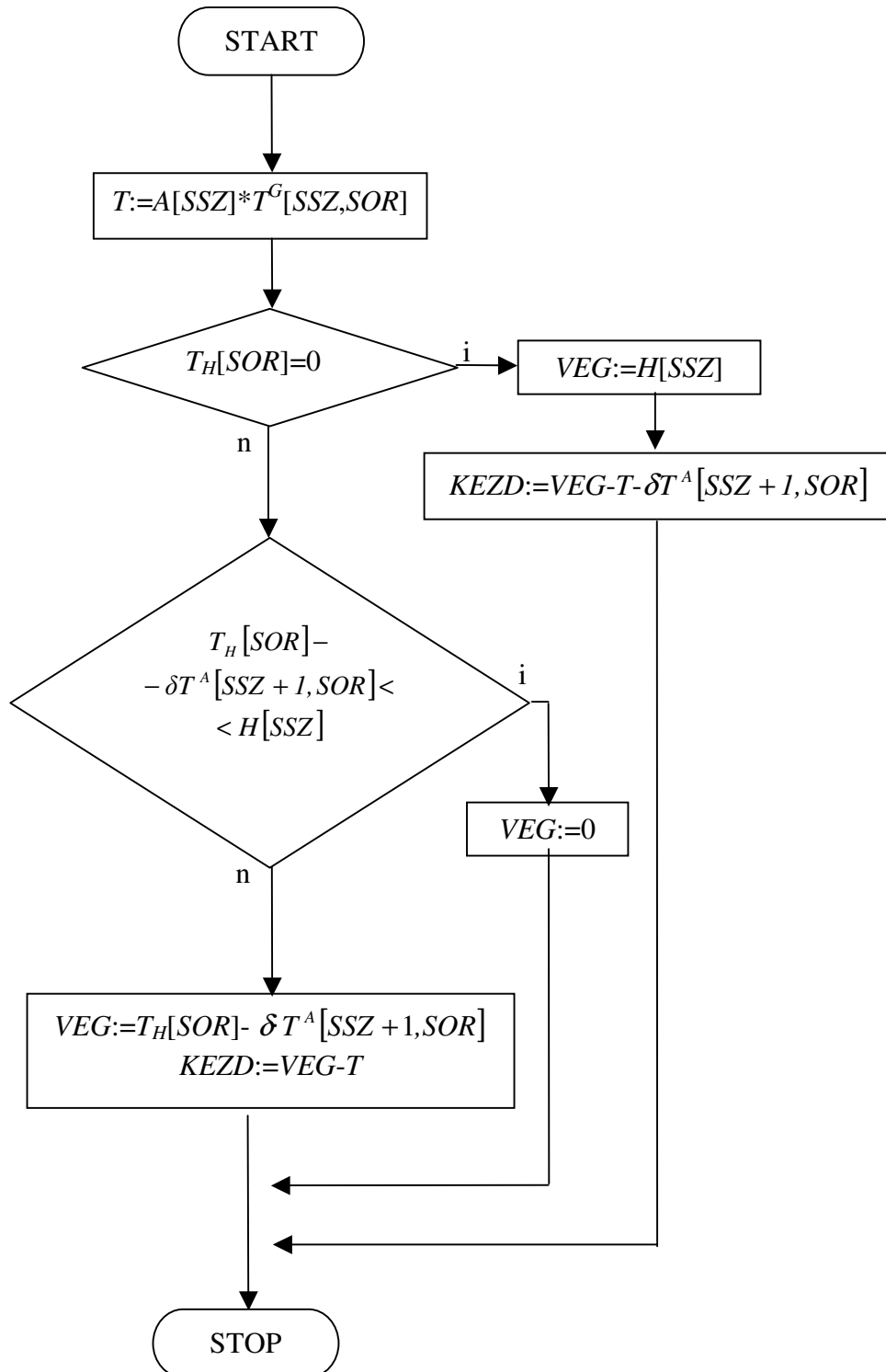


21. ábra Besorolási „mageljárás”

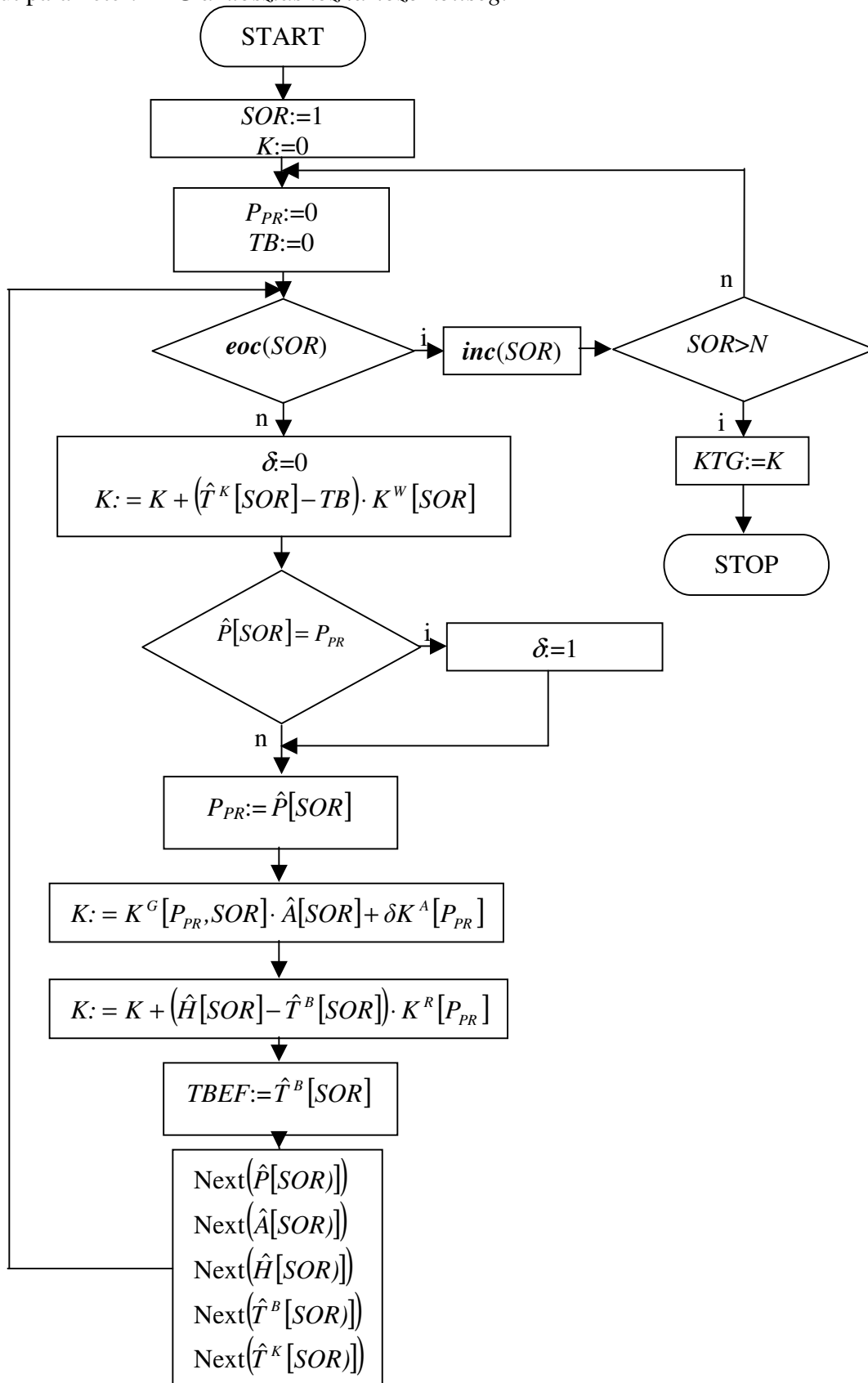
Modul **IDO**(SSZ,SOR, δ ,KEZD,VEG)

Input paraméter: *SSZ* virtuális soron belüli index, *SOR* a kiválasztott gyártósor azonosítója, δ történt-e átállítás.

Output paraméter: *KEZD* a gyártás kezdő időpontja, *VEG* a befejezés időpontja



22. ábra Szerelés kezdési időpontját meghatározó modul

Modul **KTG**Output paraméter: *KTG a kiosztáshoz tartozó költség.***23. ábra** A kiosztáshoz tartozó költség kiszámítása

6.3.3 A kiszámításra kerülő költségek

1. Átállási költség egy soron: $K_k^A = \sum_{m=1}^{l_k} k_{kv_{km}}^A$;

2. Teljes átállási-költség: $K^A = \sum_{k=1}^m K_k^A$;

3. Szerelési költség egy soron: $K_k^G = \sum_{m=1}^{l_k} k_{kv_{km}}^G \cdot q_{v_{km}i_{km}}$;

4. Teljes szerelési költség: $K^G = \sum_k K_k^G$;

5. A k soron a T_{kj} sorszámú termék szerelésének kezdési időpontja: $T_{v_{k,j}}^B = \sum_{m=1}^{j-1} t_{v_{km}}^T$;

6. A T_{kj} termék tárolási ideje és költsége: $t_{v_{kj}}^{KR} = t_{v_{kj}}^\tau - \sum_{m=1}^j t_{v_{km}}^{KR}$, $K_{v_{kj}}^{KRT} = T_{v_{kj}}^{KR} \cdot k_{v_{kj}}^{KR} \cdot q_{v_{kj},i_{kj}}$;

7. A teljes tárolási költség: $K^{\ddot{O}R} = \sum_{k=1}^{k_m} \sum_{j=1}^{l_k} K_{v_{kj}}^{KRT}$;

8. Kihaszíratlanságból eredő költségek: $K^{KIH} = \sum_{k=1}^{l_k} K_k^S \cdot T_k^{KIH}$;

9. A teljes költség: $K_1 = K^G + K^A + K^{\ddot{O}R} + K^{KIH}$.

A K_1 teljes költség az eljárás által szolgáltatott költségérték lesz, ami az eljárás heurisztikus volta miatt egyáltalán nem biztos, hogy optimális. Ezért további olyan eljárásokat kell készíteni, amelyek csökkentik a komponens költségértékeket, és optimum közelébe viszik az összköltséget.

6.4 Csúsztatások

A 6.3 fejezetben vázoltaknak megfelelően, ha nincs lehetséges kiosztás, akkor lesz legalább egy olyan megrendelés, amelynek valamelyik terméksorozatára a határidő feltétel sérül. Az ilyen esetek megoldására a csúsztatásokat használjuk fel. A csúsztatás a kihaszíratlansági időket használja fel, valamint megengedi a szerelősorokon a „negatív” kezdési időpontokat, melyeket később előre csúsztatunk ezáltal, késések jelennek meg, de megoldást biztosítanak.

Az eljárás feladatai:

0. feladat: Végezzük el az előző algoritmust, és engedjük meg a negatív kezdési időpontot.

1. feladat: Ha valamelyik sornál lesz olyan termék, mely kezdési ideje negatív, jelöljük meg a 0 ponthoz legközelebbit. Ha nincs ilyen, akkor ugrás a 4. feladatra.

2. *feladat*: Ha a kijelölt termék kezdési időpontja negatív, a közvetlen előtte lévő termékek közötti állás idők közül válasszunk ki annyit, melyeknek összege legalább a negatív idő abszolút-értékével egyenlő. Amennyiben nincs elegendő időtartam, akkor a jelöljük meg a teljes termék sorozat láncot.
3. *feladat*: A kijelölt terméksorozatokat a legutolsóval kezdődően csúszassuk előre a megengedett mértékben, úgy hogy a közöttük lévő állásidők megszűnjenek. Számítsuk ki a késésből származó veszteséget. Ha van még termék, aminek még negatív a kezdési ideje, akkor menjünk vissza az 2. feladatra, ellenkező esetben az 1. feladatra.
4. *feladat*: Ha van negatív kezdőpontú szerelősor, azon csúszassuk előre a terméksorozatokat.
5. *feladat*: Állítsuk le az eljárást.

6.5 Az algoritmus hatékonyságvizsgálata

Az 6.3 és 6.4 pontban megadott eljárás heurisztikus volta miatt, lesznek olyan esetek, amelyekre hatékonyan fog működni azaz megfelelő költségértéket biztosít. Valamint lesznek esetek, amikor nem megfelelő költségértéket fog eredményezni. A következő pontokban vizsgált típusok elméleti jellegűek lesznek, és kizárólag csak a megrendelési rendszer szerkezetére, szerelősorok homogenitására vonatkozó vizsgálatokat tartalmaznak. Mivel a megrendeléseket csupán a felhasználók igényei határozzák meg, mennyiségeik és ütemük tetszőleges lehet a piaci igényektől függően, ezért az alábbi vizsgálatok csak az eljárás belső szerkezetére és tulajdonságaira adnak elemzést.

6.5.1 Azonos szerelősorok esete

A legegyszerűbb vizsgálati eset, ha a szerelősorok homogének, azaz azonosnak tekintjük őket. Ekkor az összes szerelősoron a szerelési költség, és az átfutási idő közel azonos. Ezen feltétel mellett, az algoritmus által szolgáltatott minden olyan kiosztás, amely teljesíti a kiszállítási határidőket, az átfutási időre és szerelési költségre nézve is megfelelő értéket biztosít. Ez abból következik, hogy a sorokon az átfutási idő és a szerelési egységköltség azonos, nincs prioritás közöttük. Az optimalizálásban a sorok várakozásából eredő veszteség, átállási költség, valamint a késztermék raktározási költsége játszik szerepet.

1. eset: Van lehetséges kiosztás

Amennyiben van lehetséges kiosztás, az algoritmus biztosan fog találni egyet, erre a Backtracking módszer a garancia. Az eljárás, ha ezt a feladat igényli, minden esetet végignéz. A kapott megoldásról a raktározási költség miatt nem dönthető el, hogy mennyire van közel az optimumhoz. A szerelési költség a feltételek miatt biztosan optimális. Amennyiben minden terméksor szerelés végső időpontja megegyezik a határidővel akkor biztosan állíthatjuk, hogy optimum közeli megoldást kaptunk, ezért a javító eljárások közül átrendezésre nem lesz szükség, de összevonással néhány esetben javíthatunk a megoldáson. Ezzel csökkentjük az átállási költséget, valamint az így keletkezett üres időintervallumokon a csúsztatásokkal csökkenthetjük a raktározási költséget.

2. eset: Lesz olyan sor, ahol a határidő kényszer sérül

A fenti eset értelmében a módszer azért nem talált megoldást, mivel ilyen nincs is - ha csak összevonások által nem kapunk teljesíthető megoldást. (Bár ez utóbbinak, ha az $q_{\gamma} t_{k\gamma}^G \gg t_{k\gamma}^A$ időtényezőkre vonatkozó összefüggés érvényes lesz, nagyon kicsi az esélye. Csak határesetben képzelhető el.) Ebben az esetben az optimumhoz közeli megoldást mind átrendezés mind, pedig összevonás tovább javíthatja. A költségérték esetleg az optimumot is eléri.

6.5.2 Közel azonos átfutási idejű, de eltérő szerelési költségű sorok

A második speciális esetben, feltételezzük, hogy az összeszerelés során a különböző szerelősorokon az átfutási időben nincs nagy eltérés, de a fajlagos szerelési költségek különbözők lehetnek. Az eljárás nem feltétlen biztosítja a legjobb megoldást. Mivel a szerelősor kiválasztás során csak a szerelési költség játszik szerepet, ezért a módszer először azokat az eseteket nézi végig – „mohó” módon – ahol a lehetséges választás az adott előzmények mellett optimális. Mivel a rész-optimumok összege nem feltétlen ad teljes optimumot, ezért ezekben az esetekben meg kell vizsgálni, hogy milyen költségértéket kaptunk. Ha nem elfogadható, átrendezéssel, és/vagy összevonással javítunk az eredményen. A következő négy vizsgálatban a lehetséges kiosztások esetében végünk elemzést.

1. eset: szerelési-költség szerint növekvő sorozatok

Amennyiben a megrendelések terméksorozatából készített virtuális sorban a sorozatokhoz tartozó szerelési költségek közel azonosak, vagy a rendezésnek megfelelően növekvők, akkor a mohó választás miatt közel optimális megoldást eredményez az eljárást. Ez abból

következik, hogy a választás során a virtuális sor végéről választunk először, és ezt az elemet próbáljuk a legjobb költségű sorhoz rendelni. Ezáltal a nagy költségű terméksorozatokat már az eljárás elején kiosztjuk a sorokhoz, így nagy esélye van, hogy az optimális szerelési költséggel rendelkező szerelősorhoz tudjuk hozzárendelni. A kedvező tulajdonság ellenére, ha lehetőség van célszerű a javító eljárásokat elindítani.

2. eset: szerelési-költség szerint közel csökkenő sorozatok

Az 1. eset következményeként nyilvánvaló, hogy ha a virtuális sorban szereplő sorozatok szerelési költség szerint csökkenők, akkor a magas szerelési költségű sorozatok az eljárás során, a végén kerülnek kiosztásra, így előfordulhat, hogy az optimális soron már nem végezhető el a szerelésük, csak egy magasabb költségű soron. Ennek következtében az eredmény nagyon eltérhet az optimumtól. Mindenképpen szükség van a javító modulok alkalmazására.

3. eset: rövid átfutási idővel rendelkező, és egyenletes eloszlásúak a sorozatok

Amennyiben nagyszámú és rövid szerelési idővel rendelkező sorozatok alkotják a virtuális sort, valamint a termékeknek sorokhoz való költség szerinti rendelése egyenletes eloszlást követ, akkor az eljárás közel optimális megoldást eredményez. Ez annak a következménye, hogy szinte minden sorozat a rendelkezésre álló nagy idő intervallum miatt, a leginkább megfelelő sorhoz rendelhető. Ennek fontos feltétele az, hogy a termékek szerelése ne ugyanazon a soron legyen a legkedvezőbb. Ha egyenletesen oszlanak szét a szerelősorok között a rövid átfutási idővel rendelkező sorozatok, akkor az optimum közeli megoldás biztosítható lesz.

4. eset: rövid átfutási idővel rendelkező, és nem egyenletes eloszlásúak a sorozatok

Ebben az esetben sem kapunk rossz költségértéket, ha biztosítható az a feltétel, hogy a kiszállítási határidőnek megfelelően, a legnagyobb sorozatú terméksorozatokat közel a legjobb szerelősorhoz kerülnek kiosztásra. Ekkor biztos, hogy megfelelő megoldást kapunk, sőt ilyenkor nagy eséllyel az összevonásokra sem lesz szükség, mivel az algoritmus eleve ugyanazon a soron helyezi el optimálisan a terméksorozatokat. Probléma akkor lép fel, ha van legalább egy olyan szerelősor, amelyen a számára optimális költségű terméksorozatokat időben nem helyezhetőek el. Amennyiben a kiindulási virtuális soron a terméksorozatok „tömbösen” helyezkednek el, vagyis azok a termékek, melyeknek az optimális szerelősora azonos, egymás mellett, vagy közel egymáshoz található, akkor előfordulhat, hogy a kapott kiosztásnál lesz

jobb megoldás. Az eredmény kézi beavatkozással javítható, illetve a szerelősorok fiktív költség szerinti prioritásával a kiosztás befolyásolható lesz.

6.5.3 Közel azonos költséggel szerelő sorok vizsgálata

Az elemzésben szereplő esethez most tegyük fel, hogy nincs nagy költségeltérés a sorokon az összeszerelésben, de átfutási időben nagy eltérések mutatkoznak. Mivel a költség szempontjából lényegtelen, melyik soron történik a gyártás, ezért a kiosztás során az eljárás csak akkor figyeli a szerelési időt, ha beépítjük a (24) segédparamétert. Az nyilvánvaló, hogy ekkor a módszer hatékonyan és optimum közelben dolgozik. Ez abból következik, hogy az eljárásban az időre történő optimalizálás során a lehető legrövidebb átfutási idő rendelkezésre áll, másrészt a költségek közel azonosak, így a szerelési költségkomponens semmilyen átrendezéssel lényegesen nem csökkenthető. Ez az egyik olyan eset, amikor az eljárás közel optimumot biztosít, bár aránylag magas lépésszám mellett. (Ez az az eset, amikor a segédparaméter javíthat a lépésszámon és a futási időn.)

6.5.4 Költség szerint megközelítőleg növekvő sorozatok esete

1. eset: közel azonos vagy rövid átfutási idővel rendelkező, vagy növekvő átfutási idővel rendelkező virtuális sorok esete

Az első esetben a virtuális soron a sorozatok közel növekvő költségértékkel rendelkeznek, általánosabban a sorozat átfutási idők eloszlása kis szórású és növekvő trendet mutat. Ha van lehetséges kiosztás, akkor az közel optimális megoldást fog eredményezni, amit a mohó választás belső szerkezet biztosít. Ennek következtében a következő terméksorozat hozzárendelése során mindig a legnagyobb költségtényezővel rendelkező elemet választja az eljárás, és ez nagy valószínűséggel a lehetséges legkisebb költségű sorhoz fog kerülni. Emiatt a választást megelőző sorozatokra már feltételezhető az optimum. Tehát az eset feltételei miatt az eljárás során kapott eredmény optimum közeli lesz.

2. eset: Az 1. esettől eltérő típusú virtuális sorok esete

Ebben az esetben általános vélemény nem fogalmazható meg az eljárás optimalitásáról, minden eset különböző hatékonyságú lehet. Minden esetben alá kell vetni a javító eljárásoknak a kapott eredményt, de nagy valószínűséggel állítható hogy a javítás után – költség monotonitás miatt – nem lesz távol az elfogadható költségértéktől a kapott megoldás.

6.5.5 Költség szerint megközelítőleg csökkenő sorozatok esete

Általában ez az eset – lehetséges kiosztás mellett – sem biztosít minden esetben optimum közeli értéket. Ekkor a javító eljárásokat, vagy kézi hangolást kell alkalmazni a jobb eredmény elérésének érdekében.

1. eset: közel azonos vagy rövid átfutási idővel rendelkező virtuális sorok esete

Hasonlóan az 6.5.4 pontban bemutatott esethez, amennyiben a feltételeknek megfelelő tulajdonságú virtuális sorokra alkalmazzuk az algoritmust, az eredmény optimalitásáról könnyebben mondható vélemény. A mohó választás eredményeként, az eljárás a költségre vonatkozóan mindig a lehető legjobb választást igyekszik végrehajtani. Mivel az átfutási idők aránylag rövidek, ezért a költség szerinti kiosztásban csak a virtuális sor elején (az eljárás végén) elhelyezkedő terméksorozatok ronthatják a végső költségértéket. Mivel ezek magas költségű terméksorozatok ezért, ha a kiosztás során az optimális sorok már telítettek, ezért az optimumtól távoli eredményt kapunk. Ezen leginkább a sorok közötti átrendezés segíthet. Nyilvánvaló, ha a virtuális sor terméksorozatai egyenletes eloszlás szerint kioszthatók a szerelősorokhoz, akkor nagy valószínűséggel elfogadható eredményt kapunk.

2. eset: növekvő átfutási idővel rendelkező virtuális sorok esete

Az algoritmus számára ez a legkedvezőtlenebb eset, mivel általában az optimumtól nagyon távoli megoldást eredményez. (Természetesen akkor, ha a kiosztás csak „szűken” végezhető el, azaz kevés az összes állásidő.) Mivel a szerelősort először a nagy átfutási idővel és kis költséggel rendelkező terméksorozatokhoz rendeljük, így a magas költségű termékek esetében nem biztos, hogy optimális szerelősort tudjuk hozzárendelni, sőt gyakran a legmagasabb szerelési költséget biztosító szerelősort kell a terméksorozathoz rendelni.

3. eset: Az előző két esettől eltérő típusú virtuális sorok esete

Ebben az esetben általános vélemény nem fogalmazható meg az eljárás optimalitásáról, minden eset eltérő hatékonyságú lehet. Mindig célszerű a javító eljárásoknak alávetni a kapott eredményt, de várható, hogy a javítás után – a költség monotonitása miatt – nem lesz távol az elfogadható költségértéktől a kapott megoldás.

6.6 Az eljárás lépésszám vizsgálata

Az eljárás futási lépésszámát két paraméter vezérli: az egyik a virtuális sor mérete, azaz a szerelendő termékek teljes mennyisége, a másik a rendelkezésre álló szerelősorok száma. A maximális lépésszám esetén az összes lehetséges kiosztás megvizsgálásra kerül, ekkor a lehetőségek száma: $O(n^N)$, ahol az N a megrendelésben szereplő terméksorozatok száma, és n

a rendelkezésre álló szerelősorok száma. A maximális lépésszám exponenciálisan függ a termékek mennyiségétől. Az eljárás minimális lépésszáma: n . Ez a lépésszám, akkor adódik, ha minden hozzárendelési lépésben azonnal az optimálisan kiválasztott szerelősorhoz osztjuk az adott terméksorozatot. Ismert, hogy azokban az esetekben, amikor az N és az n nem túl nagy értékek, az exponenciális lépésszám a mai számítógép teljesítmények mellett, elhanyagolhatóan rosszabb hatásfokú a polinomiális lépésszámú eljárásokhoz képest. Természetesen az átlagos esetekben a fenti lépésszám nagyságrenddel kisebb lesz a maximális lépésszámtól.

6.7 A megoldás javításának lépései

Különösen a csúsztatások után, de az egész eljárás heurisztikus volta miatt, célszerű a kapott eredményeket finomítani, hangolni. Nyilván a javításra több lehetőség kínálkozik, ezek közül a terméksorozatok sorok közötti átrendezése, vagy az azonos típusú, de különböző megrendelésekhez tartozó termékek szerelősoron történő összevonása (csökken az átállási költség és idő) adhat hatékony költségcsökkentést. A kapott kiosztást először átrendezéssel kell javítani.

6.7.1 Az átrendezés

Az átrendezés akkor lesz hatékony, ha a kiindulási szerelősoron található olyan terméksorozat, mely nem teljesíti a határidőkényszert, vagy a költségérték távol van az optimumtól. Az átrendezést a sorok közötti termékek cseréjével valósítjuk meg. Ennek a cserének a kiválasztási kritériumát két szempont határozza meg:

1. Van olyan termék, amely nem teljesíti a határidő kritériumot.
2. Található olyan terméksorozat, amely nem az optimális költségű szerelősoron kerül összeszerelésre.

Ezeknek a kritériumoknak megfelelő termékeket egy alacsonyabb összeszerelési költségű szerelősorra, vagy egy kisebb határidőcsúszást eredményező másik sorra próbáljuk átvinni.

1. lépés

Az első lépésben a „határidősérült” termékeket kell áthelyezni. Amennyiben lehetséges ezt a lépést minden ilyen tulajdonságú termékre el kell végezni. Ennek elsődleges oka az, hogy – az eljárás filozófiájának megfelelően – a kényszereket kielégítsük, még akkor is, ha ez költségnövekedéssel is jár.

0. feladat: Számítsuk ki minden szerelősorra a késésből eredő veszteségértéket, és jelöljük meg a legnagyobb ilyen értékkel rendelkező sort. (Több azonos esetén a legnagyobb teljes késési idővel rendelkező sort.) Ha minden sor minden terméke teljesíti a határidő kritériumokat, akkor leáll az eljárás.

1. feladat: Keressük meg a megjelölt soron a sorban első késéssel rendelkező terméket és ezt is jelöljük meg!

2. feladat: A megjelölt termék mellett keressük meg a többi sor közül azt – ha van ilyen –, amelyiken a termék határidejét megelőző várakozási idők összege elegendő a terméksorozat késés nélküli szereléséhez – ha több ilyen van, akkor nyilván a legkisebb költséggel rendelkező sort választjuk. A várakozási időt meghatározó két terméksorozatot csúsztassuk hátra illetve előre annyival, hogy a megjelölt terméksorozatot el tudjuk helyezni úgy, hogy a befejezési ideje ne sértse a határidőt. Lépünk vissza az 1. feladatra.

3. feladat: Ha nem illeszhető be, akkor keressünk olyan terméket mellyel kicserélve kedvezőbb költségértéket kapunk, esetleg a késés is kisebb lesz, vagy megszűnik. Lépünk vissza a 0. feladatra.

2. lépés

Ebben a lépésben azokat a termékeket próbáljuk meg átvinni egy másik sorra, amelyek magas szerelési-költségű soron kerülnek összeszerelésre. Az eljárás során figyelni kell, hogy minél kevesebb terméksorozat rendelkezzen határidőkéséssel.

0. feladat: Keressük meg a sorok elejéről az első olyan terméksorozatot, melyhez van alacsonyabb szerelési-költségű gyártósor.

1. feladat: Adjuk meg azokat a sorokat, melyeken alacsonyabb lesz a szerelési költség. Válasszuk ki azt a sort, amelyiken van olyan termék, mellyel átcserélve egyik soron sem sérül a határidő illetve az új szerelési költség, és az új raktározási költség összege csökken.

2. feladat: Ha van még, vegyük a következő terméket, és menjünk vissza az 1. feladatra, egyébként állítsuk le az eljárást.

Az algoritmus végrehajtása során előfordulhat, hogy egy terméksorozatot többször is cserélünk, de az eljárás kiválasztási kritériuma miatt a rendszer költségértéke szigorúan monoton csökken. Az átrendezés – jellegéből következően – elég nehézkes algoritmus. Abban

az esetben, ha van lehetséges kiosztás, akkor nem szükséges minden esetben elindítani. Amennyiben határidőkényszer feltétel megsértése nélkül nincs kiosztás, abban az esetben szükség van az eljárás végigfuttatására.

6.7.2 Az összevonások

Az összevonási eljárás egy adott soron az azonos, de különböző ütemű termékek összevonását végzi el, úgy hogy azok egyetlen terméksorozatot alkossanak. Az összevonásokat az összes gyártósoron párhuzamosan hajtjuk végre. A módszer csökkenti az átállítási költségeket, de természetesen megnöveli a késztermék raktározási időt és ezzel együtt a raktározási költséget is. Az összevonás után a teljesítési határidő a korábbi kiszállítási határidővel rendelkező terméksorozat határidejével fog megegyezni. Az eljárás elindítása előtt minden egyes terméksorozatra és szerelősorra meg kell határozni, hogy mennyi raktározási költséggel egyenértékű egy átállítási költség, ezeket adatokat egy mátrixban lehet tárolni.

Jelöljük az előjelesen vett kiszállítási határidő és csúsztatással kapott kiszállítási határidő különbségét

$$\Delta T_l = T_p^\tau - \hat{T}_l^T. \tag{27}$$

Abban az esetben, ha $\Delta T_l \geq 0$: az összevonást akkor célszerű elvégezni, ha

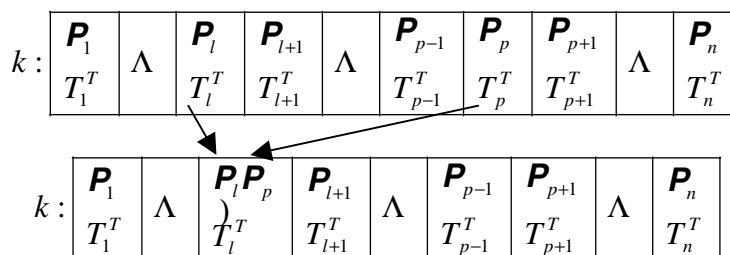
$$k_\gamma^{KR} q_{k\gamma} \Delta T_l < k_{k\gamma}^C, \tag{28}$$

vagy $\Delta T_l < 0$ esetében, ha nem történik kényszersérülés más terméksorozatra, akkor az összevonás elvégezhető. A L_k soron összevonás után a teljesítési időpontja (Az alábbi összefüggésekben a gyártósor indexektől eltekintünk, az áttekinthetőség érdekében):

$$\hat{T}_l^T = T_l^T + \sum_{\substack{\text{sorozat} \\ \text{méret}}} t_{kp}^P, \tag{29}$$

$$\text{típus}(P_l) = \text{típus}(P_k),$$

$$\sum_{h=1}^i (T_h^T + \delta T_h^C) \leq T_h^\tau; h \in [l+1, K, p-1], \tag{30}$$



24. ábra Az összevonások szerkezete

Ha a kiszámított költségfüggvény kisebb értéket eredményez, mint a korábban kapott költségérték, akkor újabb összevonást végzünk. Az nyilvánvaló, ha túl távoli elemeket próbálunk összevonni, akkor a késztermék raktározási költség nagy mértékben megnövekszik, illetve kisebb az esélye az összevonásnak, a közbülső elemek határidő kényszerei miatt.

Az eljárás leírása

0. feladat: Vegyük az első szerelősort.

1. feladat: A soron az első elemtől kezdődően vizsgáljuk meg a további elemeket mindaddig, míg ezzel az elemmel azonos típusú elemet találunk és $k_{\gamma}^{KR} q_{k\gamma} \Delta T_l < k_{k\gamma}^A$ teljesül. Amennyiben nincs ilyen elem és van még szerelősor, akkor folytassuk a következő szerelősor vizsgálatával. Ellenkező esetben állítsuk le az eljárást.

2. feladat: Összegezzük azokat a várakozási időket, melyek az adott terméksorozat szerelését megelőzik. Ha ezen idők és az átállítás idő összege legalább a második terméksor gyártási idejével megegyezik, akkor az összevonás elvégezhető. Kiszámítva a költséget, az összevonást elvégezzük, vagy elvetjük, attól függően, hogy nem csökkent vagy csökkent az értéke. Vegyük a következő terméket és lépünk vissza a 1. feladatra.

3. feladat: Ha nincs több termék a soron, vegyük a következő szerelősort és menjünk vissza az 0. feladatra.

Egy összevonás hatása a költségfüggvényre

Legyen $k_{k_{\min}}^A = \min_{\gamma} \{k_{k\gamma}^A\}$ és $k_{k_{\max}}^A = \max_{\gamma} \{k_{k\gamma}^A\}$, valamint $\Delta T = T_p^T - T_l^T$. A költségérték változásának értéke, ha a terméktárolás költségét a tárolás idővel lineárisnak tekintjük:

$$\Delta K = k_{\gamma}^{KR} q_{\gamma} \Delta T - k_{k\gamma}^A. \quad (31)$$

Amennyiben $\Delta K < 0$ akkor az összevonást végrehajtjuk, ellenkező esetben elvetjük.

6.8 Megoldás javításának hatékonyságvizsgálata

Az 6.7 pontban két heurisztikát felhasználó javító eljárás került meghatározásra, melyek az alapeljárás költségértékének csökkentésére szolgálnak. Ezért ezt a két eszközt nem szükséges felhasználni azokban az esetekben, amikor az eredeti eljárás során a költségértéknek elfogadható értéket kaptunk. A hatékonyság-vizsgálatokban a határidő sérült esetek vizsgálata a legfontosabb. Amennyiben csak olyan megoldást biztosít az eljárás, amelyekben a

határidőkényszer sérülése elkerülhetetlen, az átrendezés eljárását mindenképpen el kell indítani, mivel biztosan nem kapunk rosszabb eredményt.

1. eset: „Zsúfolt-üres” sorok esete

Ha a kiosztás során olyan megoldás született, amelyben az egyes szerelősorokon a várakozási idők a többiekhez képest nagyok, az eljárás nagy valószínűséggel kevesebb sorozaton eredményez késést. Ez abból következik, hogy az átrendezés során nem vizsgáljuk a szerelési költséget, csupán arra ügyelünk csak, hogy a kényszer ne sérüljön. Az aránylag nagy várakozási idők összeecsúszthatók, és ezáltal könnyedén beilleszthetők a határidőkényszer-feltétel sérült sorozatok.

2. eset: „Elaprózott” sorok és közel azonos gyártási idejű terméksorok esete

Ha a megoldás eredménye sok, rövid idejű várakozási időt tartalmaz a szerelések között, és van határidősérült sorozat, ha a különböző szerelési sorokon eltérő szerelési idővel rendelkezünk, akkor a költségérték átrendezéssel javítható. Az átrendezés akkor biztosít jobb kiosztást, ha a határidősérült terméksorozatok a szerelősorok elején helyezkednek el. Ez abból következik, hogy a mohó választás miatt a virtuális sor végén lévő termékek kisebb valószínűséggel rendelődnek az optimális szerelősorukhoz. A csere aránylag könnyen elvégezhető, mivel a szerelési idők nagymértékben nem térnek el.

6.9 Megoldás általános érzékenységvizsgálata

Az érzékenységvizsgálathoz egy olyan mintapéldát kellett készíteni, amelynek valóságtartalma a gyakorlatban előforduló tanulmányok alapján nem kérdőjelezhető meg. A vizsgálati mintapéldában egy olyan jellemző gyártási struktúra kerül elemzésre, mely egy dimenziófüggetlen bázis költségre épül.

6.9.1 Az érzékenységvizsgálatban használt mintapélda általános elvei

Legyen a vizsgált szerelőüzemben három szerelősor, és a termékfajták száma pedig 10. Az évi megrendelések száma 12-100 db között lehet. Egy megrendelésen belüli sorozatnagyság 20-50 db. A szerelősorok napi háromszor nyolcórás műszakban folyamatosan dolgoznak. Egy termék szerelési ideje 30 perc és 60 perc között van. A szerelősorok átállási ideje egy termék szerelésének 10-50 szerese lehet. Legyen egy darab termék bázis szerelési költsége: k_0 . Termékenként és szerelősoronként a tényleges szerelési költség $0,3k_0 \leq k_{*}^G \leq 3k_0$, melynek

dimenziója $\left[\frac{\text{euró}}{\text{db}} \right]$. A szerelősor termékenkénti átállítási költségét a szerelési költségéből

származtatjuk: $k_{\gamma}^A = a_0 k_{\gamma}^G \left[\frac{\text{euró}}{\text{sorozat}} \right]$. Ahol az a_0 arányossági tényező független a terméktől

és a szerelősortól, valamint értéke: $a_0 \in [10;50]$. A késztermék fajlagos raktározási költsége:

$k_{\gamma}^{AR} = a_{1\gamma} \bar{k}_{\gamma}^G \left[\frac{\text{euró}}{\text{db} \cdot \text{nap}} \right]$ dimenzióval, ahol az $a_{1\gamma}$ arányossági paraméter értéke 0,005 és 0,05

között változhat, a $\bar{k}_{\gamma}^G = \frac{\sum_{k=1}^3 k_{\gamma}^G}{3}$ pedig az átlagos szerelési költséget jelenti termékenként.

6.9.2 Általános összefüggések

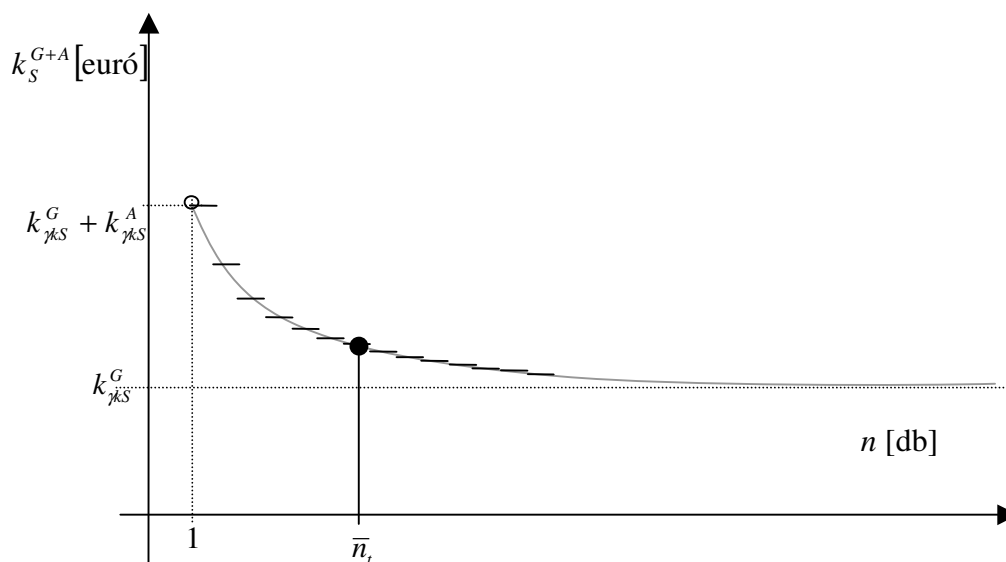
Vizsgálat első lépésében azokat az alapösszefüggéseket kell meghatározni, melyek az érzékenységvizsgálatban felhasználhatók lesznek. Az első ilyen paraméterelemzés az optimális sorozatok nagyságának meghatározása lesz. Az értékelemzésben az átállítási költség és a szerelési költség, valamint a raktározási költség szerepelnek. Ennek megfelelően az első lépésben ezt a három költségfüggvény komponensét kell elemezni.

1. Az első komponens a sorozatonkénti *szerelési költség*, mely lineárisan függ a sorozatban szereplő termékek számától és a fajlagos szerelési költségtől, melyben az utóbbit csak a termék típusa, a szerelősor jellemzői határoznak meg: $K_S^G = k_{\gamma}^G \cdot q_{\gamma S}$, ahol k_{γ}^G a fajlagos szerelési költség és $q_{\gamma S}$ az adott sorozatban szereplő termékek száma.
2. A vizsgált második komponens a *szerelősor átállítási költsége*. Ez a komponens csak az adott terméktípustól és a szerelősortól függ: $K_S^A = k_{\gamma S}^A$.
3. A harmadik komponens a *raktározási költség*. A költség a raktározott mennyiségtől és a raktározási időtől függ és mindkét paraméterrel lineáris kapcsolatban van. $K_S^{AR} = k_{\gamma}^{AR} \cdot q_{\gamma S} \cdot \Delta t_S$, ahol a k_{γ}^{AR} az adott típusú termék egy darabjának egységnyi időre eső raktározási költsége és Δt_S az egységnyi időtartamban számolt raktározási idő.

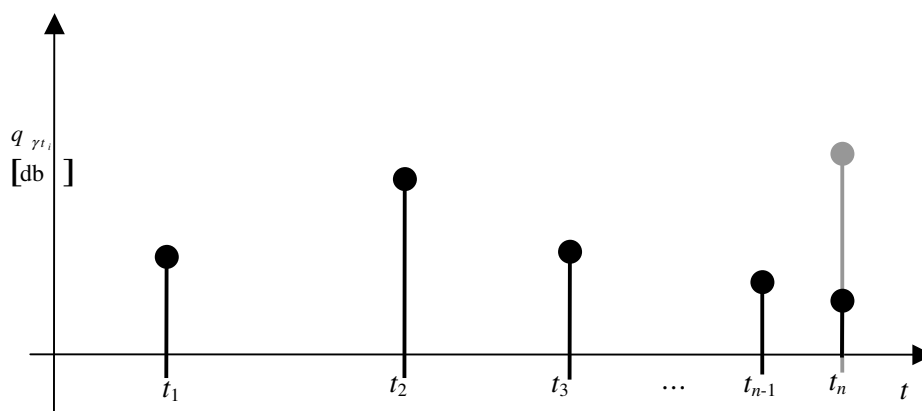
A vizsgálat első részében az első két költség összege játssza a szerepet, amelyet *kibővített szerelési költségnek* nevezünk, ez a költség: $K_S^{G+A} = K_S^G + K_S^A$. A vizsgálatokhoz adjuk meg a *fajlagos kibővített szerelési költséget*:

$$k_S^{G+A} = \frac{K_S^{G+A}}{q_{\gamma S}} = \frac{K_S^G + K_S^A}{q_{\gamma S}} = k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_{\gamma S}}. \quad (32)$$

Mint az összefüggésből látszik a fajlagos kibővített szerelési költség a mennyiségtől fordítottan arányos. A 24. ábrának megfelelően a kisebb sorozatok méretének növelése során az egy termékre eső költség nagyobb mértékben csökken, mint a nagy sorozatok esetében. Ezzel szemben a raktározási költség kissé bonyolultabban alakul. Meg kell vizsgálni a kiszállítási ütemidőket, és az ezekre vonatkozó mennyiségeket az adott termékből. A 26. ábra egy legyártott terméksorozat kiszállítását mutatja be. Az adott ütemben legyártott termékmennyiség ütemenkénti kiszállított volumenét a botelemek szimbolizálják, az utolsó világosabb botelem az utolsó ütemben kiszállított teljes mennyiség, melynek csak egy részét adják a vizsgált ütem termékei. A sötét botelemek összege kiadja a teljes sorozat nagyságát.



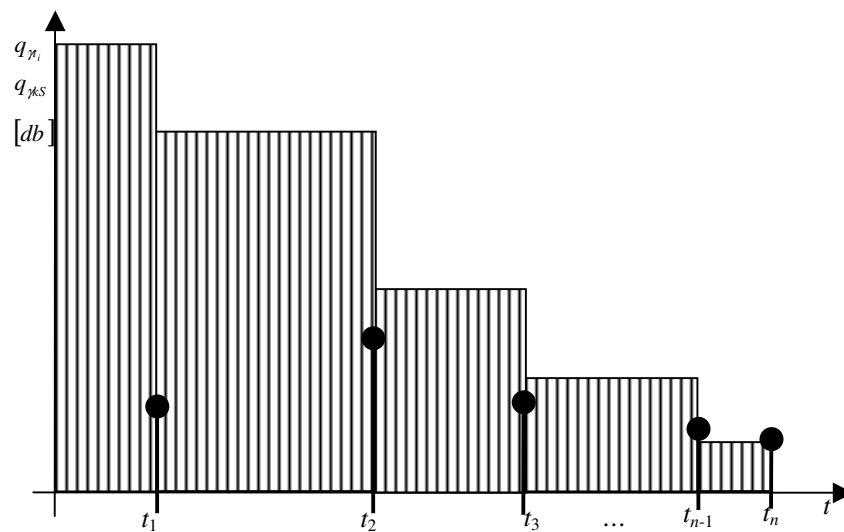
25. ábra A kibővített fajlagos szerelési költségfüggvény



26. ábra Egy legyártott terméksorozat kiszállítási ütemei

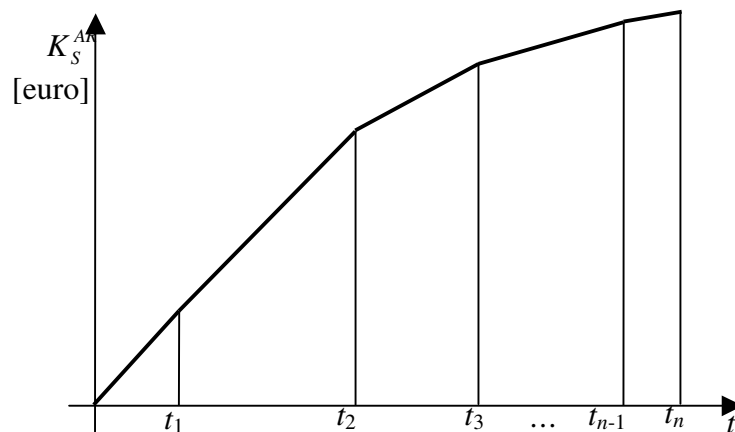
A jelentkező: $q_{\gamma_1}, q_{\gamma_2}, \dots, q_{\gamma_n}$ kiszállított mennyiségek összege kiadja a sorozat teljes mennyiségét: $q_{\gamma S} = \sum_{i=1}^n q_{\gamma_i}$. Tekintsük az adott S sorozathoz tartozó $q_{\gamma S}$ mennyiséghez és a kiszállítási ütemekre vonatkozó raktározási mennyiségeket: a $\hat{q}_{\gamma_i} = \hat{q}_{\gamma_{i-1}} - q_{\gamma_i}$; $i = 1, \dots, n$, ahol $\hat{q}_{\gamma_0} = q_{\gamma S}$ $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ ideig tároljuk. A mennyiség és idő összefüggést a 27. ábra mutatja. Mivel a raktározási költség lineárisan függ az időtől, ezért a raktározási költség a fenti ábra területeinek és a fajlagos raktározási költség szorzatának kumuláltjaként áll elő:

$$K_S^{AR} = k_{\gamma}^{AR} \sum_{i=1}^n \hat{q}_{\gamma_i} \cdot \Delta t_i, \quad (33)$$



27. ábra Egy ütem terméksorozatának raktározási mennyiségének alakulása

A (33) összefüggésnek megfelelő függvénygörbe a kiszállítással változó mennyiség raktározási költségének függvénygörbéjét adja meg az idő függvényében:



28. ábra Egy sorozat raktározási költsége az idő függvényében

A teljes mennyiségre jutó egységnyi raktározási költség a függvény maximumánál jelentkező érték és a teljes mennyiség hányadosaként áll elő:

$$k_{\gamma S}^{AR} = \frac{K_S^{AR}}{q_{\gamma S}} = \frac{k_{\gamma}^{AR} \sum_{i=1}^n \hat{q}_{\gamma i} \cdot \Delta t_i}{q_{\gamma S}} = \frac{k_{\gamma}^{AR} \sum_{i=1}^n \left(q_{\gamma S} - \sum_{j=1}^{i-1} q_{\gamma j} \right) \cdot (t_i - t_{i-1})}{q_{\gamma S}}. \quad (34)$$

Tekintsük a fajlagos raktározási költség alakulását a mennyiség függvényében a fenti kiszállítási ütemeket figyelembe véve. A fenti (34) összefüggésnek megfelelően a fajlagos költség a (35) kifejezést eredményezi:

$$k_{\gamma S}^{AR} = k_{\gamma}^{AR} \sum_{i=1}^n \left(1 - \sum_{j=1}^{i-1} \frac{q_{\gamma j}}{q_{\gamma S}} \right) \cdot (t_i - t_{i-1}), \quad (35)$$

ahol az n ütemidők száma a mennyiség függvénye lesz. Változtassuk a sorozatban szereplő termék mennyiségét először háromnegyedére, majd a második esetben kétharmadára úgy, hogy közben a kiszállítási ütemek nem változnak. A fenti (35) összefüggésnek megfelelően a sorozathoz kapcsolódó teljes raktározási költség az első esetben 58%-ra, a második esetben kevesebb mint a felére – pontosabban 47,3%-ra – csökkent. A fajlagos raktározási költség pedig a két esetre az alábbi módon alakul.

1. eset: Amennyiben a mennyiséget 75%-ra csökkentjük, akkor a fajlagos raktározási költség az eredeti fajlagos költséghez viszonyítva:

$$k_{\gamma S1}^{AR} = \frac{K_{\gamma S1}^{AR}}{q_{\gamma S1}} = \frac{K_{\gamma S1}^{AR}}{\frac{3}{4} q_{\gamma S}} = \frac{0,587 \cdot K_{\gamma S}^{AR}}{\frac{3}{4} q_{\gamma S}} \approx 0,78 \frac{K_{\gamma S}^{AR}}{q_{\gamma S}} = 0,78 k_{\gamma S}^{AR}; \quad (36)$$

2. eset: A mennyiséget 2/3-ra csökkentjük, akkor a fajlagos raktározási költség:

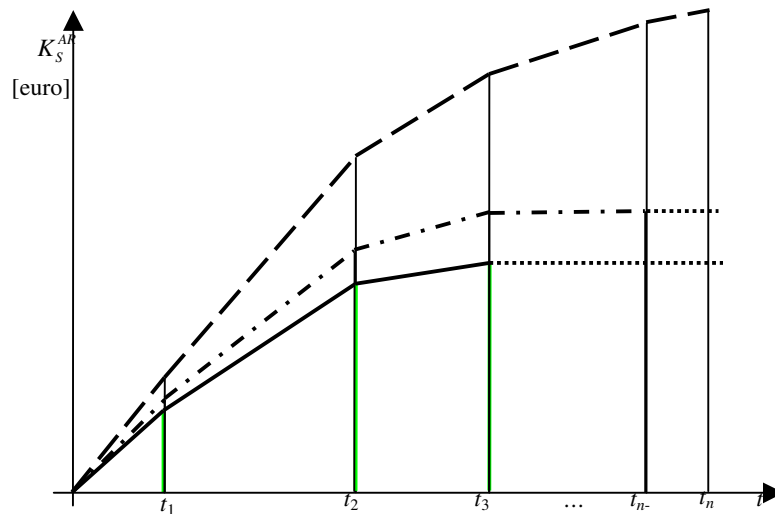
$$k_{\gamma S2}^{AR} = \frac{K_{\gamma S2}^{AR}}{q_{\gamma S2}} = \frac{K_{\gamma S2}^{AR}}{\frac{2}{3} q_{\gamma S}} = \frac{0,473 \cdot K_{\gamma S}^{AR}}{\frac{2}{3} q_{\gamma S}} \approx 0,71 \frac{K_{\gamma S}^{AR}}{q_{\gamma S}} = 0,71 k_{\gamma S}^{AR}. \quad (37)$$

Azaz az egy termékre eső raktározási költség az első esetben 78%-ra, míg a második esetben 71%-ra csökkent. Természetesen más kiszállítási ütemek – megrendelési határidők – esetén ezek az értékek teljesen másképpen változhatnak. A 29. ábrán a teljes raktározási költség változása látszik az idő függvényében. Az ábrán mind a három fenti esetet ábrázoltam, a legmagasabb görbe az eredeti mennyiségnek megfelelő költségértéket mutatja, a középső a háromnegyed mennyiségre vonatkozót, míg a legalsó kétharmados mennyiséghez kapcsolódó költségértéket.

A további elemzéshez, egy speciális esetet vettem. Tegyük fel, hogy a kiszállítási időközök ekvidisztánsak és a mennyiségeket is tekintsük egyenlőknek. (Azaz mindkét értéket, minden

esetben a várhatóértékével modellezzük: $\overline{\Delta t}$, illetve \bar{q}) Továbbá, a sorozatnagyságot úgy vegyük fel, hogy a kiszállítási mennyiség várhatóértékének egészszámú többszöröse legyen, azaz $q_s = k \cdot \bar{q}$ ahol $k \in \mathbf{N}^+$. Ekkor a fajlagos raktározási költség a (35)-ből származtatva az alábbi (38) egyszerűbb alakot veszi fel:

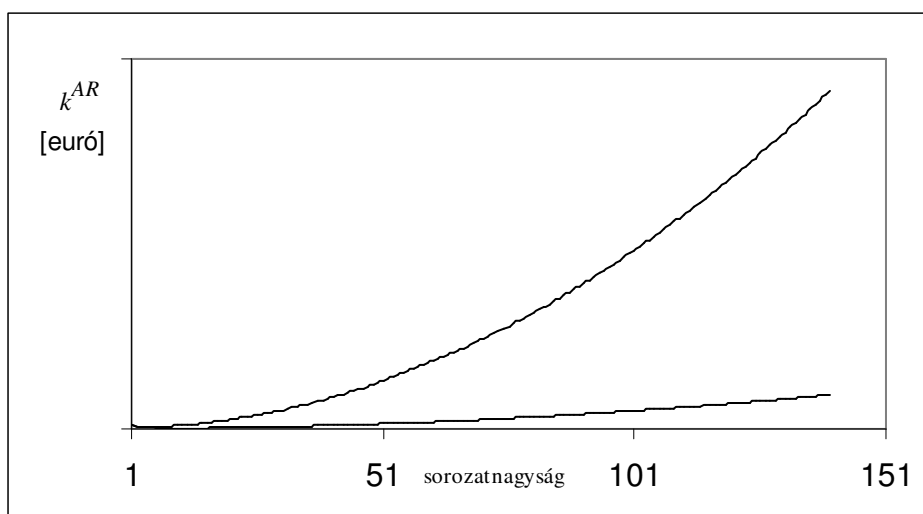
$$k_{\gamma S}^{AR} = k_{\gamma}^{AR} \cdot \overline{\Delta t} \cdot \bar{q} \cdot \sum_{\substack{i=k \\ \text{step}(-1)}}^1 i = k_{\gamma}^{AR} \cdot \overline{\Delta t} \cdot \bar{q} \cdot \frac{(k+1)k}{2}. \quad (38)$$



29. ábra

A raktározási költségek alakulása különböző mennyiségekre

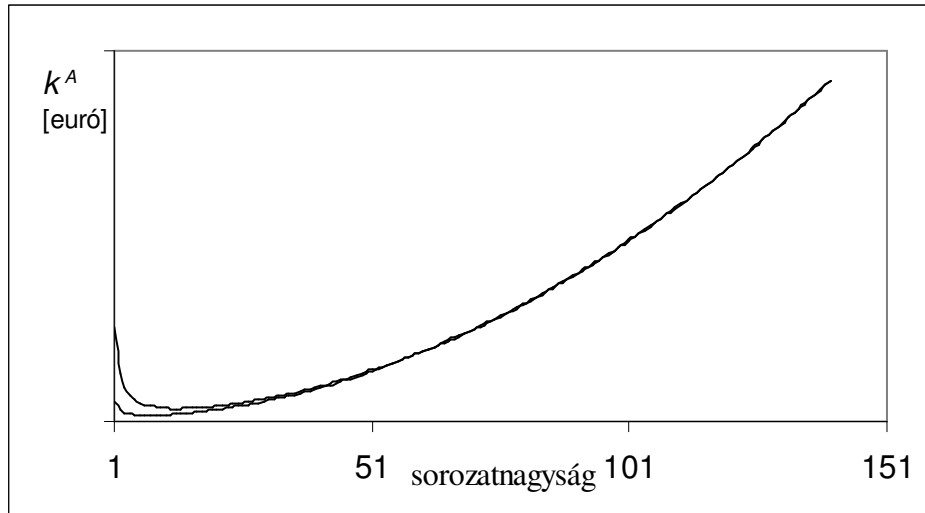
A fajlagos raktározási költség: $k_{\gamma}^{AR} = a_{1\gamma} \bar{k}_{\gamma}^G$, ahol $a_{1\gamma} \in [0,005; 0,05]$. A két szélső eset a 30. ábrának megfelelően alakul.



30. ábra A raktározási költség a szélső esetekben

Megjegyzés: A nagyobb meredekségű görbe a 0,05 értékhez, az alsó görbe pedig 0,005 értékhez tartozó költségértéket adja.

Az átállítási költség a mintapéldának megfelelően: $k_{\gamma}^A = a_0 k_{\gamma}^G$ és az $a_0 \in [10;50]$. A két szélsőértéket - 10-t és 50-t - választva, valamint a sorozatnagyságot 1-151 között vizsgálva, továbbá a többi paramétert konstansnak tekintve a 30. ábrán az aszimptotikus viselkedés nem változik. (A szaggatott görbe adja a magasabb 50 értékhez tartozó költségértéket.)



31. ábra Az átállítási költség a paraméter szélső eseteire

A kibővített szerelési költség az adott mennyiségre vonatkozóan (32): $k_{\gamma S}^{G+A} = k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{k \cdot \bar{q}}$.

A teljes fajlagos költség:

$$k_{\gamma S}(\bar{q}, k) = k_{\gamma S}^{G+A} + k_{\gamma S}^{AR} = k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{k \cdot \bar{q}} + k_{\gamma}^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot \bar{q} \cdot \frac{(k+1)k}{2}. \quad (39)$$

A (39) összefüggést a sorozatmennyiségre vonatkoztatva:

$$k_{\gamma S}(q_s, k) = k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s} + k_{\gamma}^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot q_s \cdot \frac{(k+1)}{2}. \quad (40)$$

Továbbá:

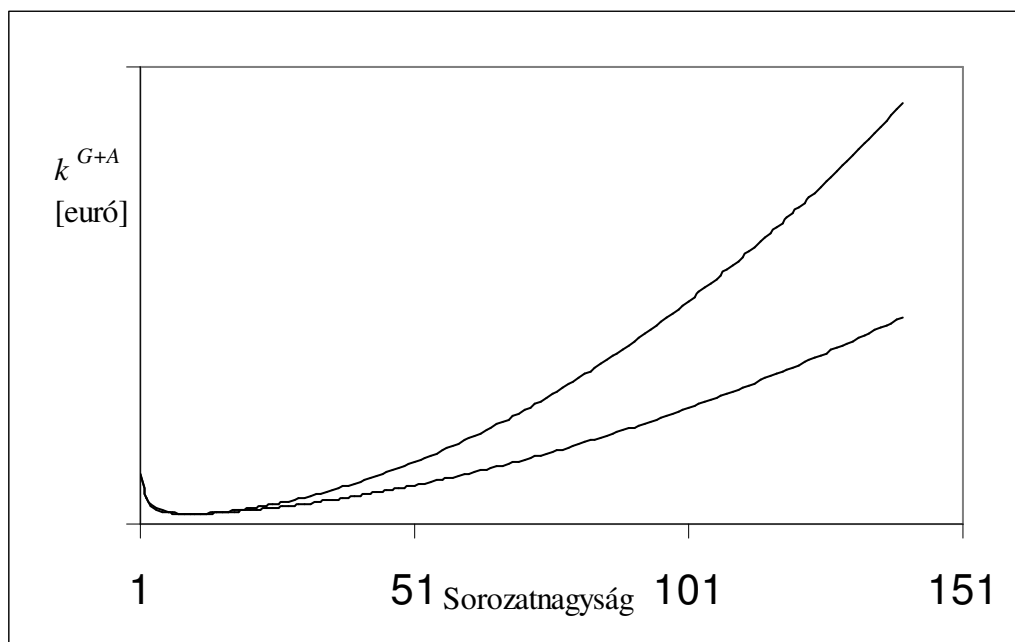
$$\begin{aligned} k_{\gamma S}(q_s, k) &= k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s} + \left(k_{\gamma}^{AR} \cdot \bar{\Delta t}\right) \cdot q_s \cdot \frac{\left(\frac{k\bar{q}}{q_s} + 1\right)}{2} = \\ &= k_{\gamma S}^G + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s} + \left(k_{\gamma}^{AR} \cdot \bar{\Delta t}\right) \cdot q_s \cdot \frac{\left(\frac{q_s}{\bar{q}} + 1\right)}{2}. \end{aligned} \quad (41)$$

Az összefüggés tovább finomítva a (42) alakot veszi fel:

$$\begin{aligned}
 k_{\gamma S}(q_s, k) &= \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2\bar{q}} \cdot q_s^2 + \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2} \cdot q_s + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s} + k_{\gamma S}^G = \\
 &= C_1 \cdot q_s^2 + C_2 \cdot q_s + \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s} + k_{\gamma S}^G = k_{\gamma S}(q_s).
 \end{aligned}
 \tag{42}$$

Ahol $C_1 = \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2\bar{q}}$ és $C_2 = \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2}$. Az eredmény függvény egy parabolikus aszimptotájú racionális törtfüggvény lesz.

A kibővített fajlagos költség változását a rendelési mennyiség változásának függvényében a két szélső esetben a 32. ábra mutatja be.



32. ábra A kibővített fajlagos költség a szélső esetekben

A fajlagos költségértéknek (42) minden függvény esetében van minimuma, ezt az első derivált meghatározásával kaphatjuk meg. (43)

$$\begin{aligned}
 \frac{dk_{\gamma S}(q_s)}{dq_s} &= \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2\bar{q}} \cdot 2q_s + \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2} - \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s^2} = \\
 &= \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{\bar{q}} \cdot q_s + \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2} - \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s^2}.
 \end{aligned}
 \tag{43}$$

A differenciálhányados-függvény zérushelye a költség minimuma lesz:

$$\frac{dk_{\gamma S}(q_s)}{dq_s} = \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{\bar{q}} \cdot q_s + \frac{(k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t})}{2} - \frac{k_{\gamma S}^A}{q_s^2} = 0.
 \tag{44}$$

Ezzel ekvivalens harmadfokú egyenlet:

$$q_s^3 + \frac{\bar{q}}{2} \cdot q_s^2 - \frac{2\bar{q}k_{\gamma S}^A}{k_{\gamma}^{AR} \cdot \Delta t} = 0. \quad (45)$$

A (45) baloldalán álló függvény szigorúan monoton lesz a pozitív q_s -re, mivel az első deriváltja

$$f'(q_s) = 3q_s^2 + \bar{q} \cdot q_s > 0. \quad (46)$$

Tehát a harmadfokú egyenletnek pontosan egy zérushelye lesz a pozitív tartományban, ami iteratív úton könnyen megkereshető

Amennyiben a raktározási fajlagos költség és az átállási fajlagos költség arányát tekintjük (ezt a gondolatmenetet alkalmazzuk majd a következő szakaszban is, ahol a $k_{\gamma}^A = a_0 k_{\gamma}^G$,

$$k_{\gamma}^{AR} = a_{1\gamma} \bar{k}_{\gamma}^G) \text{ és bevezetjük a következő jelölést } c = \frac{2k_{\gamma S}^A}{k_{\gamma}^{AR} \cdot \Delta t} = \left(\frac{a_0 k_{\gamma}^G}{a_{1\gamma} k_{\gamma}^G} \cdot \frac{2}{\Delta t} = \frac{a_0}{a_{1\gamma}} \cdot \frac{2}{\Delta t} \right) \text{ a (45)}$$

harmadfokú egyenlet az alább (47) alakot veszi fel

$$q_s^3 + \frac{\bar{q}}{2} \cdot q_s^2 - \bar{q}c = 0. \quad (47)$$

Az egyenlet megoldása

$$q_s = \sqrt[3]{-\frac{\bar{q}^2}{24} + \sqrt{\frac{\bar{q}^4}{576} + \left(\frac{\bar{q}^3}{108} - c\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{\bar{q}^2}{24} - \sqrt{\frac{\bar{q}^4}{576} + \left(\frac{\bar{q}^3}{108} - c\right)^3}} + \frac{\bar{q}}{6}. \quad (48)$$

Az eredményből látszik, hogy a minimális fajlagos költséghez tartozó ideális sorozat nagyság a megrendelt mennyiség várhatóértékének $\mathcal{O}\left(\frac{3}{\bar{q}^2}\right)$ nagyságrendű függvénye lesz.

6.10 Érzékenységvizsgálat a heurisztikus eljáráson keresztül

A feladatméret robusztussága miatt, szükség volt számítógépes segédeszközök használatára. Két eszközt használtam fel, a Microsoft Office csomagjának Excel táblázatkezelőjét, és ennek statisztikai függvényeit, valamint egy általam kifejlesztett szoftvert, mely kiváló teszt eszköznek bizonyult a példák generálásához.

A 6.9.2. pontban vázolt mintapélda elvekhez készítettem egy konkrét mintaesetet, majd ezen végeztem el az érzékenység vizsgálatot. Két különböző analízis alkalmazására kerül sor: egy paraméteres vizsgálatra, valamint egy struktúraelemzésre.

1. A paraméteres elemzés során csak a fajlagos költségek változásának vizsgálata történik meg, mégpedig a bázis költséghez kapcsolt értékek változásának függvényében. A két

paraméter, ami vizsgálatra kerül: az a_0 és az a_1 paramétert. A 6.9.2. pontnak megfelelően az átállítás költséget az a_0 arányossági tényező segítségével a szerelési költségből

származtatjuk: $k_{jk}^A = a_0 k_{jk}^G \left[\frac{\text{euró}}{\text{sorozat}} \right]$, $a_0 \in [10;50]$. A késztermék fajlagos raktározási

költsége az $a_{1\gamma}$ arányossági paraméter segítségével: $k_{\gamma}^{AR} = a_{1\gamma} \bar{k}_{\gamma}^G \left[\frac{\text{euró}}{\text{db} \cdot \text{nap}} \right]$, az értéke

0,005 és 0,05 között változhat. A $\bar{k}_{\gamma}^G = \frac{\sum_{k=1}^3 k_{jk}^G}{3}$ pedig az átlagos szerelési költséget jelenti termékenként.

2. A struktúra érzékenység vizsgálat esetében a teljes feladat elemzése nem volt célom, így a szerelési, átállítási időket állandónak tekintem, a beépülési mátrix, valamint a technológiai költségek nem fognak változni. A vizsgálatban szereplő két változó az évenként igényelt termékek számának várható értéke és szórása, és az évenkénti megrendelések várható értéke és szórása.

6.10.1 Részletes mintapélda az érzékenységvizsgálathoz

A vizsgálatához egy egyenletes eloszlás szerint véletlenszerűen generált mintapéldát határozok meg, melyben a két vizsgálandó paraméter a legkisebb értéken szerepel. A táblázatban a három szerelősorra kapott értékek szerepelnek (1,2,3).

Termék azonosító	Megrendelések száma	Szerelési fajlagos ktg			a_0	Átállítás fajl. ktg			a_1	Rakt. Fajl. ktg	Szerelési idő (perc)			Átállítás idő (perc)		
		1	2	3		1	2	3			1	2	3	1	2	3
1	28	0,8	0,9	2,2	10	8	9	22	0,005	0,004	35	36	37	339	466	196
2	21	2,7	1,9	1,9		27	19	19		0,0135	45	37	44	373	256	566
3	19	1,7	1,4	1,2		17	14	12		0,0085	55	58	59	525	306	316
4	53	1,2	0,6	0,4		12	6	4		0,006	34	33	34	227	194	387
5	50	1,9	2,2	1,4		19	22	14		0,0095	40	34	36	372	231	414
6	83	1,8	1,3	1		18	13	10		0,009	32	28	32	459	254	288
7	75	2	1,3	1,2		20	13	12		0,01	53	45	54	651	320	353
8	60	2,1	2,9	2,2		21	29	22		0,0105	39	44	34	292	367	412
9	35	0,4	2,4	1,5		4	24	15		0,002	46	45	58	508	481	374
10	18	0,9	1,4	1,2		9	14	12		0,0045	48	35	39	651	309	475

1. táblázat A kezdeti paraméterek

A generált megrendeléseket, a hozzájuk tartozó teljesítési határidőkkel, terméktípusokkal és megrendelési mennyiségekkel együtt a 1. sz. mellékletben található táblázat tartalmazza részletesen. A kapott két táblázatnak és a leírt eljárásnak megfelelően kialakítható a virtuális sor. A sorban az összesen 442 megrendelés adatait kell határidő szerint növekvő sorrendbe szedni, a 2. táblázat az így kapott virtuális sornak az elejét és végét mutatja be:

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	...	436.	437.	438.	439.	440.	441.	442.
Határidő	03. jan. 03.	03. jan. 03.	03. jan. 03.	03. jan. 04.	03. jan. 07.	03. jan. 07.	03. jan. 09.	03. jan. 10.	...	03. dec. 26.	03. dec. 26.	03. dec. 27.	03. dec. 29.	03. dec. 30.	03. dec. 31.	03. dec. 31.
termék	3	7	9	6	7	4	4	5	...	1	4	3	3	7	10	6
db	8	8	12	18	21	9	28	29	...	15	19	8	6	23	14	22
Megrend. azonosító	52	307	391	253	264	99	106	154	...	15	88	57	68	308	440	207

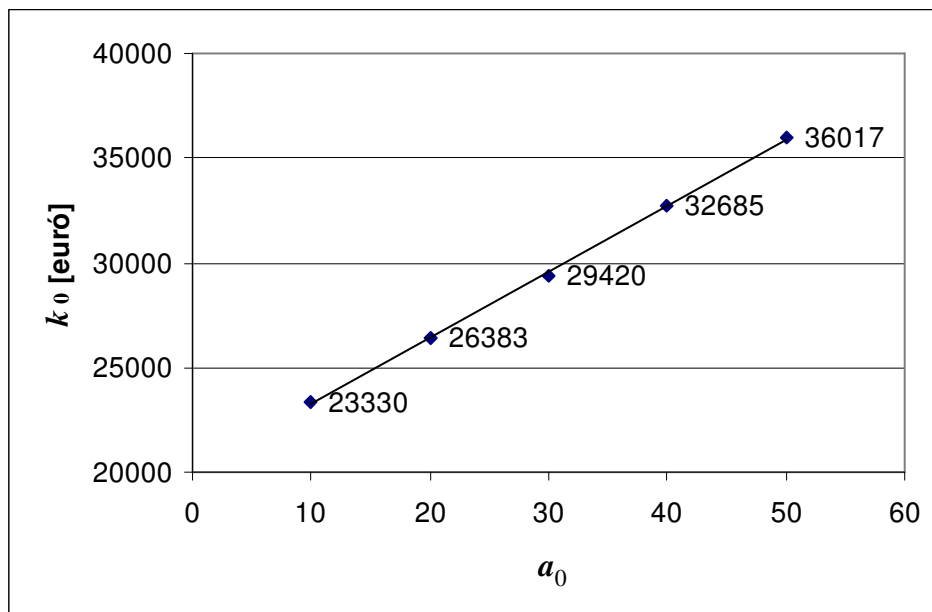
2. táblázat Virtuális sor részlet

A virtuális sor végétől kezdődően szétosztjuk a sorokhoz a termékeket. A kezdeti kiosztás előtt célszerű már az összevonások egy részét elvégezni. Azokat az azonos termékkel rendelkező sorozatokat vonjuk össze, amelyek határideje között legfeljebb két nap van, illetve ha több közeli sorozat adódik, akkor esetleg több összevonást is végrehajtunk a 6. fejezetben leírtaknak megfelelően. A mintapéldában a 69 összevonási lépésben kettő és három megrendelés összevonása történt csupán. Eredményként a kezdeti 442 megrendelés sorozatából 373 adódott.

A következő lépésben a sorozatokhoz történő kezdeti kiosztást kell végrehajtani a 6.3.1 pontban megadott algoritmus szerint. Az átrendezések és az összevonás végrehajtása után az első szerelősorhoz 113 sorozat, a másodikhoz 89, míg a harmadikhoz 171 terméksorozat kapcsolódott. A 6.3.1 eljárás végrehajtása során minden megrendelés határidejét sikerült betartani. Ideális esetben, minden terméksorozat a számára optimális soron kerül összeszerelésre, ekkor a teljes szerelési és átállítási költség: $18\,391 k_0$ és $23\,333 k_0$ között lesz, attól függően, mennyi átállításra van szükség. Az algoritmus által kapott költségérték: $22\,209 k_0$, ami igen jónak mondható. Hiszen, a legkisebb lehetséges értéknél, minden termékre csak egyszeri átállítási költség lett figyelembe véve. A kapott értékhez még a raktározási költséget hozzá kell adni: így az első sorhoz $350 k_0$ -t, a másodikhoz $100 k_0$ -t, és a harmadikhoz $671 k_0$ -t, azaz összesen $1121 k_0$ -t. Ezzel kibővítve, az adott minta feladat teljes költségértéke $23\,330 k_0$ lesz.

6.10.2 Paraméteres érzékenységvizsgálat

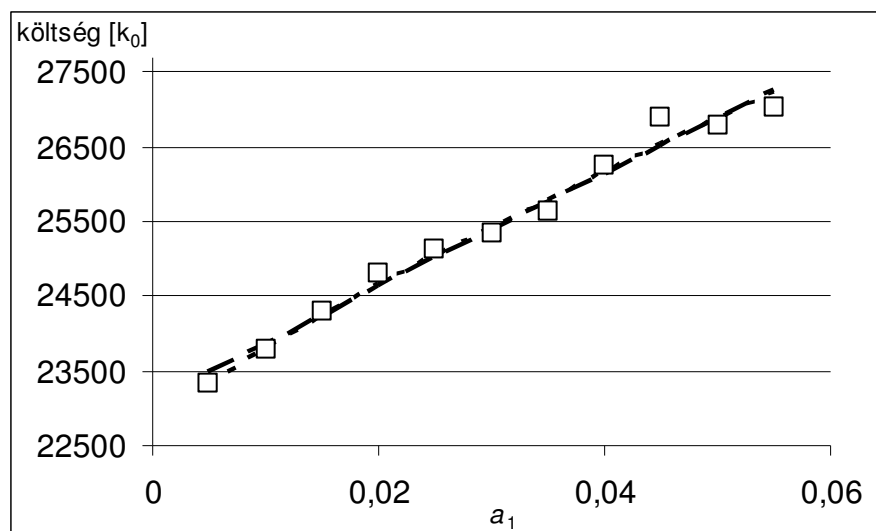
A fenti mintafeladatot elemzem a paraméteres érzékenységvizsgálat során is. Az első lépésben az a_0 paramétert változtattam, mégpedig 20, 30, 40, és 50 értékre. Részletes bemutatás nélkül a kapott költség értékek rendre a következők lettek: 26 383 k_0 , 29 420 k_0 , 32685 k_0 , 36017 k_0 . Mint az értékek sorrendjéből látszik a kapcsolat majdnem teljesen lineáris. Az hogy a kapcsolat nem pontosan lineáris az abból adódik, hogy kis sorozatok esetén további összevonások történtek. A kapott eredményt és a trendvonalat a 33. ábra mutatja:



33. ábra A költségértékek változó paraméter mellett

A növekedés mértékét a trendvonal egyenletéből kapjuk: $e_1(x) = 316,76x + 20064$ ($R^2=0,9995$). Tehát az a_0 paraméter 1,5-szeres növekedése esetén a költség: 14%-al növekedett meg, a duplájára emelés során az összköltség 27,3%-al, míg 5-szörös növekedés esetén 54,5%-al. Megállapítható, hogy a teljes költség optimumának a stabilitását a paraméter ésszerű változtatása befolyásolja, és növekedését közel lineárisan követi. Amennyiben a paraméter túlzott nagy értéket venne fel, ami azt jelentené, hogy az átállítási költség sokszorososa lenne a raktározási költségnek, az optimum a nagyobb raktározási idő és a lehetséges minimális átállítási szám felé mozdulna el (példánkban a 10 átállítás felé). Ekkor a költség már közel a_0 együtthatóval arányos lineáris trendet mutatna úgy, hogy a szerelési és raktározási költségek állandók lennének. (Ez utóbbi eset elméleti jellegű, gyakorlatban nem fordul elő.)

Érdekesebb eredményt ad a a_1 raktározási arányossági tényező változtatása. Mint vázoltuk ez az érték 0,005 és 0,05 között változhat. A vizsgálathoz az alap 0,005 érték mellett 0,01, 0,015, 0,02, 0,025, 0,03, 0,035, 0,04, 0,045 és a 0,05 értékeket választottam a mintapéldánkhoz. Az összköltség az a_1 értéktől azonos szerelési rendszeren belül 102256,6 együtthatójú lineáris változást mutat. Ha egy kiosztás során nagyobb raktározási költséget használunk, akkor törekedni kell a rövidebb raktározási idő alkalmazására. A vizsgálatok szerint, lehet találni olyan kiosztást, mely a fenti lineáris trend alatt marad. Az alkalmazott értékekre rendre a következő költségértékek adódtak: 23 330 k_0 , 23 790 k_0 , 24 301 k_0 , 24 807 k_0 , 25 135 k_0 , 25 328 k_0 , 25 625 k_0 , 26 241 k_0 , 26 890 k_0 , 26 778 k_0 , 27 022 k_0 . A 34. ábra megadja a különböző paraméter értékekre a költségértékeket, amelyeket az ábra adatpontjai mutatnak, valamint az ábra vázolja a trendvonalakat lineáris és hatványfüggvény esetére.



34. ábra A költségértékek az a_1 paraméter függvényében

A trendvizsgálat eredménye szerint a kapcsolat leginkább lineáris lesz: $e(x) = 75519x + 23102,66$ egyenlettel ($R^2=0,9793$). A lineáris kapcsolatot feltételezve a teljes költség érték az $a_{1\gamma}$ paraméter változtatása esetén, ha duplájára növeljük, akkor a teljes költség 1,6 %-al növekszik. Amennyibe értéket rendre a kétszeresére, háromszorosára, ..., tízszeresére növeljük, akkor 3,2 %, 4,8 %, ..., 14,5 % növekedést eredményez. Az optimum stabil marad mindaddig, míg a paraméter értéke a gyakorlatban megszokott érték korlát között marad ($0,005 \leq a_{1\gamma} \leq 0,05$). Abban az esetben, ha az érték nagyságrendekkel meghaladja az átállítás költségét, akkor az algoritmusban az összevonásokat nem szabad megengedni és az eljárás arra fog törekedni, hogy a szerelés befejezési idő a határidővel legyen egyenlő. Amennyiben ez lehetséges úgy, hogy közel optimális a szerelősorokhoz történő kiosztás, és

akkor a teljes költség konstans marad. Ez következik abból, hogy az átállítási idő és a szerelési idő nem változik a paraméter változtatásával. Amennyiben ez nem elérhető, akkor az optimális költségben a raktározási költség és a szerelési költség lesz a meghatározó. A szerelési volumenek várhatóértékétől és a paramétertől függő lineáris kapcsolatot kapunk, ha a paraméter meghaladja 0,1 értéket és a volumen nagy, a raktározási idő a minimum felé közelít az eljárás során és ekkor a szerelés ütemezése a paraméter változásával közel állandó lesz. A köztes helyzetekben az optimumról általános vélemény nem alkotható.

A két paraméter együttes változtatásának esete az előző két vizsgálatra visszavezethető.

6.10.3 Struktúra és volumen érzékenységvizsgálat

A struktúra érzékenységvizsgálatban a szerelési és átállási időt, valamint a költségtényezőket alapadatnak és nem módosulandó értéknek tételezzük fel.

1. *Termékfajták száma változatlan $\gamma = 1 \dots \sigma$,*

a. *Volumenek arányosan változnak*

Az éves megrendelt összes mennyiség minden termék esetén:

$$\frac{q_{\gamma}^*}{q_{\gamma}} = 1 + 0,1 \cdot \lambda; \quad \lambda \in \{-m; K; -1; 1; 2; K; m\} \quad (49)$$

A vizsgálatban az m paramétert változtatjuk és ennek hatását elemezzük.

b. *A volumenek véletlenszerűen változnak*

A (49) összefüggésben szereplő arányossági tényezőt termékenként véletlenszerűen (egyenletes eloszlás szerint) választjuk meg.

2. *Struktúra változik – termékfajták összetétele módosul*

A kiindulási σ db termékből $0 \leq \sigma_1 < \sigma$ termék megszűnik, valamint $0 \leq \sigma_2$ új termékfajta kerül összeszerelésre, mivel csak a nem triviális eseteket vizsgáljuk, ezért: $\sigma_1 \cdot \sigma_2 \neq 0$.

6.10.3.1 Termékfajták száma változatlan, és a volumenek arányosan változnak

A vizsgálatához ismét felhasználjuk a már bevált 6.10.1 pontban bemutatott mintapéldát. Az elemzésekhez az $m = 10$ értéket választjuk. Az $m = 12$ esetén elméletileg még teljesíthető a megrendelés rendszer, ugyanis az összes szerelési idő és egy átlagos átállítási számhoz tartozó átállítási idők összege még belefér a három szerelősor éves idejébe, de már a 13 esetében nem teljesíthető úgy, hogy a megrendelések mindegyike határidőre kielégítődjön. A 12 érték mellett is csak elméletileg teljesíthető. A vizsgálatokban csak olyan eseteket nézünk meg,

amelyekben minden megrendelés határidőre kielégíthető, mivel ellenkező esetben azt a politikát is definiálni kell, hogy melyik megrendelő esetében engedhetjük meg a késést, és milyen mértékben. A nagyobb arányossági tényezők esetén elkerülhetetlen más paraméterek megváltoztatása, mivel vagy nem lesz teljesíthető megfelelő módon a megrendelések halmaza, vagy a késések miatt a vevők bizalma annyira megromlik, hogy a megrendelések száma ugrásszerűen lecsökken. A mintapéldánkban ez a küszöb a 10 érték lesz. A nagy értékek esetében növelhetjük a szerelősorok számát, csökkenthetjük az átfutási- és szerelési időket. Ez a vizsgálat a közgazdaságtanban jól modellezett.

Az évente igényelt termékek számát a mintapéldában az 3. táblázat tartalmazza:

termék	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Megrendelt db szám	1058	719	646	1877	1794	3017	2561	2239	1372	604

3. táblázat A generált megrendelés rendszer

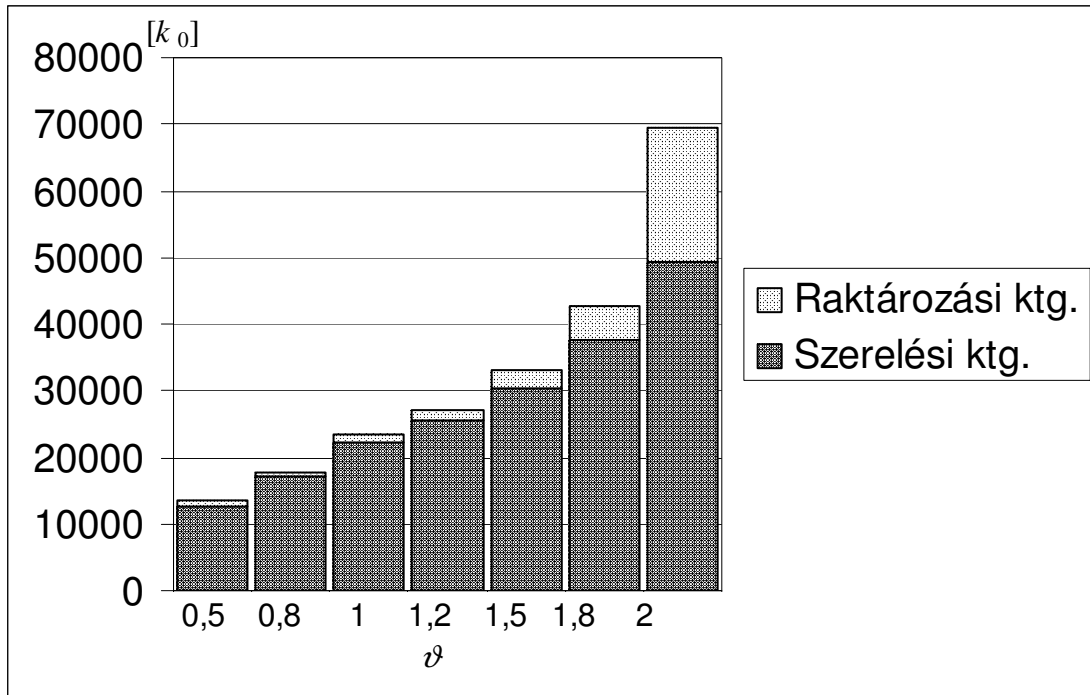
A (49)-ben szereplő $\vartheta = \frac{q_\gamma^*}{q_\gamma} = 1 + 0,1 \cdot \lambda$; $\lambda \in (-10;10] - \{0\}$, $\lambda \in \mathbf{Z}$ összefüggésnek megfelelően az arányossági tényező a következő értékeket veheti fel: $\vartheta \in \{0,1;0,2;\Lambda ;0,8;0,9;1,1;1,2;\Lambda ;1,9;2\}$. (A $\lambda=0$ eset, az alap rendszert jelenti.) A vizsgálatban a mintapéldára a $\vartheta=0,5; 0,8; 1,2; 1,5; 1,8$ és 2 eseteket vizsgáljuk meg. A kapott eredményeket a 4. táblázat és a 35. ábra foglalja össze:

λ	-5	-2	0	2	5	8	1
ϑ paraméter	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2
Szerelési ktg	12 706	17 115	22 209	25 538	37 454	37 454	49 223
Raktár ktg	834	508	1 121	1 596	5 283	5 283	20 350
Összktg.	13 540	17 623	23 330	27 134	42 737	42 737	69 573

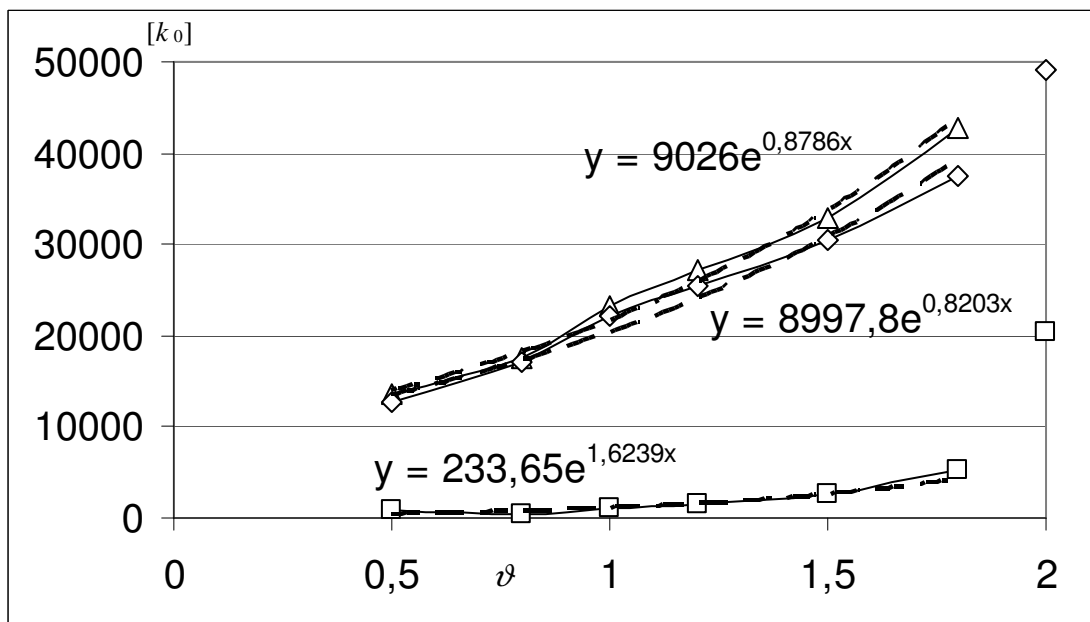
4. táblázat A paraméter értékekhez tartozó költségkomponensek

A teljes-, és komponens költségek a paramétertől egy adott határig jellegét tekintve exponenciálisan növekednek. Ez a határ a mintapélda esetében 1,9 és 2 között (azaz a λ értéke 9 és 10 érték között) található. Mint a 35. ábra mutatja, a határ elérése után egy ugrásszerű növekedés történt, majd a további paraméternövelés esetében a kényszer megsértése nélkül már nem oldható meg a feladat. (A mintapélda esetében ez 2,2 ($\lambda=12$) értéknél történik meg.) A 36. ábra egyúttal megmutatja az értékeket az exponenciális illesztés eredményét, továbbá

megadja azon exponenciális függvények alakjait, melyek a legjobban közelítik az adott költség elemet, mind a szerelési-, raktározás- és összes költség esetében.



35. ábra A költségek alakulása a paraméter változása mellett



36. ábra Az exponenciális illesztés teljes költségére

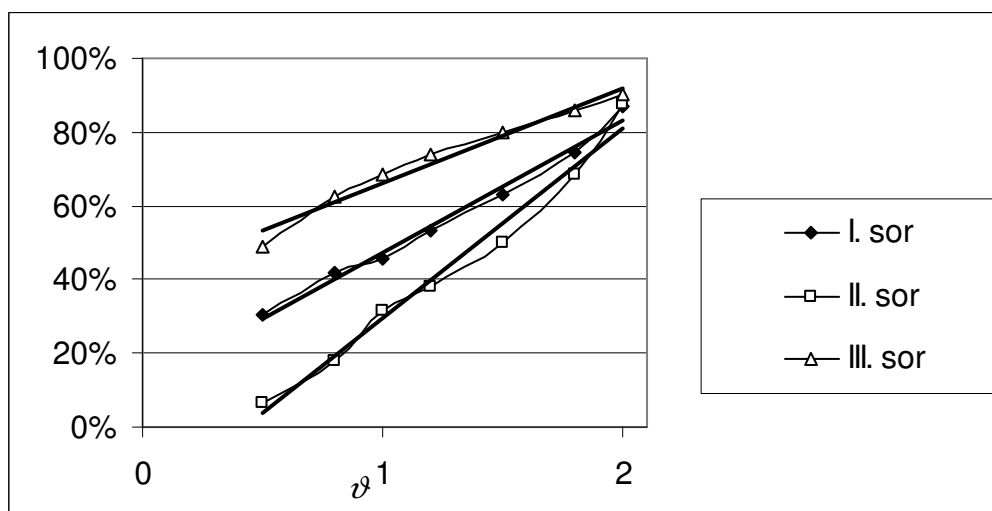
Megjegyzés a 35. és 36. ábrához: A független változó értéktengelye a számított paraméter értékeket, a függőleges tengely a költség értékeket mutatják. A szaggatott vonallal jelzett görbék az exponenciális illesztés eredményei.

A szerelősorok kihasználtsága

Érdeemes megnézni, hogy az egyes paraméter értékek mellett a szerelősorok milyen kihasználtságot mutatnak. Általános, mély következtetés nem vonható le, mivel a kihasználtság feladatfüggő. Általánosan csak annyi állapítható meg, hogy a paraméter növelésével közel egyenletesen növekszik minden sor kihasználtsági rátája a 100 %-os érték felé. Ezt a közel egyenletességet a heurisztikus algoritmus azon tulajdonsága biztosítja, hogy a megoldás során mindig a kényszer teljesítését tekinti elsődleges célnak, és emiatt sok esetben a rosszabb szerelési érték ellenében egy jobb időtényezővel rendelkező sor mellett dönt a kiosztás során. Ennek igazolására a mintapélda esetében a paraméterekhez tartozó éves kihasználtsági tényezőt számítottuk. Az alábbi 5. táblázat a szerelősorok kihasználtságát mutatja százalékos alakban, valamint a 37. ábra grafikonos megjelenítésben ábrázolja az adatokat a lineáris illesztésükkel együtt:

	0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2
I. sor	30,36%	41,61%	45,60%	53,22%	63,25%	74,32%	86,76%
II. sor	6,78%	17,76%	31,54%	37,89%	49,74%	68,70%	87,45%
III. sor	48,90%	62,44%	68,49%	73,86%	79,96%	85,61%	89,97%

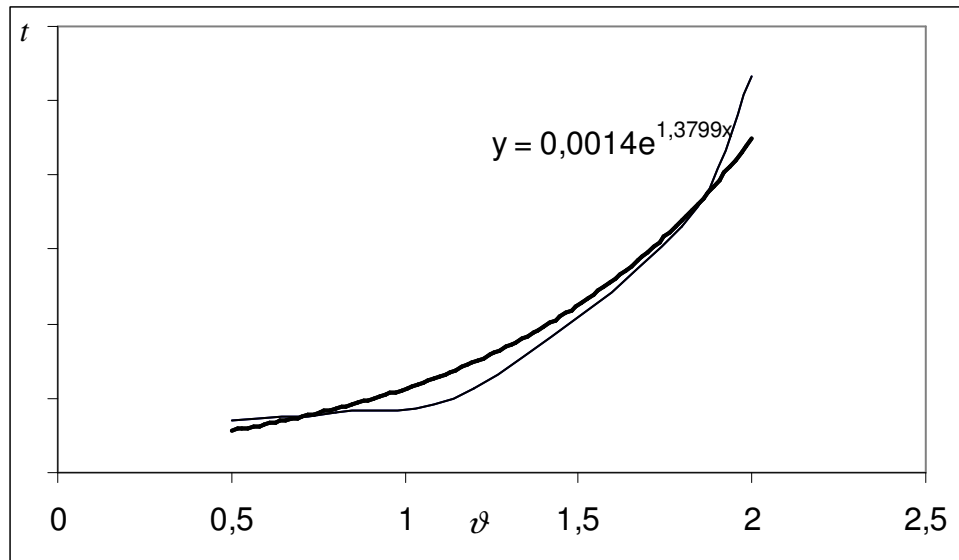
5. táblázat A szerelősorok kihasználtsági rátája



37. ábra A szerelősorok kihasználtsága

Megjegyzés a 36. ábrához: A független változó értéktengelye a számított paraméter értékeket mutatja, valamint a függőleges tengely a kihasználtságot százalékban jelzi.

A raktározási idő a paraméter változását közel exponenciálisan követi (38. ábra).



38. ábra A raktározási idő a paraméter függvényében

6.10.3.2 Termékfajták száma változatlan és a volumenek véletlenszerűen változnak

A vizsgálatot a továbbiakban is a 6.10.1 pontban megadott mintapéldán végzem el. Ennek megfelelően 10 termék áll rendelkezésre rendre 28, 21, 19, 53, 50, 83, 75, 60, 35, 18 megrendelési tétellel, valamint 1058, 719, 646, 1877, 1794, 3017, 2561, 2239, 1372, 604 megrendelt összes darabszámmal.

Az elemzés során a megrendelési tételek száma nem változik, csak a bennük lévő megrendelési mennyisége. A paraméter generálását egyenletes eloszlás szerint történik. A 6.10.1 pontbeli vizsgálatoknak megfelelően a λ paraméter értéke -10 és 10 közötti egészszám lehet, ami alapján a származtatott ϑ paraméter 0,1 és 2 között lesz. Ennek megfelelően az összköltség legfeljebb 69 573 k_0 érték lehet. A mintafeladatban megrendelésekben szereplő mennyiség a többi mennyiségtől függetlenül újra generálódik és az új adatokkal az eljárás újrafuttatódik. Az illeszkedésvizsgálathoz először a kategóriákat kell kijelölni, majd párhuzamosan több számítógépen egyidejűleg az adatok generálása történik meg, amik az algoritmus input adatai lesznek. Több számítógépre azért van szükség, mert a χ^2 próbához nagy elemszámú mintára van szükség. A vizsgálat során egymástól függetlenül 230 minta generálása történt meg. A költségértékekre az alábbi eloszlást kaptam:

Kategória	-12000	12000-16000	16000-20000	20000-24000	24000-28000	28000-32000	32000-
Gyakoriság	9	12	29	63	60	38	19

6. táblázat A generált feladatok költség kategória szerinti gyakorisága

A kapott mintára a hipotézis vizsgálatunk a következő lesz:

Legyen a nullhipotézisünk (H_0) az, hogy fenti minta 23 330 várhatóértékű 6 050 szórású normális eloszlásból származik. A minta elemszáma és kategóriákban található értékek megfelelnek a χ^2 próba feltételeinek. A kapott vizsgálati értékeket a 7. táblázat foglalja össze:

Költség	n_i	Standardizált	Normális eloszlás	P_i	$n \cdot P_i$	$\frac{(n_i - nP_i)^2}{nP_i}$
-12000	9	-1,87272730	0,030552963	0,030552963	7,02718156	0,553851
-16000	12	-1,21157020	0,112838527	0,082285564	18,92567974	2,534389
-20000	29	-0,55041320	0,291017959	0,178179431	40,98126918	3,502840
-24000	63	0,11074380	0,544090296	0,253072337	58,20663754	0,394737
-28000	60	0,77190083	0,779913486	0,235823190	54,23933377	0,611830
-32000	38	1,43305785	0,924079302	0,144165816	33,15813777	0,707025
32000-	19	∞	1	0,075920698	17,46176044	0,135506
	230		1		230	8,440179

7. táblázat χ^2 próba

A kapott próbafüggvény érték beleesik a $8,440179 \in [0;12,6] (= [0; \chi_{0,95(6)}^2])$ intervallumba. Ez alapján a kapott költségértékek 5%-os szignifikancia szinten 23 300 k_0 várhatóértékű, 6050 k_0 szórású normális eloszlásúnak tekinthetők. Az nyilvánvaló, hogy magas paraméterértékek esetén már nem igaz a fenti megállapítás, azaz hogy normális eloszlást követ a költségérték a paraméterek egyenletes generálása esetén. Mivel a határ elérése esetén már nem teljesíthető a kényszerfeltétel és a késés miatt ugrásszerű növekedés állhat be az összköltség értékekben. További érdekes vizsgálat tárgya lehet, hogy miért ilyen magas a szórás, illetve hogyan változik a különböző mintaértékek változtatásával. Az megállapítható, hogy a szórás nagyságát nagymértékben befolyásolja a szerelősorok száma, és a szerelés fajlagos költsége. Minél több sor áll rendelkezésre annál kisebb szórás biztosítható, mivel a megrendelés rendszer késedelem nélkül teljesíthető lesz. Másrészt, ha szerelősorok száma megfelelő és közben a fajlagos szerelési költségek közel azonosak, akkor nagyságrenddel kisebb szórás biztosítható.

6.10.3.3 A termékfajták összetétele módosul

A kezdeti felsorolásban vázoltaknak megfelelően ez lesz az az eset, amelyben a kiindulási σ db termékből $0 \leq \sigma_1 < \sigma$ termék megszűnik, valamint $0 \leq \sigma_2$ új termékfajta kerül összeszerelésre, mivel csak a nem triviális eseteket vizsgáljuk, ezért: $\sigma_1 \cdot \sigma_2 \neq 0$.

A költségérték változásban négy alapvető tényező játszik szerepet: a szerelési költségek, a raktározási költségek, a szerelési idők, valamint a raktározási idők. (Az átállási idők azért nem jelennek meg közvetlenül, mert mintabeli kitételek miatt, arányosak a szerelési költségekkel. Másrészt a szerelési- és átállítási idők a raktározási időben jelennek meg.) A 6.10.1 és 6.10.2 pontokban elvégzett elemzések eredményeként a költségek alakulásában a volumenek a legfontosabbak. Egy átlagos teljesítés során a vizsgálatok azt mutatták, ha a megrendelések típus szerinti összetétele nem módosult, akkor az átállításokat nem igénylő szerelések száma nagymértékben nem változott. A mintapéldában a 6.10.1 pontban növekvő sorrendben a fenti értékek: 55, 59, 64, 76, 77, 81, 83 db. A vizsgálatok szerint ennek az értéknek nincs szoros kapcsolata a fenti paraméter választásával, mivel ez a szám elsősorban a megrendelésekben szereplő termékek összetételétől függ. Tehát esetünkben a költségeket $55 \cdot 4k_0 = 220k_0 \leq K^A \leq 83 \cdot 29k_0 = 2407k_0$ értékkel kellett csökkenteni, ami átlagosan $1052k_0$ értékre adódott. Ez a teljes költséget 1,5% - 5% között csökkentette csupán. Ezért nem követünk el nagy hibát, ha egyszerűsítésként feltesszük, hogy az átállási költség a szerelési költségből $K^A = 0,97 \cdot a_0 \cdot K^G$ képlettel származtatható.

Legyen a megrendelésrendszer a következő:

- a. termékek száma: σ ;
- b. termék szerelési költsége: k_γ^G $\gamma = 1, \Lambda, \sigma$;
- c. termék szerelési ideje: t_γ^G ;
- d. termék átállási ideje: t_γ^A ;
- e. megrendelések száma: n ;
- f. megrendelésben szereplő mennyiség: q_γ ;
- g. a_0 és $a_{\gamma k}$ paraméterek.

A 6.10.2 pontban jelzett paraméterhatár alatti eseteket vizsgálom meg az alábbiakban. Ekkor a teljes költség a következő (50) alakot veszi fel:

$$K = \sum_{\gamma=1}^{\sigma} k_\gamma^G (1 + 0,97 a_0) q_\gamma + K^{KR} (q_\gamma; t_\gamma^G; t_\gamma^A). \quad (50)$$

A kifejezésben a raktározási költség a megrendelések belső szerkezetétől függ. Az összefüggés tovább egyszerűsíthető, ha a mintapéldában tapasztaltakat felhasználjuk, azaz n_γ megrendelés esetében átlagosan 15 – 20 %-ban nem volt szükség a szerelősor átállítására, így az átállítási idő: $0,8 \sum_{i=1}^n t_{\gamma_i}^A \leq T^A \leq 0,95 \sum_{i=1}^n t_{\gamma_i}^A$ ahol γ_i az i megrendelésben szereplő termék azonosítója. A teljes raktározási idő és a teljes szerelési idő hányadosa a mintapélda alapján exponenciálisan növekszik a mennyiség növekedésével. Ennek megfelelően:

$$\frac{T^{KR}}{T^G} = b_0 e^{d \sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma} + b_1 \quad (51)$$

azaz a teljes mennyiségre vonatkozó raktározási idő:

$$T^{KR}(q_\gamma) = b_0 T^G e^{d \sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma} + b_1 T^G = b_0 T^G e^{dq} + b_1 T^G, \quad (52)$$

ahol a $T^{KR} = b_0; b_1; d$ rendszerfüggő paraméterek, valamint a q az összvolumen. Továbbá

legyen $\bar{k} = \frac{\sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma k_\gamma^{KR}}{\sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma}$ az átlagos raktározási fajlagos költség. Ekkor a raktározási költség az

alábbi összefüggéssel jól közelíthető:

$$K^{KR} = \bar{k} T^{KR}(q_\gamma) = \frac{(b_0 T^G e^{dq} + b_1 T^G) \sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma k_\gamma^{KR}}{q}. \quad (53)$$

Az (50) (52) (53)-nek megfelelően a teljes költség

$$K = \sum_{\gamma=1}^{\sigma} k_\gamma^G (1 + 0,97 a_0) q_\gamma + \frac{(b_0 T^G e^{dq} + b_1 T^G) \sum_{\gamma=1}^{\sigma} q_\gamma k_\gamma^{KR}}{q}. \quad (54)$$

A fenti összefüggéssel összhangban, a struktúra változása során, az összvolumen változását a teljes költség exponenciálisan kíséri. A termék típusok számának módosulása a volumenben és a fajlagos költségekben jelenik meg, a képletben csak az összegzési határ változását vonja maga után. A fajlagos költségváltozást, pedig közel lineárisan követi.

7. II. Fázis

Az I. fázisban ismertetett termelési programhoz meg kell adni egy alacsony költség szinten működő, de hatékony beszállítási ütemtervet. A beszállításnál a legfontosabb szempont – az optimum közeli költség érték biztosítása mellett – az, hogy minden szerelési ütemhez szükséges alkatrészek az ütem megkezdése előtt rendelkezésre álljanak. A második fázisban ezt lesz a kényszerfeltétel. Ezeknek megfelelően, a fázis elindítása csak az első fázis algoritmusának, és eredményeinek ismeretében lehetséges. Így inputként a második fázis az elsőtől többek között megkapja az alkatrésraktár szerelési ütemekre meghatározott alkatrészmennyiség igényét, ütemkezési időpontokat, és az aktuális raktármennyiséget. Így ezeknek az adatoknak az ismeretében kell a beszállítást úgy megszervezni, hogy a megadott kényszerfeltétel lehetőleg minden esetben kielégítésre kerüljön. A megoldás során ismertnek tételezzük fel a beszállítási útvonalakat, jármű típusokat, rendelkezésre álló járművek számát, és szállítási fajlagos költségeket. Az fent vázolt feladat még így is túlságosan bonyolult, ezért további egyszerűsítéseket építünk be a modellbe, melyek a feladat megoldása után finomíthatóak. (Az értekezés célkitűzései között ez a vizsgálat nem szerepel.) Az első egyszerűsítés kimondja, hogy az alkatrészszállítások és alkatrész-raktározások során csak egy előre meghatározott egységgrakomány-képző eszközt (ERKE) használható. Minden alkatrésze ismert az ERKE-be való optimális berakási mód és mennyiség. Továbbá minden járműre ismerjük az ERKE átlagos kapacitást. Feltételezzük, hogy csak homogén egységgrakomány-képzés történik az első fokozatban és a második fokozatban egyaránt.

Ismertnek tételezzük fel, és a beszállító felé elindított megrendelés és a beszállítás között eltelt idő átlagát. A beszállítások ütemezését úgy kell megoldani, hogy a beszállítási és alkatrész-raktározási költségek minimálisak legyenek a megadott első fázisbeli ütemezéshez (K_2). Másik fontos egyszerűsítési feltétel, hogy egy alkatrész csak egy beszállítótól rendelhető meg, de egy beszállító akár több alkatrészt is szállíthat. Az első egyszerűsítés könnyedén feloldható, ha az a alkatrészt a beszállítóval indexeljük és költség (vásárlási és szállítási) szerinti prioritást alkalmazunk. Amennyiben egy beszállító nem tudja kielégíteni az igényt, akkor a továbbiak közül a legmagasabb prioritásúval próbáljuk az igényt kielégíteni. A megoldás során vizsgáljuk az egzakt matematikai megoldás lehetőségét, valamint a heurisztikus eljárások alkalmazhatóságát.

7.1 Optimalizálási célok

Az előzőekben vázolt feladat elsődleges célja a szerelési ütemekhez megfelelő időben biztosítani az igényelt alkatrészmennyiséget úgy, hogy a K_2 költség minimális, vagy legalább optimum közeli legyen. Ez a költségfüggvény három komponenset tartalmaz, $K_2 = K^{AV} + K^{AS} + K^{AR}$, ahol az első komponens az alkatrész beszerzés költségét, a második az alkatrész beszállítás költségét, míg a harmadik az alkatrész raktározás költségét jelenti. A cél teljesítésére irányuló optimalizáló eljárást célszerű már a probléma-definiálási részben négy szintre bontani:

- Az első szint a beszállítási ütem meghatározása a szerelési ütemterv és a nyitó raktárkészlet alapján;
- A második szinten a megadott beszállítási ütemekhez kiválasztjuk egy kapacitásfüggő költségoptimalizáló eljáráson keresztül a megfelelő járművek típusát;
- A harmadik szint a kiválasztott ütemhez és járműtípushoz megadja a járatípust (ingajarat vagy körjárat). A járatípus optimalizálás az előző szint optimalizálásával együttesen valósul meg;
- Az utolsó szinten a körjáratokhoz a beszállítók sorrendjét határozzuk meg, valamint megadjuk a járatok indítási időpontját.

A magasabb szintek outputjai minden esetben az alacsonyabb szintek inputjai lesznek, ezért ezeket szigorú sorrendben kell végrehajtani. A szétbontott probléma szintjeihez már önálló modell adható. A modellekhez kapcsolódó összefüggő eljárás végső eredménye egy beszállítási ütemterv lesz, mely kapcsolódik a szerelési ütemtervhez. A modell megalkotásához nélkülözhetetlen a célfüggvényben szereplő komponensek ismerete. Ezek a komponensek szintenként finomodnak és bővülnek az optimalizálási céloktól függően. A vizsgálatban szereplő komponens-költségfüggvények a 4.1.2, a 4.1.4, és 4.16 fejezetekben (3.a) (3.b) (4) és (7) már részletesen leírtuk, itt csak az általános alakjukat adjuk meg:

$$K^{AS} = \sum_{\zeta} \sum_{s=1}^{s_{\zeta}} \left(k_s^0 + k_s^u l_s^u + \sum_{k=1}^{k_s} k_s^{AS} z_k^{\zeta s} l_k^{\zeta s} \right) \quad (55)$$

$$K^{AR} = \sum_{\zeta} \sum_{\beta} \sum_{\mu=1}^w k_{\mu}^{AR} f_{\zeta\beta\mu} t_{\zeta\beta}^{AR} \quad (56)$$

$$K_{\varphi}^{AV} = \sum_{\mu=1}^w K_{\mu\varphi}^{AV} = \sum_{\mu=1}^w Q_{\mu\varphi} k_{\mu}^{AV}(Q_{\mu}) \quad (57)$$

7.2 A fázisban felhasznált alapadatok

A módszer hatékonysága miatt a rendszerben szereplő beszállító, alkatrésztípus, járműtípus, járműszám, termékfeleség, gyártósor stb. mennyiségek minden esetben egy jól meghatározott érték alatt kell legyenek, így az ismert adatok a legtöbb esetben mátrix és vektor alakban felírhatók.

1. Alkatrészek beszállításának ütemezési hiper mátrixa

$D = [d_{\mu\varphi\zeta}]$: $d_{\mu\varphi\zeta}$ az R_{μ} alkatrészből az φ járművel ζ ütemben beszállított alkatrész mennyisége.

2. Termék felépítési mátrix

$B = [b_{\gamma\mu}]$: a P_{γ} termékbe az R_{μ} alkatrészből $b_{\gamma\mu}$ darab épül be.

3. Beszállítói mátrix

$C = [c_{j\mu}]$: $c_{j\mu} = 1$, ha a B_j beszállító szállítja a R_{μ} alkatrészt (és csak ő), különben 0.

$$c_{j\mu} \in \{0;1\} \text{ és } \sum_{\mu=1}^w \sum_{j=1}^m c_{j\mu} = w.$$

4. Beszállítói út mátrix

$\bar{l} = [l_{j_1 j_2}]$: $l_{j_1 j_2}$ a B_{j_1} beszállító/alkatrészraktár távolsága a B_{j_2} beszállító/alkatrészraktártól (az alkatrészraktár azonosítója: 0).

5. Induló alkatrész-raktárkészlet

$S^A = [s_{\mu}^A]$: s_{μ}^A a R_{μ} alkatrészből az indításkor rendelkezésre álló mennyiség.

6. Beszállítási fajlagos idő, járművenként

$T^S = [t_{\varphi}^S]$: t_{φ}^S a J_{φ} jármű egy kilométerének megtételéhez szükséges átlagos idő.

7. Jármű indításához szükséges idő

$T^{S0} = [t_{\varphi}^{S0}]$: t_{φ}^{S0} a J_{φ} járműnek az indítás kiadásától az elindulásig eltelt idő.

8. Az adott ERKE-re vonatkozó alkatrész kapacitás az optimális elrendezés mellett

$\tilde{C} = [\tilde{c}_{\mu}]$: \tilde{c}_{μ} a R_{μ} alkatrészből elhelyezhető mennyiség az ERKE-n.

9. Jármű kapacitás vektor az adott ERKE-re vonatkozóan

$\bar{C} = [\bar{c}_\varphi]$: \bar{c}_φ a J_φ járműn elhelyezhető maximális ERKE szám.

10. Járműtípusok átlagos sebesség vektora

$\bar{V} = [\bar{v}_\varphi]$: \bar{v}_φ a J_φ útviszonytól, és rakodási mennyiségtől független átlagsebessége.

11. k_μ^{AR} a μ alkatrész fajlagos tárolási költsége $\left(\frac{\text{euró}}{\text{nap} \cdot \text{db}}\right)$.

12. k_φ^i a J_φ jármű fajlagos üresjáratú költsége alapköltség nélkül $\left(\frac{\text{euró}}{\text{km}}\right)$.

13. k_φ^0 a J_φ jármű mennyiségtől független indítási alapköltség (euró).

14. ERKE fajlagos szállítási költsége

$k_{\varphi\mu}^{AS}$ a J_φ járművel egy darab R_μ alkatrész szállításának fajlagos költsége $\left(\frac{\text{euró}}{\text{km} \cdot \text{db}}\right)$.

7.3 A II. fázis eredményadatai

A fázis eredményeként megkapjuk minden egyes összeszerelési ütemhez a beszállítási ütemeket, járatípusokat, alkatrészmennyiségeket, indítási időpontokat és járműtípusokat. Továbbá a beszállításhoz kapcsolódó költségeket is.

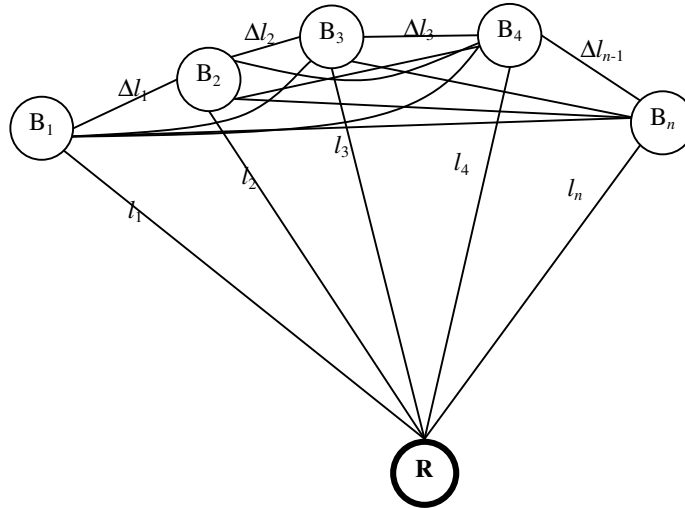
7.4 A II. fázis optimalizálási algoritmus

Az eljárás több lépésre bontható, melyek szekvenciálisan követik egymást. Az első lépés a beszállítási ütemek meghatározása. A megoldáshoz felhasználjuk az első fázisban kapott szerelési ütemeket. Az ütemekben szereplő terméksorozatok a beépülési mátrixnak megfelelően egyértelműen megadják az igényelt alkatrészek mennyiségét. A beszállítási ütem meghatározásának feladata, hogy a különböző szerelősorokon lévő szerelési ütemekhez biztosítsuk a megfelelő időre való alkatrész-beérkezést úgy, hogy a szállítójárművek megfelelő módon kihasználtságúak legyenek. Továbbá az alkatrészsraktárban való tárolás a lehető legrövidebb ideig történjen. Az ütemek kijelölésénél nem kell figyelembe venni a járműtípusokból rendelkezésre álló járművek számát, mivel egyszerűsítésként ezekre nem teszünk fel korlátot. A második lépésben a járatípusok kiválasztására kerül sor, majd a szállítójárművek hozzárendelése, végül az útvonal tervek kialakítása történik meg.

A feladat megoldása előtt, röviden igazolom, hogy a járműkapacitást teljesen kihasználó mennyiségek esetében, mindig jobb a több ingajarat szervezése, mint akár mennyi körjárat felhasználása, ha azonos típusú járműveket használunk. Az igazoláshoz tegyük fel, hogy az alkatrészekre vonatkozóan átlagos a fajlagos szállítási költség \bar{k} és az ingajaratok teljes

kihasználtsággal indulnak a raktár felé. Ekkor a 39. ábra alapján, minden beszállítótól az ingajárat feltétel miatt, a teljes járműkapacitásnak megfelelő \bar{C} mennyiséget szállítja el. Az ingajárat esetén a teljes szállítási költség:

$$K = (k^i + \bar{k}) \sum_{i=1}^n l_i. \quad (58)$$



39. ábra A beszállítói útvonalak vázlatja

Amennyiben valamely járatot megbontjuk, és körjáratná alakítjuk, akkor minden beszállítótól a körjáratok során az összes mennyiséget el kell szállítani, ezért a körjáratok száma megegyezik az ingajáratok számával (n). Ebben az esetben egy adott beszállítóra a szállítási költség a háromszög egyenlőtlenség miatt:

$$K_{B_i} = \sum_{j=1}^r q_{i_j} \left(\sum_{m=1}^s \Delta l_m + l_r \right) \bar{k} + l_j + k^i \sum_{m=1}^s \Delta l_m \geq (k^i + \bar{k}) l_i. \quad (59)$$

Összegezve kapjuk:

$$K \leq \sum_{i=1}^n K_{B_i}, \quad (60)$$

ami az állítást igazolja.

A szerelési ütemekhez kapcsolódó alkatrész-beszállítás ütemezése az I. fázisban kialakított láncok alapján számítható. A láncokat a továbbiakban könnyebb kezelhetőségük miatt mátrix alakban kezeltem. Ennek megfelelően a soronkénti termékszám (ebben az esetben egyértelműen azonosítja a szerelési ütem) az L_k sorra σ_k és indexe $\gamma_k = 1, K, \sigma_k$. ahol \hat{P}_{k, γ_k} a soronkénti terméktípus, \hat{A}_{k, γ_k} a terméksorozat nagysága \hat{T}_{k, γ_k}^K a szerelés megkezdésének

időpontja, $\Delta_{k\gamma_k}$ az átállítási indikátor. Az eljárás első lépésében minden szerelési ütemhez megadjuk a szükséges alkatrészek típusát és mennyiségét.

$\hat{B}_{k\gamma_k\mu}$: a k sor γ_k ütemében a R_μ alkatrészből szükséges mennyiségét mutatja meg:

$$\hat{B}_{k\gamma_k\mu} = \hat{A}_{k\gamma_k} \cdot B_{\hat{P}_k\mu} \quad (61)$$

$\hat{T}_{k\gamma_k}^{KA}$: a L_k sor γ_k ütemében a R_μ alkatrész beérkezési határidejét adja.

$$\hat{T}_{k\gamma_k}^{KA} \equiv \hat{T}_{k\gamma_k}^K \quad (62)$$

Legyen $\lambda = 1, K, v$ az összes sorra vonatkozó ütemek azonosítója határidő szerint rendezve.

Azaz a rendezett ütemidők a megadott termékmennyiséggel együtt:

1	Λ	λ_1	λ_2	Λ	v
↓		↓	↓		↓
$\hat{T}_{k_1\gamma_{k_1}}^K \leq$	$\Lambda \leq$	$\hat{T}_{k_{\lambda_1}\gamma_{k_{\lambda_1}}}^K \leq$	$\hat{T}_{k_{\lambda_2}\gamma_{k_{\lambda_2}}}^K \leq$	$\Lambda \leq$	$\hat{T}_{k_v\gamma_{k_v}}^K$
χ		χ	χ		χ
$\hat{A}_{k_1\gamma_{k_1}} =$	Λ	$\hat{A}_{k_{\lambda_1}\gamma_{k_{\lambda_1}}} =$	$\hat{A}_{k_{\lambda_2}\gamma_{k_{\lambda_2}}} =$	Λ	$\hat{A}_{k_v\gamma_{k_v}} =$
$= \hat{A}_1^S$		$= \hat{A}_{\lambda_1}^S$	$= \hat{A}_{\lambda_2}^S$		$= \hat{A}_v^S$

40. ábra Rendezett szerelési ütemek termékmennyisége

Az összeszerelési ütemidőhöz és minden egyes alkatrészhez külön-külön meg kell határozni a felhasználási ütemidőket! Ennek érdekében adjuk meg a növekvően rendezett összeszerelési ütemidőkre vonatkozó szükséges $\mu (=1, \dots, w)$ alkatrész mennyiségeket, amit a 41. ábra mutat be. A szerelési ütemekre vonatkozó beszállítandó alkatrész mennyiség a $\mu (=1, \dots, w)$:

$$I_{\lambda\mu} = B_{\lambda\mu}^S - S_{\lambda-1,\mu}^A \quad (63)$$

	\hat{A}_1^S	Λ	\hat{A}_λ^S	Λ	\hat{A}_v^S	
	↓		↓		↓	Összes igény
R_1	\hat{B}_{11}^S	Λ	$\hat{B}_{\lambda 1}^S$	Λ	\hat{B}_{v1}^S	$B_1^S = \sum_{\lambda=1}^v \hat{B}_{\lambda 1}^S$
M	M		M		M	M
R_μ	$\hat{B}_{1\mu}^S$	Λ	$\hat{B}_{\lambda\mu}^S$	Λ	$\hat{B}_{v\mu}^S$	$B_\mu^S = \sum_{\lambda=1}^v \hat{B}_{\lambda\mu}^S$
M	M		M		M	M
R_w	\hat{B}_{1w}^S	Λ	$\hat{B}_{\lambda w}^S$	Λ	\hat{B}_{vw}^S	$B_w^S = \sum_{\lambda=1}^v \hat{B}_{\lambda w}^S$

41. ábra Rendezett alkatrész igények

7.4.1 Beszállítási ütemidők kijelölése

A következő eljárásnak a célja, hogy minden termelési ütemhez a szerelés megkezdése előtt a megfelelő alkatrészmennyiség rendelkezésre álljon. Ez természetesen függ az alkatrészekre vonatkozó induló raktárkészlet mennyiségétől, valamint az igényelt alkatrészmennyiségtől. A továbbiakban egyszerűsítési okok miatt nem veszem figyelembe a raktáron belül biztonsági készletet, amely a bizonytalan beszállítást hivatott kompenzálni. Ennek megfelelően a cél, hogy minden egyes alkatrésze a raktárkészlet ne legyen negatív. A beszállítási ütemidők meghatározásához először válasszunk ki egy beszállítót (B_j). Jelöljük: $H_j := \{\mu_{j1}, K, \mu_{jk}\}$ a B_j ($j = 1, \dots, m$) beszállító alkatrészeit. A μ alkatrésze vonatkozó ideális beérkezési ütemidőket a 42. ábra mutatja.

	1	Λ	λ	Λ	μ
	↓		↓		↓
R_μ	$\hat{B}_{1\mu}^S$	Λ	$\hat{B}_{\lambda\mu}^S$	Λ	$\hat{B}_{\nu\mu}^S$
	↓		↓		↓
S_μ^A	$I_{1\mu}$	Λ	$I_{\lambda\mu}$	Λ	$I_{\nu\mu}$
	↓		↓		↓
	$T_{1\mu}$	Λ	$T_{\lambda\mu}$	Λ	$T_{\nu\mu}$

42. ábra Raktározás nélküli beérkezési ütemidők alkatrészenként

Amennyiben élünk azzal a feltételezéssel, hogy minden járműtípusból korlátlan jármű áll rendelkezésre, akkor az alkatrész beszállítások azokra a szerelési ütemekre vonatkoznak, melyre a (63) $I_{\lambda\mu} > 0$. A JIT elvhez történő legszűkebb megfelelés miatt, a B_j beszállítótól minden esetben történik beszállítás, ha $\sum_{\mu \in H_j} I_{\lambda\mu} > 0$.

Ha egy szerelési ütemhez szükséges összes beszállítandó alkatrészmennyiség egy körjárat számára is kevés, ilyen esetben összevonást végzünk. Vagy az előző ütemhez csatoljuk a mennyiséget, vagy a következő ütem bizonyos mennyiségét csatoljuk ehhez a beszállításhoz. A döntésben a raktározási költség segít. A beszállítási ütemidő meghatározásához a 41. ábra és a 42. ábra adatai alapján számítsuk ki minden szerelési ütemhez az igényelt alkatrészek mennyiségét az ERKE-be elhelyezhető mennyiség egészszámú többszöröseként, továbbá adjuk meg az anyagáram realizálás fokát, ehhez határozzuk meg az ERKE-n elhelyezett mennyiség és a maximálisan elhelyezhető mennyiség hányadosát:

$$\chi_{\mu\lambda} = \frac{I_{\lambda\mu}}{\tilde{c}_{\mu}}. \quad (64)$$

Amennyiben $\chi_{\mu\lambda} \neq \text{Integer}$, akkor

$$\delta_{\mu} = \frac{\chi_{\mu\lambda}}{[\chi_{\mu\lambda}] + 1}; \quad (65)$$

ha $\chi_{\mu\lambda} = \text{Integer}$, akkor $\delta_{\mu} = 1$ $0 < \delta_{\mu} \leq 1$. Továbbá legyen az összes jármű összegzett ERKE kapacitása: $\bar{C} = \sum_{\varphi=1}^s \sum_{j=1}^{\varphi_s} \bar{c}_{\varphi}$. Ezen adatok ismeretében egy vizsgált szerelési ütemhez

egy hozzávetőleges járműigény már meghatározható, továbbá ebből megadható az is, hogy igényel-e egyedi beszállítási ütemet, vagy nem, esetleg több beszállítási ütemet szükséges hozzárendelni. Legyen a λ szerelési ütem összes ERKE-re vonatkoztatott alkatrész igénye:

$$\chi_{\lambda} = \sum_{\mu=1}^w \chi_{\lambda\mu}. \quad (66)$$

Ebből számítsuk ki a teljes kapacitásra vonatkozó arányt: $\bar{\delta}_{\lambda} = \frac{\chi_{\lambda}}{\bar{C}}$. Ha a $\bar{\delta}_{\lambda} \geq 1$, akkor a szerelési ütemhez legalább egy beszállítást kell rendelni. Ellenkező esetben részletesen meg kell vizsgálni, hogy alkatrészenként hogyan történjen a beszállítás.

1. eset: Több beszállítás egy szerelési ütemhez

$\bar{\delta}_{\lambda} > 1$ esetén legalább két járművel történő beszállítást kell rendelni a szerelési ütemhez és ez legfeljebb $\bar{\delta}_{\lambda} + 1$ járművel megoldható is lesz. Ezekben a beszállítás ütemekben, kivéve esetleg az utolsót, a teljes járműkapacitást ki is használja. A kényszerfeltétel most, a járműveknek a következő beszállításra való rendelkezésre állása lesz. Ezért a járműindítási időpontok eltérőek lehetnek. Másrészt azokat az alkatrészeket kell először beszállítani, amelyek raktározási költsége a legalacsonyabb. Ezért rendezzük a szükséges alkatrészeket raktározási költség szerint növekvő sorrendbe, az igényelt ERKE mennyiséggel együtt:

$$\frac{R_{\lambda 1}, \quad K, \quad R_{\lambda \mu_{\lambda}}}{I_{\lambda 1}, \quad K, \quad I_{\lambda \mu_{\lambda}}}$$

$$\frac{\chi_{\lambda 1}, \quad K, \quad \chi_{\lambda \mu_{\lambda}}}{k_{\lambda 1}^{AR}, \quad K, \quad k_{\lambda \mu_{\lambda}}^{AR}}$$

8. táblázat A költség szerint rendezett adatok

Az első ütemhez adjuk meg azt az első k_1 alkatrésztípust, melyek ERKE-re vonatkozó mennyisége a teljes járműpark kapacitását kihasználja, azaz

$$\sum_{i=1}^{k_i-1} I_{\lambda_i} + I_{\lambda_{k_i}}^M = \bar{C}, \quad (67)$$

ahol $I_{\lambda_{k_i}}^M \leq I_{\lambda_{k_i}}$. Majd a további ütemekhez, hasonlóan a (67) számításához:

$$(I_{\lambda_{k_i}} - I_{\lambda_{k_i}}^M) + \sum_{i=1}^{k_i-1} I_{\lambda_i} + I_{\lambda_{k_i}}^M = \bar{C}. \quad (68)$$

Ezekhez a beszállításokhoz a maximális kihasználás érdekében mind ingajáratra, mind pedig körjáratra szükség lehet. Az utolsó ütem kihasználtságához a következő ütem alkatrészei is felhasználhatók.

2. eset: Az igényelt mennyiség legfeljebb a teljes szállítókapacitás

Ebben az esetben figyelembe kell venni, hogy a következő szerelési ütem igénye határidőre kielégíthető lesz-e. Ha nem, akkor bizonyos alkatrészek beszállítását már ebben az ütemben meg kell kezdeni, vagy az eddigi meghatározott ütemek előretolására is szükség lehet. Ha nem kell a következő ütemből beszállítani és van legalább egy jármű, amellyel a beszállítás megoldható, akkor ez 7.4.2-ben leírtaknak megfelelően hajtható végre.

3. eset: Egy jármű sem tölthető fel teljes mértékben az igényelt alkatrészekkel

Ekkor, legyen a szerelési ütemazonosító λ , - és nem a legelső ütem (mivel az első ütem esetében csak a következő csatolása lehetséges csak). Vegyük az ütemhez tartozó alkatrészek raktározási költségét, előzetes beszállítás esetén:

$$K_{\lambda}^{AR} = \sum_{\mu=1}^w k_{\mu}^{AR} I_{\lambda\mu} (T_{\lambda}^K - T_{\lambda-1}^K). \quad (70)$$

Továbbá egy vagy több következő ütemből történő előzetes beszállítás esetén, figyelembe kell venni, milyen járművet használunk a körjáratunkhoz, és mely termékekből töltjük fel a járatot. Célszerű az optimumot járműre és termékre együttesen meghatározni, de lehetnek bizonytalanságból eredő más politikák is. Ellenben a termékekből csak olyat szállítsunk, amelyhez tartozó beszállítót az eredeti körjárat már eleve érinti. Erre vonatkozó raktározási költség:

$$K_{\lambda+1}^{AR} = \sum_{\mu=1}^w k_{\mu}^{AR} \bar{I}_{\lambda+1\mu} (T_{\lambda+1}^K - T_{\lambda}^K), \quad (71)$$

ahol $\bar{I}_{\lambda+1\mu}$ a következő ütemből előre elszállított mennyiség.

7.4.2 Ingajáratok megszervezése

Az algoritmus első lépésében meghatározzuk a tényleges beszállítási ütemidőket. Az eljárás működésének legfontosabb feltétele, hogy ezek az ütemidők a lehető legjobb kihasználtságot biztosító ingajáratokon keresztül valósuljanak meg. Az eljárás elindítása előtt minden alkatrésze meghatározzuk a teljes ERKE igényét (72).

$$z_{\mu} = \text{int} \left(\frac{I_{\mu}}{C_{\mu}} + 0,5 \right), \quad (72)$$

illetve kiszámítjuk a beszállítókra vonatkozó teljes ERKE igényt:

$$Z_j = \sum_{\mu \in H_j} z_{\mu}. \quad (73)$$

A következő lépésben minden ütemhez és minden alkatrészhöz meghatározzuk a szükséges ERKE darabszámot, valamint megadjuk a maradék alkatrész mennyiségeket. A kiszámításhoz vezessük be a következő jelölést: $S_{\zeta\mu}$ jelenti a μ alkatrészből a ζ ütem előtti raktárkészletet, ami az eljárás indítása előtt:

$$S_{1\mu} = S_{\mu}^A - S_{\mu}^B, \quad (74)$$

illetve a ζ beszállítási ütemben

$$S_{\zeta\mu} = S_{\zeta-1\mu} + D_{\zeta-1\mu} - \sum_{\hat{t}_{\lambda}^K \in [\hat{t}_{\zeta-1}^K, \hat{t}_{\zeta}^K]} \hat{B}_{\lambda\mu}. \quad (75)$$

Ennek alapján a beszállítandó mennyiség

$$z_{\zeta\mu} = \text{int} \left(\frac{\hat{B}_{\zeta\mu}^S - S_{\zeta\mu}}{C_{\mu}} \right), \quad (76)$$

illetve a maradék

$$m_{\lambda\mu} = \text{mod} \left(\frac{\hat{B}_{\lambda\mu}^S - S_{\lambda\mu}}{C_{\mu}} \right). \quad (77)$$

Ahol a C_{μ} az ERKE alkatrésze vonatkozó kapacitásvektora. A maradékot $m_{\zeta\mu}$ kiegészítjük teljes ERKE-re, mely a következő igényhez az induló raktárkészletet fogja növelni. Ezáltal a szükséges ERKE függvény $\hat{z}(\zeta, \mu) = z_{\zeta\mu} + 1$ alakba írható fel.

Így a

$$\hat{Z}(\zeta, j) = \sum_{\mu \in H_j} \hat{z}(\zeta, \mu); j = 1, K, m. \quad (78)$$

A járműigény függvény a (79) alakban adódik:

$$\Phi(\varphi, \zeta, j) = \text{int} \left(\frac{\hat{Z}(\zeta, j)}{\bar{C}_\varphi} \right), \quad (79)$$

valamint definiáljuk a „maradék ERKE” függvényt az alábbi módon:

$$M(\varphi, \zeta, j) = \text{mod} \left(\frac{\hat{Z}(\zeta, j)}{\bar{C}_\varphi} \right). \quad (80)$$

Ebből a hiány ERKE függvény: $I(\varphi, \zeta, j) = \bar{C}_\varphi - M(\varphi, \zeta, j)$. Ahol a \bar{C}_φ a jármű ERKE átlagos kapacitása. Azokra a járművekre, melyekre $\Phi(\varphi, \zeta, j) > 0$ megadjuk a szállítási költségfüggvényt

$$K^{AS}(\varphi, \zeta, j) = \sum_{i=1}^{\Phi(\varphi, \zeta, j)} \left(k_\varphi^0 + \left(k_\varphi^{\ddot{u}} + \sum_{\mu \in H_j} k_{\varphi\mu}^{AS} \hat{z}(\zeta, \mu) \right) \cdot l_j \right). \quad (81)$$

Adjuk meg ezek minimumát az összes járműtípusra vonatkozóan:

$$K_{ing1}^{AS}(\varphi_{\min}, \zeta, j) = \min_{\varphi} K^{AS}(\varphi, \zeta, j). \quad (82)$$

A (82) minimumra vonatkozó maradék $M(\zeta, j)$ függvényértékhez, újra keresünk olyan járművet, amelyre $M(\zeta, j) \geq \bar{C}(\varphi)$, és az előző eljárást megismételjük mindaddig, míg minden járműre teljesül az $M(\zeta, j) < \bar{C}(\varphi)$; $\varphi = 1, \Lambda, s$ összefüggés. Ekkor a ζ ütemhez a J_1

járműből szükség lesz $\sum_{j=1}^m \Phi(1, \zeta, j)$ ingajáratra $\sum_{j=1}^m K^{AS}(1, \zeta, j)$ költséggel; ... a J_s járműből

szükség lesz $\sum_{j=1}^m \Phi(s, \zeta, j)$ ingajáratra $\sum_{j=1}^m K^{AS}(s, \zeta, j)$ költséggel. A teljes ingajáratosi költség:

$$K_{ing1}^{AS}(\zeta) = \sum_{\varphi=1}^s \sum_{j=1}^m K^{AS}(\varphi, \zeta, j). \text{ Mivel még minden beszállítótól } M(\zeta, j) (< \bar{C}_\varphi) \text{ ERKE}$$

mennyiséget nem szállítottunk el, ezekre alkatrész kiegészítéssel – ha célszerű – ingajáratot szervezünk, ellenkező esetben körjárat indítására lesz szükség.

7.4.3 Maradék alkatrészek ingajáratos szállítása

Ingajáratot akkor célszerű indítani, ha van olyan φ jármű melyre $\bar{C}_\varphi - M(\zeta, j) < \delta(\varphi)$, ahol a $\delta(\varphi)$ egy megengedett hiány ERKE számot jelent járművenként. Amennyiben ingajáratot

oldjuk meg, akkor a φ jármű esetén az $I(\varphi, \zeta, \mu) = \frac{\bar{C}_\varphi - M(\zeta, j)}{C_\mu}$ mennyiség raktározásra

kerül a következő ütemig a többi raktározott mennyiséggel együtt. A járművek közül azt választjuk, melyre az $I(\zeta, \mu) = \min_{\varphi} (I(\varphi, \zeta, \mu))$ mennyiség a legkisebb. Ennek költsége egy μ alkatrészsre:

$$K^{AR}(\zeta, \mu) = (I(\zeta, \mu)) \cdot (T_{\zeta, \mu} - T^{BÉ}(\varphi, \mu)) \cdot k_{\mu}^{AR}. \quad (83)$$

Ahol $T^{BÉ}(\varphi, \mu)$ az alkatrész mennyiség beérkezési ideje, míg k_{μ}^{AR} az alkatrésztárolás fajlagos költsége $\left(\frac{\text{euró}}{\text{db} \cdot \text{nap}} \right)$. Ennek minimuma a

$$K^{AR}(\zeta, j) = \min_{\mu \in H_j} (K^{AR}(\zeta, \mu)). \quad (84)$$

Minden beszállítóra elvégezhető a számítás:

$$K_{ing}^{AR}(\zeta) = \sum_{j=1}^s K^{AR}(\zeta, j), \quad (85)$$

és a maradékra vonatkozó szállítási költséget:

$$K_{ing2}^{AS}(\zeta) = \sum_{j=1}^m \left(\left(k_{\varphi}^0 + \left(k_{\varphi}^i + I(\zeta, \mu) k_{\varphi, \mu}^{AS} + \sum_{\mu \in H_j} k_{\varphi, \mu}^{AS} M(\zeta, \mu) \right) \cdot l_j \right) \Delta_j \right), \quad (86)$$

ahol $\Delta_j=0$ ha nem ingajáráttal, és $\Delta_j=1$ ha ingajáráttal oldjuk meg a beszállítást. A fenti járatokhoz kapcsolódó költséggel növelve az ingajáratit költséget, a (87) teljes ingajáratit költséget kapjuk.

$$K_{ing}^{AS}(\zeta) = K_{ing1}^{AS}(\zeta) + K_{ing2}^{AS}(\zeta) + K_{ing}^{AR}(\zeta). \quad (87)$$

7.4.4 Körjáratok

Amennyiben valamely beszállítótól nem tudjuk ingajáráttal megoldani a beszállítást, körjáratot kell szervezni. Azokat a járműveket tekintjük ezután amelyekre: $\bar{C}[\varphi] \geq M(\varphi, \zeta, \mu)$. Ennek megfelelően az alkatrészekről, ütemről és járműtípustól függő költségfüggvény:

$$K_M^{AS}(\varphi, \zeta, \mu) = k_{\varphi}^0 + k_{\varphi, \mu}^i l_{0\mu} + k_{\varphi, \mu}^{AS} \bar{C}_{\varphi} l_{0\mu}, \quad (88)$$

a költség

$$K_M(\varphi, \zeta, \mu) = K^{MR}(\varphi, \zeta, \mu) + K_M^{AS}(\varphi, \zeta, \mu). \quad (89)$$

Vegyük a járművekre vonatkozó optimumot

$$K_M(\zeta, \mu) = \min_{\bar{C}[\varphi] \geq M(\varphi, \zeta, \mu)} (K_M(\varphi, \zeta, \mu)). \quad (90)$$

Ha körjáratot oldjuk meg, akkor az $I_{\varphi\zeta\mu}$ mennyiséget a többi alkatrész maradék mennyiségéből egészítjük ki. Végül rendezzük a járműveket ERKE kapacitás szerint növekvő sorrendbe:

$$\bar{C}_{\varphi_1} \geq \Lambda \geq \bar{C}_{\varphi_\sigma} \geq \Lambda \geq \bar{C}_{\varphi_s}. \quad (91)$$

7.4.4.1 Egyetlen körjárat

Abban az esetben, ha van olyan jármű (91), melyre $\bar{C}_{\varphi_\sigma} \geq \sum_{\omega=1}^w M(\mu_\omega)$ érvényes ekkor a legkisebb kapacitású járművet választjuk ki, és ezzel szervezzük meg a teljes körjáratot. Az így adódó kiegészítő szállítandó mennyiséget

$$I(\varphi_\sigma, \zeta, \mu) \left(\leq \bar{C}_{\varphi_\sigma} - \sum_{\omega=1}^w M(\mu_\omega) \right), \quad (92)$$

úgy határozzuk meg, hogy minimális legyen a költségkomponens. Ehhez a körjárat útvonalát kell optimalizálni, amit a következő pont ad meg. Ennek ismeretében feltehető, hogy ismert az optimális járat útvonal: $0, \mu_1, K, \mu_\omega, K, \mu_w$. A szállítási költség kiszámításához először határozzuk meg egy ERKE-re eső fajlagos szállítási költséget:

$$\bar{k}_{\varphi_\sigma}^{AS} = \frac{k_{\varphi_\sigma}^{AS} \cdot \bar{C}_{\varphi_\sigma} \cdot \sum_{\omega=1}^w l_{\omega-1, \omega} + k_{\varphi_\sigma}^u l_{0,1}}{\bar{C}_{\varphi_\sigma}}. \quad (93)$$

Ennek megfelelően a jármű kihasználatlanságból származó költség a $\bar{k}_{\varphi_\sigma}^{AS} \cdot I(\varphi_\sigma, \zeta, \mu)$ költséggel növekszik. Ezért az alkatrészekre kell optimalizálni a költséget:

$$K_{MA}^{AS}(\zeta) = \min_{\mu} \left(I(\varphi_\sigma, \zeta, \mu) \cdot (\hat{T}^K(\zeta + 1) - T^{BE}(\varphi_\sigma, \mu)) \cdot k_{\mu}^{AR} - \bar{k}_{\varphi_\sigma}^{AS} \cdot I(\varphi_\sigma, \zeta, \mu) \right). \quad (94)$$

7.4.4.2 Több körjárat LP modell alkalmazhatóság vizsgálata

Abban az esetben, ha minden járműre $\bar{C}_{\varphi_\sigma} < \sum_{\omega=1}^w M(\mu_\omega)$ teljesül, akkor több körjáratot kell szervezni. A körjárat-szervezés egy nagyon összetett feladat, melyre nincs polinomiális lépésszámú matematikai eljárás. (Lásd utazó ügynök probléma [B36]) A helyzetet tovább nehezíti, hogy a felvett mennyiségek és ezek fajlagos szállítási költségeik is eltérőek. Amennyiben pontosan ötven beszállítóra az összes lehetséges utat megvizsgálánk egyetlen járműtípusra $m^{N(\varphi)} \cdot m!$ esetet kellene elemezni. Ennek a feladatnak a méretét mutatja, hogy 10 beszállító és 5 jármű esetén $3,8051 \cdot 10^{12}$ lehetséges útvonal áll rendelkezésre. A probléma

egyszerűsítése érdekében a körjáratokat azonos típusú járművekkel oldjuk meg. Majd a legkisebb szállítási költségű járműtípust fogjuk kiválasztani. Továbbá feltételezzük, hogy a beszállítók száma legfeljebb ötven. (Ez utóbbi feltevés az eljárás futási idejének korlátozása miatt fontos.) A problémát két lépésre bontjuk. Az első lépésben meghatározzuk a járatokhoz rendelt beszállítókat. Erre egy lineáris programozási modellt írtam fel. A modell megadja a mennyiségek szétosztását is. A továbbiakban az ütemszámot nem jelezzük, mivel a vizsgálataink mindig egy ütemre vonatkoznak. A jármű és beszállító hozzárendelés LP modelljének megadásához először minden típusra számítsuk ki a szükséges járművek számát:

$$N(\varphi) = \text{int} \left(\frac{\sum_{\omega=1}^w M(\mu_{\omega})}{\bar{C}_{\varphi}} + 0,5 \right). \quad (95)$$

<i>jármű</i>	<i>termék</i>			
	T_1	Λ	T_w	
J_1	x_{11}	Λ	x_{1w}	\bar{C}_{φ}
M				M
J_k	x_{k1}	Λ	x_{kw}	\bar{C}_{φ}
M				M
J_N	x_{N1}	Λ	x_{Nw}	\bar{C}_{φ}
M	$M(1)$		$M(w)$	M

9. táblázat A feladat alapadatai

$$\begin{aligned} \sum_{s'=1}^N x_{s'\mu} &= M(\mu) \\ \sum_{\mu=1}^w x_{s'\mu} &\leq \bar{C}_{\varphi} \\ x_{s'\mu} &\in \mathbf{N} \end{aligned} \quad (96)$$

A modellhez egy megfelelő célfüggvényt kellene megadni. Sajnos, a célfüggvénybe az útvonalat is be kell építeni oly módon, hogy a felvett mennyiség arányában növekszik a szállítási költség. A probléma megoldása során több Hamilton-kör keresési problémát is meg kell oldani, melyre csak igen nagy lépésszámú és bonyolult algoritmusok léteznek [B36][B9]. A probléma lényegében semmivel sem egyszerűsödne, ha teljes útra számítanánk az összes szállított mennyiséget, hiszen az egy Utazó ügynök probléma modellt adna (mégpedig párhuzamosan többet is), mely szintén nagyon bonyolult, és nagy lépésszámú algoritmust igényelne [B36][B9].

További problémát okoz az, hogy az LP modell az optimumnál „szétaprózódást” eredményezhet. Azaz előfordulhat, hogy egy beszállítót kettőnél több körjáratnak is fel kellene keresni, ami a valós esetekben nem célszerű. A fentiek alapján egy hatékony heurisztikus algoritmus kidolgozására van szükség, mely valósidejű megoldást biztosít.

7.4.4.3 Hatékony heurisztikus eljárás több körjáratos feladathoz

A probléma megoldását négy lépés alkotja. Az első két lépésben egy körjáratot kiválasztjuk az érintendő beszállítókat, majd a harmadik lépésben meghatározzuk ezen beszállítók érintési sorrendjét, végül kiválasztjuk a járműtípust. A körjáratos feladatok megoldására a Miskolci Egyetem Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszékén több eljárást, módszert kidolgoztak. Ismert többek között az oszlopösszegző eljárás, mely módszer gyors és hatékony. A vizsgálatainkban viszont fontos, hogy a feltöltési mennyiséget is figyeljük, és ennek függvényében a költségre is, és ne csak az útvonal hosszára optimalizáljuk az eljárást.

1. Lépés: járatok és beszállítók összerendelése

A beszállítási költség a járatindítási alap-, az üresjárat-, adott alkatrészmennyiség szállítási költségtől függ, ez utóbbit a szállítási úthossz, a mennyiség és a fajlagos szállítási költség határozza meg. Ezért minden beszállítóhoz kiszámítjuk az igényelt nem feltétlenül azonos típusú alkatrész mennyiséghez a fajlagos szállítási költséget:

$$\bar{k}_{\varphi}^{AS} = \frac{\sum_{\mu \in H_j} k_{\varphi\mu}^{AS} M(\mu)}{\sum_{\mu \in H_j} M(\mu)}. \quad (97)$$

Az eljárásunk, akkor fog jól működni, ha a (95)-ben meghatározott N -től nem sokkal nagyobb számú járatot kell az eljárás végén indítani. A hozzárendelést egy egyszerű „mohó algoritmussal” végezzük el. A módszer lényege, hogy mindig az adott lépésben optimálisnak látszó döntést hozza, azaz mindig a lokális optimumot választja abban a reményben, hogy ez a globális optimum közelébe fog vezetni. (Lásd. 2.6 fejezet) Az eljárás során mindig olyan elemet választunk ki a megfelelő kritériumú elemek közül, melyek átlagos távolsága az elemektől a legkisebb. A választás során ügyelni kell arra, hogy a mennyiségek elaprózódása a legkevesebb esetben történjen meg.

0. feladat: Állítsuk be az első körjáratot a J_{φ} járművel;

1. feladat: Az adott járatot és az alkatrésztárhoz válasszunk a még „nem üres” beszállítók közül, a következő módon;

- a. Ha van jelzett beszállító, akkor ezt a beszállítót választjuk;
- b. Ellenkező esetben a raktárhoz legközelebb eső beszállítót.

Ha már nincs beszállító, akkor lépünk a 4. feladatra;

2. *feladat*: A „maradék” beszállítók közül azt választjuk ki, amely a kiválasztottakhoz átlagosan a legközelebb van és mennyisége még elhelyezhető a járművön. Lépünk vissza a 1. feladatra;

3. *feladat*: Ha nincs olyan beszállító, amelynek teljes mennyisége elszállítható, akkor az átlagosan legközelebbit választjuk és a járművön elhelyezünk a szállítandó mennyiségből annyit, amennyit lehet. Jelöljük meg a beszállítót. Állítsunk be új járatot. Lépünk vissza az 1. feladatra;

4. *feladat*: Állítsuk le az eljárást.

A fenti eljárás pontosan N db járművet eredményez, ez abból következik, hogy minden járművet – kivéve esetleg az utolsót – a hozzárendelés során teljesen megtöltöttük. Szétaprózódás is kevés esetben lép fel, sőt legfeljebb $N-1$ beszállító esetén oszthatja két részre a mennyiséget. Ennek a problémának a finomítására a következő lépés nyújt megoldást.

2. Lépés: Az eljárás költségfinomítása

Az 1. lépésben kapott szétbontások száma is csökkenthető, ezáltal a szállítási költség is csökkenthető.

0. *feladat*: Jelöljük meg az utolsó járatot;

1. *feladat*: Ha nincs kijelölt járat, állítsuk meg az eljárást;

2. *feladat*: Ha van még kijelölt járat, számítsuk ki, mennyi a szabad kapacitása, ha van olyan szétbontott mennyiség, melyet két járat visz el, és teljes egészében elfér a járművön, akkor válasszuk ki a legnagyobb ilyen mennyiséget. Rendeljük a mennyiséget a kijelölt járhoz. Szüntessük meg a kijelölést;

3. *feladat*: A felszabadult üres helyekkel rendelkező járatokat jelöljük ki és lépünk az 1. feladatra.

Az eljárás végeredménye megadott járműtípusra minimális járatszámú, minden alkatrészt elszállító N db beszállítói részhalmaz:

1. járhoz: $\tilde{B}_1 := \{B_{11}, K, B_{1,j_1}\}, \dots$, az N . járhoz: $\tilde{B}_N := \{B_{N1}, K, B_{N,j_N}\}$.

3. Lépés: körjáratok érintési sorrendjének meghatározása

Tekintsünk, most egy adott J_φ járműtípushoz tartozó i járatot. A harmadik lépésben, a körjáratokban szereplő beszállítók sorrendjét határozzuk meg.

0. feladat: Az induló cél legyen a raktár és jelöljük B_0 -al;

1. feladat: Válasszuk ki kijelölt célhoz (B_j), az átlagos fajlagos-szállításiköltség, az úthossz és a mennyiség szorzata szerint legnagyobb értékű beszállítót. Azaz

$$f(\varphi, j, k) = \bar{k}_{\varphi k}^{AS} \cdot l_{jk} \cdot M(k), \quad (98)$$

ahol

$$B_{ik} \in \tilde{B}_i \text{ és } B_{ik} \neq \bar{B}_{il} \text{ ahol } (l = 1, \dots, k-1)$$

értékek közül a maximumot

$$f(\varphi, k) = \max_{\substack{B_l \in \tilde{B}_l \\ B_{ij} \neq \bar{B}_{il}}} \{f(\varphi, k-1, j)\} \quad (99)$$

jelenti, és

$$\bar{B}_{ik} := B_{il}. \quad (100)$$

Amennyiben több ilyen van, akkor közülük önkényesen választunk. Ez lesz a körjáratba bevont beszállítót közvetlenül megelőző elem;

2. feladat: Ha van még beszállító, akkor lépünk vissza az 1. feladatra;

3. feladat: Számítsuk ki a költséget a kapott körjáratához. A kapott sorrend:

$$\bar{B}_{i_1}, K, \bar{B}_{i_j}. \quad (101)$$

A J_φ járműtípusra vonatkozó indítás és üresjárat nélküli költség:

$$K^{AS}(\lambda, \varphi, i, j) = \sum_{j=1}^{m_i} \left(k_{\varphi \mu_j}^{AS} M(j) + \bar{k}_\varphi^{AS} \left(c_\varphi - \sum_{l=1}^j M(l) \right) \right) \sum_{k=j}^{m_i} l_{\mu_j \mu_{j+1}}. \quad (102)$$

A teljes költség:

$$K^{AS}(\lambda, \varphi) = N \cdot k_\varphi^0 + \sum_{i=1}^N \left(k_\varphi^{ii} \cdot l_{0, i_1} + K^{AS}(\lambda, \varphi, i, j) \right), \quad (103)$$

ahol m_i egy járaton belüli részútvonalak számát jelenti.

4. Lépés

Végül kiválasztjuk a körjáratához kapcsolódó optimális járműtípust:

$$K_M^{AS}(\zeta) = \min_{\varphi} \left(K_M^{AS}(\zeta, \varphi) \right), \quad (104)$$

amelyet a J_φ jármű esetén ér el.

7.5 A II. fázis beszállítás indítási ütemidejének meghatározása

Az ütemidő meghatározásához első lépésben tekintsük a φ járműtípusból szükséges ingajáratokat az úthosszokkal együtt:

$$\hat{I}_{\lambda\varphi} = \begin{bmatrix} d_1 \\ \mathbf{M} \\ d_{s_\varphi} \end{bmatrix}, \quad (105)$$

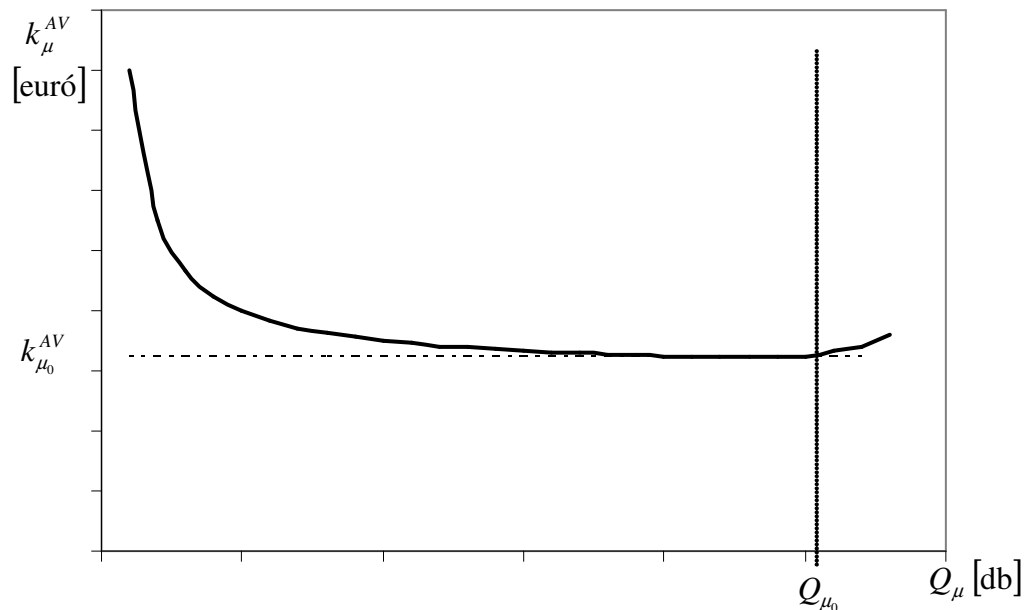
ahol $d_i = 2l_{0j}$ ingajárat esetén, és $d_i = l_{0j} + \sum_{j=1}^{k-1} l_{j,j+1} + l_{0k}$, és $l_{j,j+1}$ a $\overline{B}_j \overline{B}_{j+1}$ két körjáratban egymásután következő két beszállító távolsága. Ennek megfelelően minden járatot legalább

$$T_{\lambda\varphi}^{Ind} = \begin{bmatrix} \hat{T}_\lambda^K - d_1 v_\varphi - Q_1 (T_\varphi^{fel} + T_\varphi^{le}) \\ \mathbf{M} \\ \hat{T}_\lambda^K - d_{s_\varphi} v_\varphi - Q_{s_\varphi} (T_\varphi^{fel} + T_\varphi^{le}) \end{bmatrix} \quad (106)$$

időpontban indítani kell, hogy a szerelési ütemidőre beérkezzen. A fenti vektorban a $Q_{1,K}, Q_{s_\varphi}$ az ERKE-ben számított szállítási mennyiség;

7.6 A második fázis költségkomponenseinek kapcsolata

A következő elemzésben csak az ingajáratok esetével foglalkozunk. a körjáratokra vonatkozóan a paraméterek súlyozott átlagával kell számolni, és ekkor a gondolatmenet teljesen hasonló lesz. A vizsgálat első lépésében a vásárlási költséget elemezzük. A fajlagos költség mennyiségfüggő változása – egy adott megrendelési mennyiségig – egy hiperbolikus függvénnyel jól közelíthető. Egy kritikus érték után – technológiai okok – miatt egy növekedés indul meg:



43. ábra Fajlagos vásárlási költség a mennyiség függvényében

A példánkban minden megrendelésre érvényes lesz: $Q_\mu \leq Q_{\mu_0}$. Tehát egy alkatrésztípusra vonatkozó teljes vásárlási költség:

$$K_\mu^{AV} = \left(k_{\mu_0}^{AV} + \frac{a_\mu}{Q_\mu} \right) Q_\mu = k_{\mu_0}^{AV} Q_\mu + a_\mu, \quad (107)$$

ahol az a_μ termékfüggő konstans. Az összes alkatrésztípusra vonatkozó teljes vásárlási költség a

(107) alapján $K_\varphi^{AV} = \sum_{\mu=1}^w (k_{\mu_0}^{AV} Q_{\mu\varphi} + a_\mu)$. Az optimális mennyiség kiválasztása a vásárlási-, a

szállítási- valamint a raktározási költségtől függ. Amennyiben nem vesszük figyelembe a szállítási költséget, akkor az elemzés teljesen megegyezik a késztermék szerelési- és raktározási fajlagos költségének vizsgálatával. Azaz a fajlagos költség

$$k_\mu(Q_\mu) = k_{\mu_0}^{AV} + \frac{a_\mu}{Q_\mu} + k_\gamma^{AR} \cdot \overline{\Delta t} \cdot Q_\mu \cdot \frac{(k+1)}{2}, \quad (108)$$

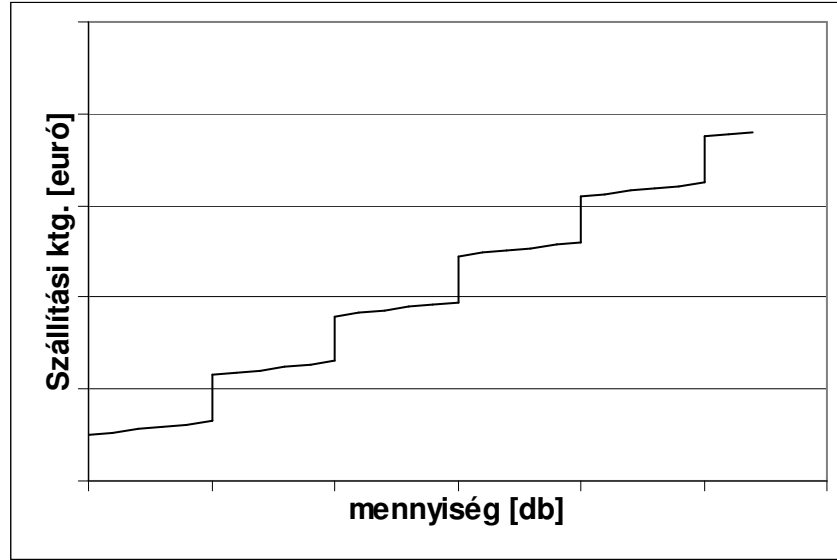
ahol a k a beszállított mennyiség várhatóértékének és a szerelősorokhoz kiszállított mennyiség várhatóértékének aránya.

A szállítási költség elemzése során megállapítható, hogy az azonos járműtípuson történő szállítás esetén, egy adott alkatrész beszállításának a költségfüggvény alakja a 10. és 11 ábrán látható. Ez a függvény az alábbi (109) alakban írható fel:

$$K_\varphi^{AS}(Q) = \left[\text{int} \left(\frac{Q-1}{\bar{c}_\varphi} \right) + 1 \right] k_\varphi^0 + (k_\varphi^{ii} + Q \cdot \tilde{c}_\mu \cdot k_{\varphi\mu}^{AS}) \cdot l_\mu. \quad (109)$$

Ennek megfelelően egy termékre eső teljes beszállítási fajlagos költség 3. sz. mellékletben megadott bizonyítás alapján:

$$\begin{aligned} k_{\varphi\mu}^{TAS} &= \frac{\left[\text{int} \left(\frac{\text{int} \left(\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu} \right)}{\bar{c}_\varphi} \right) + 1 \right] k_\varphi^0 + (k_\varphi^{ii} + Q_\mu \cdot k_{\varphi\mu}^{AS}) l_\mu}{Q_\mu} = \\ &= \frac{1}{Q_\mu} \left[\text{int} \left(\frac{1}{\bar{c}_\varphi} \text{int} \left(\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu} \right) \right) + 1 \right] k_\varphi^0 + \left(\frac{k_\varphi^{ii}}{Q_\mu} + k_{\varphi\mu}^{AS} \right) l_\mu = \\ &= \frac{1}{Q_\mu} \left(\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1 \right) k_\varphi^0 + \left(\frac{k_\varphi^{ii}}{Q_\mu} + k_{\varphi\mu}^{AS} \right) l_\mu. \end{aligned} \quad (110)$$



44. ábra A szállítási költség a mennyiség függvényében

Ebből egyszerűen következik ha $Q_\mu \leq \tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi$, akkor a fenti (110) képlet

$$k_{\varphi\mu}^{TAS} = \frac{k_\varphi^0}{Q_\mu} + \left(\frac{k_\varphi^i}{Q_\mu} + k_{\varphi\mu}^{AS} \right) l_\mu \quad (111)$$

alakú lesz.

Ellenkező esetben azaz $Q_\mu > \tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi$ igen jól közelíthető az alábbi módon. A kiindulási

összefüggés $0 \leq \text{int } c \leq c$, ez alapján $0 \leq c - \text{int } c < 1$, tehát $0 \leq \frac{c}{a} - \frac{\text{int } c}{a} < \frac{1}{a}$. Ezt az

összefüggést felhasználva:

$$0 \leq \frac{\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} - \frac{\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} < \frac{1}{Q_\mu}, \quad (112)$$

illetve a (112) összefüggés átrendezve

$$-\frac{1}{Q_\mu} < \frac{\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} - \frac{\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} \leq 0. \quad (113)$$

Vagyis az $\frac{\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu}$ érték a (113) alapján alábbi korlátok közé szorítható:

$$\frac{\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} - \frac{1}{Q_\mu} < \frac{\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} \leq \frac{\frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu}. \quad (114)$$

További átalakítások utána a reláció a (115) alakot veszi fel

$$\frac{1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} \left(1 - \frac{1}{Q_\mu}\right) < \frac{\text{int} \frac{Q_\mu - 1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + 1}{Q_\mu} \leq \frac{1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} \left(1 + \frac{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1}{Q_\mu}\right). \quad (115)$$

A fajlagos szállítási költség $Q_\mu > \tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi$ feltételezéséből

$$\frac{1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} \left(1 - \frac{1}{Q_\mu}\right) k_\varphi^0 + \left(\frac{k_\varphi^{\ddot{u}}}{Q_\mu} + k_{\varphi\mu}^{AS}\right) l_\mu < k_{\varphi\mu}^{TAS} \leq \frac{1}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} \left(1 + \frac{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1}{Q_\mu}\right) k_\varphi^0 + \left(\frac{k_\varphi^{\ddot{u}}}{Q_\mu} + k_{\varphi\mu}^{AS}\right) l_\mu, \quad (116)$$

melyet átalakítások után a (117) korlátok közé szorítható

$$k_{\min} = \frac{k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu + \frac{k_\varphi^{\ddot{u}} l_\mu - \frac{k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi}}{Q_\mu} < k_{\varphi\mu}^{TAS} \quad (117)$$

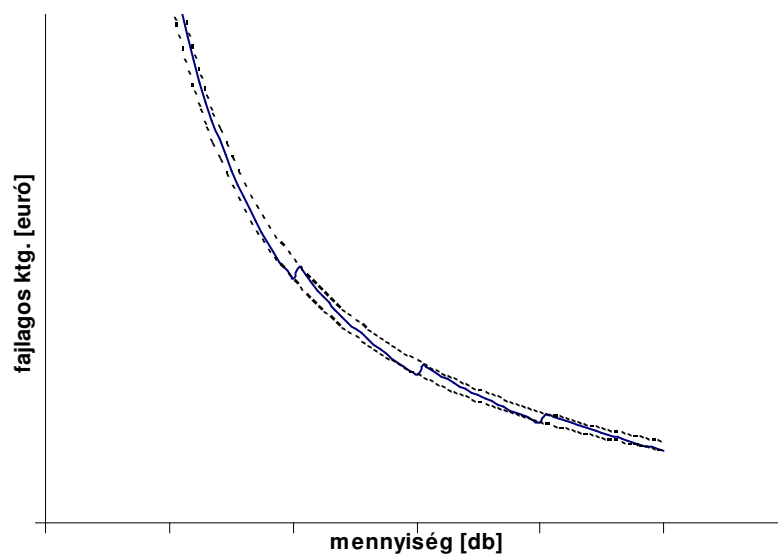
$$k_{\varphi\mu}^{TAS} \leq \frac{k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu + \frac{k_\varphi^{\ddot{u}} l_\mu + \frac{(\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1) k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi}}{Q_\mu} = k_{\max}.$$

Ellenkező esetben, ha $Q_\mu \leq \tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi$

$$k_{\varphi\mu}^{TAS} = k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu + \frac{k_\varphi^0 + k_\varphi^{\ddot{u}} l_\mu}{Q_\mu}. \quad (118)$$

Ezek alapján megállapítható, hogy a fajlagos szállítási költség egy rögzített termék esetében hiperbolikusan változik a szállítandó mennyiségtől függően.

A fenti korlátozás egy példán keresztül a 45. ábrán látható.



45. ábra A költségfüggvény a korlátjaival

A megvizsgált példán a legnagyobb becslési hiba: 0,19 % volt, melyet

$$o\left(\frac{1}{Q_\mu}\right) = \frac{1}{\frac{(Q_\mu - 1)}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + Q_\mu \frac{k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu}{k_\varphi^0} + \frac{k_\varphi^{ii} l_\mu}{k_\varphi^0}} \quad (119)$$

összefüggésből számítható.

Tehát egy adott μ alkatrész egy darabjának átlagos beszerzési, beszállítási és tárolási költsége:

$$\begin{aligned} k_\mu^{II}(Q_\mu) \approx & k_{\mu_0}^{AV} + \frac{a_\mu}{Q_\mu} + k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot Q_\mu \cdot \frac{(k+1)}{2} + \\ & + \frac{k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu + \frac{k_\varphi^{ii} l_\mu + \frac{(\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1)k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi}}{Q_\mu}. \end{aligned} \quad (120)$$

A fenti összefüggés az alábbi egyszerűbb alakra hozható

$$\begin{aligned} k_\mu^{II}(Q_\mu) \approx & k_{\mu_0}^{AV} + \frac{k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} + k_{\varphi\mu}^{AS} l_\mu + \\ & + k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot Q_\mu \cdot \frac{(k+1)}{2} + \frac{a_\mu + k_\varphi^{ii} l_\mu + \frac{(\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1)k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi}}{Q_\mu}. \end{aligned} \quad (121)$$

Ennek az értéknek kell a minimumát meghatározni. Az elsőrendű differenciálhányados meghatározásával ez egyszerűen megadható, mivel a differenciálhányados-függvény zérushelye a függvény minimumhelyét adja meg:

$$\frac{dk_\mu^{II}(Q_\mu)}{dQ_\mu} = k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot \frac{(k+1)}{2} - \frac{a_\mu + k_\varphi^{ii} l_\mu + \frac{(\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1)k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi}}{(Q_\mu)^2} = 0, \quad (122)$$

amiből a minimum:

$$Q_\mu = \sqrt{\frac{2 \left(a_\mu + k_\varphi^{ii} l_\mu + \frac{(\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi - 1)k_\varphi^0}{\tilde{c}_\mu \bar{c}_\varphi} \right)}{k_\gamma^{AR} \cdot \bar{\Delta t} \cdot (k+1)}}. \quad (123)$$

A fenti (123) eredmény egy alkatrész beszállítására vonatkozó fajlagos költség minimumához az optimális mennyiséget adja meg.

8. III. fázis

Mint azt a célkitűzésekben jeleztem a III. fázis kidolgozása helyhiány miatt ebben a értekezésben nem történik meg. Vázlatosan ennek a részmodellnek a feladata az I. és II fázis összehangolása. Erre azért van szükség, mivel a két fázis optimalizáló eljárásai, lényegében egymástól függetlenül működnek. A teljes rendszer optimuma nem feltételen a két rendszer külön-külön optimumainak összege, mivel a két fázis határán a szerelési és beszállítási ütemek eltérőek lesznek. Másrészt előfordulhatnak olyan esetek, amikor egy szerelősoron, vagy sorok közötti átrendezés segítségével csökkenteni lehet a raktározási költségeket úgy, hogy közben nem sérülnek a kényszer feltételek, valamint a szerelési költség nem, vagy a raktározásból származó költség csökkenésnél kisebb mértékben növekszik. Az eljárás a determinisztikus modellhez aránylag egyszerűen megadható:

1. lépés: Végezzük el a 6.7.1 átrendezési eljárás azon módosított változatát, amelyben azt a terméket cseréljük, amelynek szerelése a raktáron lévő alkatrészek segítségével megkezdhető, vagy vele azonos típusú terméket viszünk át a vizsgált sorra a kényszerek megsértése nélkül. Ez utóbbi esetben úgy végezzük el, hogy az összevonandó sorozatnak a beszállított mennyiségét is összevonjuk. Ez alkatrész raktározási költség megtakarítást eredményez.
2. lépés: Megvizsgáljuk, hogy a szerelési és készárú-raktározási költség változás $\Delta K^I = \Delta K^G + \Delta K^{KR}$, valamint a beszállítási és raktározási költség csökkenés $\Delta K^{II} = \Delta K^{AR} + \Delta K^{AS}$ teljesíti-e a $\Delta K^I + \Delta K^{II} < 0$.
3. Lépés: Ha igaz végrehajtjuk a cserét és visszalépünk az 1. lépésre, amíg lehetséges csökkentő cserét végrehajtani.

Az eljárás szigorúan monoton csökkenést eredményez az összköltségben.

További hangolási eljárások készíthetők az előző eljárás finomítására, vagy további más hangoló javító is készíthető. Bonyolultabb a megoldás a sztochasztikus rendszer esetén. Ekkor a hangoló eljárásban statisztikai előrejelzéseket is fel kell használni, mivel a beszállítások megszervezéséhez az alacsony készlet szint tartása mellett más módon nincs lehetőség. Ebben az esetben csupán annak a valószínűsége jelezhető előre milyen költségérték intervallumban lesz a legnagyobb valószínűséggel a várható költség.

9. Összefoglalás

A kutatómunkám legfontosabb feladata volt egy műszaki-gazdasági modell megalkotása, melynek elemzése során olyan heurisztikus eljárás készíthető, ami egy késleltetett összeszerelő üzem termelésütemezési problémáját hatékonyan megoldja. A eljárás részét képezte a beszállítási és raktározási feladatok megfelelő kezelése is. A műszaki-gazdasági modell megalkotásában a legfontosabb feladat a megfelelő célfüggvények meghatározása, a paraméterek, és korlátok részletes bemutatása és elemzése. A következő feladat a modell matematikai megalkotása, melyhez optimalizáló eljárás, érzékenységvizsgálat, belső struktúraelemzés is társul. Ez utóbbi legfontosabb feladata, hogy a költségfüggvények és tényezők változásainak elemzése során következtetéseket alkothassunk a modell és heurisztikus eljárások helyességére.

A kutatómunka eredményei tézisszerűen az alábbi módon foglalhatók össze:

ELSŐ TÉZIS: EGY TÖBBFÁZISÚ MŰSZAKI-GAZDASÁGI RENDSZERMODELL FELÁLLÍTÁSA

A vizsgált műszaki-gazdasági és logisztikai környezet elemeire meghatároztam a rendszerhatárt, és a kapott rendszerre egy többszintű modellt írtam fel az alábbi módon:

- A vizsgált rendszert első lépésben egy *sztochasztikus külső és egy determinisztikus magfeladatra bontottam.*
- Ezek után *egy ötszintű és háromfázisú műszaki komponensre választottam szét* (1. ábra), meghatároztam a *rendszerben szereplő költségelemeket szerkezetükkel együtt,* valamint azokat a *független paramétereket,* melyektől ezek a komponensek függenek.
- Részletesen kidolgoztam a rendszerben célfüggvényként is használható költségkomponenseket.
- Megadtam a modulok határain jelentkező interfészeket, ezáltal a magasabb szintű modulok az alacsonyabbak kényszerfeltételeit minden esetben egyértelműen meghatározták.
- Kidolgoztam műszaki-gazdasági modellhez az egyszerűsítéseket és kényszerfeltételeket is tartalmazó logikai vázat.

MÁSODIK TÉZIS: A MŰSZAKI-GAZDASÁGI MODELLT LEÍRÓ MATEMATIKAI MODELL MEGALKOTÁSA

Megalkottam a feladat matematikai modelljét, azaz a modellben megjelenő komponenseket lineáris algebrai eszközök segítségével modelleztem. A rendszerben szereplő véges elemű

paraméter halmazhoz mátrixokat, hipermátrixokat, vektorokat rendeltem, ezáltal a lineáris programozási modell alapadatait a kívánt formában biztosítottam. Az eljárási modell mellett *minden modulhoz meghatároztam az optimalizálási részcélokat* is. A céloknak megfelelő *heurisztikus optimalizáló eljárásokat készítettem* a modell I. és II. fázisához. *Az eljárásokat elemi logikai lépésekre bontva adtam meg.* Az eljárás moduljai heurisztikus eljáráson alapulva az alábbi funkciókat valósítják meg:

- A szerelősorokhoz való hozzárendelés back-traking eljárással;
- Az összevonások, csúsztatások és átrendezési eljárások a eredmény finomítására;
- A második fázis beszállítási ütemidejének meghatározását;
- Ingajáratok szervezése;
- A körjáratok szervezésének feladatait, beszállítók meghatározását és hozzárendelését, valamint a beszállítói sorrend kialakítást a módszer segítségével.

HARMADIK TÉZIS: AZ ELJÁRÁSOK HATÉKONYSÁGELEMZÉSE ÉS BELSŐ STRUKTÚRA VIZSGÁLAT

- A kiosztási és javító feladatokhoz részletes elméleti hatékonyság elemzést kapcsoltam, mely megadja a megrendelés rendszer struktúrájától, a modell belső elemeitől függően az eljárás eredményének optimalitását. Minden modul esetén az algoritmus a kapcsolódó költségkomponens értékét is kiszámítja. A hatékonyság elemzés során vizsgálatra kerültek a közel azonos paraméterű (de paraméterenként külön-külön vizsgált) szerelősorok esetei, mind átfutási időre, mind költségre vonatkozóan, valamint a terméksorozatok belső szerkezete szerint bontva.
- A struktúra (volumen) érzékenység vizsgálat esetében a megrendelésekben szereplő termékmennyiségek változtatását végeztem el és elemeztem. A vizsgált esetek: termékfajták száma állandósága mellett a volumenek arányosan, illetve véletlenszerűen változnak. Továbbá elemzésre került az az eset is, amikor termékfajták összetétele módosul. Ez utóbbira vonatkozó eredmény: a struktúra változása során, az összvolumen változását a teljes költség exponenciálisan kíséri, a termék típusok számának módosulása a volumenben és a fajlagos költségekben jelennek meg. A fajlagos költségváltozást, pedig közel lineárisan követi.

NEGYEDIK TÉZIS: PARAMÉTERES ÉRZÉKENYSÉGVIZSGÁLAT AZ I. FÁZISHOZ

A érzékenységvizsgálat végrehajtásához általánosan, más vizsgálatokban is felhasználható univerzális eljárást határoztam meg. Ennek elvei:

- Az érzékenységvizsgálathoz egy elemezhető és gyakorlatot modellező mintapéldát konstruáltam.

- A feladatban szereplő komponensekre meghatároztam a kapcsolatokat.
- A mintapélda alapján egy konkrét mintaesetet készítettem, majd ezen végeztem el az eljárás érzékenység vizsgálatát. A paraméteres érzékenységvizsgálat során minden esetben meghatároztam a paraméter érték lehetséges értelmezési tartományát, és néhány jellemző értékére elvégeztem a vizsgálatot, majd ebből statisztikai elemzés segítségével vontam le következtetéseket. A feladathoz megadtam egy véletlenszámgenerátorral alkotott mintamodellt, és ehhez létrehoztam egy konkrét mintaesetet – egy részletes megrendelés halmazt, gyártási feltételeket és paramétereiket.
- Ezután az optimális sorozat méretre történő vizsgálatát végeztem el az átállítási-szerelési költségek, valamint a raktározási költségek segítségével.
- A paraméteres vizsgálat során csak a fajlagos költségek változását elemeztem a bázis költséghez kapcsolt paraméterek változásának függvényében. A két vizsgált paraméter: az átállítási-, és raktározási arányossági tényező. A vizsgálatok szerint mindkét paraméterre a folytonossági határon belül lineáris kapcsolat használható.
- A vizsgálatok egyik mellékeredménye az a megállapítás, hogy az algoritmus a szerelősorok kihasználtsága szempontjából helyesen működik.

A kidolgozott eredmények azokhoz a bonyolult nagy volumenű termelésütemezési problémák megoldásához nyújtanak segítséget, amikor a szükséges logisztikai erőforrások korlátozások nélkül, vagy rendszer számára megfelelő mennyiségben rendelkezésre állnak, vagy megteremthetők. Továbbá alkalmas a módszer az adott vagy kissé változó termékstruktúra esetén a szükséges logisztikai erőforrások meghatározására is, valamint megváltozott termékstruktúra esetén a meglévő logisztikai kapacitások ellenőrzésére. Azaz annak megállapítására, hogy szükség van-e kapacitás növelésre illetve lehetőség van-e csökkentésre. Másrészt vizsgálható, hogy a rendszer megváltozásával, milyen erőforrás költségváltozás áll be. A kidolgozott eljárás rendszer alkalmas a sztochasztikus modell magfunkcióinak megvalósítására. Továbbfejlesztés egyik lehetősége a sztochasztikus változók eloszlásainak vizsgálata után egy szimulációs eljárássá átdolgozni a kapott eljárás rendszert, valamint sztochasztikus ütemező eljárásként felhasználni. Determinisztikus megrendelési rendszer esetén adaptálható a modell bármilyen modern számítógépes hálózati rendszerre. A modell egyik jelentősége, hogy integrált modell és így a feldolgozott téma alkalmas nemzetközi kutatási pályázatokban való megjelenésre.

A kapott eredmények, módszerek és eljárások egyrészt elméleti módszereket biztosítanak a *felsőoktatásban*, amelyek jól felhasználható mind a mérnöki, mind pedig a

közgazdászképzésben. A Miskolci Egyetem „Globális logisztika (Eurologisztika)” tantárgyának anyagához kapcsolódik, abba beépíthető, valamint a BGF PSZFK „Matematikai modellezés” illetve a „Gazdasági Informatika” tantárgyak anyagának részét képezi. Másrészt a mintapéldákon keresztül bemutatott elemzések gyakorlati eszközt adhatnak a hallgatók kezébe hasonló vizsgálatok elvégzésére.

Köszönetnyilvánítás

Az értekezés a Miskolci Egyetem Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola doktori képzésének keretében készült. Itt szeretnék köszönetet mondani mindazoknak, akik munkájukkal, és segítségükkel hozzájárultak az értekezés megírásához.

Külön köszönetet illeti tudományos vezetőmet, Dr. Cselényi József professzor urat, aki szakmai támogatásával, segítőkész munkájával és ötleteivel nagyban hozzájárult a dolgozat elkészültéhez.

Szintén köszönetet mondok Dr. Tóth Tibor professzor úrnak a Doktori Iskola vezetőjének a támogatásáért és az informatika terén nyújtott segítségéért.

További köszönetet szeretnék mondani a Budapesti Gazdasági Főiskola vezetőinek a képzés idejére nyújtott segítségükért.

10. IRODALOMJEGYZÉK

10.1 Az értekezés témakörében megjelent saját publikációk

- [A1] **Gubán. Á.:** The Genetic Algorithm and Application of Gas, *Engineering of Modern Electric Systems (EMES)*, Orodea, 1999. pp. 54-59.
- [A2] **Gubán Á., Gubán M., Paróczai P.:** *Területfejlesztés információ alapú logisztikai rendszere*, microCAD, Miskolc 2000.
- [A3] **Gubán, Á., Dr. Cselényi, J., Dr. Bányai, Á.:** *Cost-functions used for the estimation of logistic integrated production control at delayed assembling plants*, Miskolcser Gespräche Miskolc, 2000.
- [A4] **Gubán, Á.:** *GA és Neurális hálózati szimulációs módszerek alkalmazása logisztikai feladatok megoldására*, „Az elemzési módszerek és a gazdasági környezet harmonizációja” konferencia, Budapest BGF, 2000.
- [A5] **Gubán, Á., Dr. Cselényi J.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikával integrált termelésirányításának matematikai modellje*, Magyar Tudomány Napja, BGF PSZFK, 2000, pp. 42
- [A6] **Gubán Á., Dr. Cselényi J.:** *Összeszerelő üzemek logisztikával integrált termelésirányításának értékelésénél alkalmazható költségfüggvények*, Magyar Tudomány Napja, Doktoranduszok Fóruma, Miskolc, 2000, pp. 13-18.
- [A7] **Gubán Á., Dr. Cselényi J.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikával integrált termelésirányításának vezérlési algoritmusai és módszerei*, Nógrádi Gondolatok, Salgótarján, 2001, pp. 15-20.
- [A8] **Gubán Á., Dr. Cselényi J.:** *Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikával integrált optimális termelés ütemezést befolyásoló tényezők*, Doktoranduszok fóruma, Miskolc 2001, pp. 57-63.
- [A9] **Gubán Á., Dr. Cselényi J.:** *Control Algorithms and Methods of Logistic Integrated Production Control at Delayed Assembling Plants* PhD hallgatók III. nemzetközi konferenciája, Miskolc, 2001, pp. 163-168.
- [A10] **Gubán M., Gubán Á.:** *Egy fuvarozási vállalat szállítványozási feladatának matematikai modellje és tervezett megoldási algoritmus* „Globalitás és vállalkozás” Tudomány napja, BGF Budapest, 2001, pp. 226-235.

- [A11] **Gubán. Á., Dr. Cselényi, J.:** *Mathematical Elements and heuristic method of logistic integrated production control at delayed assembling plants*, Miskolczer Gespräche, Miskolc, 2001, pp. 72-76.
- [A12] **Á. Gubán, J Cselényi:** Mathematical model and phase algorithms of the production control integrated by logistics of delayed assembling plants, *Modelling and optimisation of logistic system*, Miskolc, 2001, pp. 47-59.
- [A13] **Á. Gubán, J. Cselényi:** *Mathematical model and heuristic algorithm to establish delayed assembling plants oriented by logistic*, Microcad, Miskolc, 2002
- [A14] **Gubán Ákos:** *Convergence Eximination of a GA model*, „Híd kelet és nyugat között” BGF Budapest, 2002, pp. 289-295.
- [A15] **Ákos Gubán, József Cselényi:** *Mathematical model of component supplying and storing integrated to given production program*, Microcad, Miskolc, 2003.
- [A16] **K. Dunai, J. Cselényi, R. Bálint, Á. Gubán:** *Capacity optimisation of non - convertible logistic sources to be developed through regularly stepped specific cost functions and in line with capacity needs based on uniform distribution*, Microcad, Miskolc, 2003.
- [A17] **L. Kota, J. Cselényi, K. Dunai, Á. Gubán:** *Method used for prognostication of storage capacity requirement of electronic products before packaging*, MicroCAD, Miskolc, 2003, pp. 77-81.
- [A18] **Gubán Ákos, Dr. Cselényi J.:** *Algorithm test and sensitivity analisis of production control integrated by delayed assembling and product storage*, Miskolczer Gespräche, Miskolc, 2003, pp. 213-218.
- [A19] **K. Dunai, J. Cselényi, A. Gubán:** *Capacity optimisation of non – convertible logistic sources to be developed through regularly stepped specific cost functions with different capacity limits respectively and in line with capacity needs based on uniform distribution*, Miskolczer Gespräche, Miskolc 2003, pp. 213-218.
- [A20] **Gubán Á., Cselényi J., Tóth T.:** *Result Analysis of Optimizing Methods for Given Production Schedule Connected to Integrated Component Delivery and Storage*, WESIC Advanced echnologies in Manufacturing, Miskolc 2003, pp. 559-566.
- [A21] **Á. Gubán:** *Sensibility analysis of the optimum of a logistic integrated production schedule by its cost function*, MicroCad, 2004.

10.2 Az értekezésben felhasznált nem saját irodalom

- [B1] **W. Alderson:** Marketing Efficiency and Principle of Posponement, *Cost and Profit Outlook*, September 1950.
- [B2] **Y. Aviv, A. Federgruen:** The benefits of Design for Posponement, Quantitative Models for Supply Chain Management, *S. Tayur, R. Ganeshan and M. Magazine, eds*, Boston, MA: Kluwer Academic Publisher, 1999 pp. 555-584.
- [B3] **Bányainé Tóth Ágota:** A „Just in time” beszállítási rendszer tervezési módszerei Ph.D értekezés, Miskolc 1999.
- [B4] **Á. Bányai, J. Cselényi J.:** Modellierung der logistischen Kette von verzögerten Montage, *Modelling and optimisation of logistic system*, Miskolc 2001, pp. 9-16.
- [B5] **Bányai Tamás József:** Mobilrobotos egységtrakományképző és osztályozó rendszerek tervezési módszerei, .Ph.D értekezés, Miskolc 1999.
- [B6] **J.R.Birge:** Introduction to Stochastic Optimization in Supply Chain and Logistic Optimization, *Stochastic Optimization*, IMA Tutorial, 2002.
- [B7] **Zdzislaw Bubnicki:** Simulation of an industrial transport system, *Simulation in Industry ESS 96*, 1996, pp. 305-309.
- [B8] **L. P. Bucklin,** Posponement, Speculation, and the Structure of Distribution Channels, *Journal of Marketing Research*, 1965.
- [B9] **T.H.Cormen, C.E.Leiserson, R.L.Rivest:** *Introduction to Algorithms*, The Massachusetts Institute of Technology, 1990.
- [B10] **Cselényi J.(szerk.):**Logisztikai menedzsment I-II: PHARE 9305 HU, Miskolci Egyetem, 1997.
- [B11] **Cselényi J.:** *The connection between „Just-In-Time” Manufacturing and Control of Logistic System*, CAMP’92, Budapest, 1992. pp. 1-12.
- [B12] **Cselényi J.:** Mi a logisztika, *Természettudományi közlöny*, 129. évf. 10. 11 füzet
- [B13] **Cselényi J., Bányainé Tóth Á.:** *Determination of logistical characteristics of the „Just in time” (JIT) conveyment at different manufacturing processess*, INTERPARTNER’ 97, Harkov, 1997, pp. 260-261.
- [B14] **Dr. Cselényi J., Dr. B.-né Tóth Ágota:** A késleltetett összeszerelés logisztikai láncának modellezése, *Logisztikai évkönyv 2001*, pp. 19-28.
- [B15] **Dr. Cselényi J., Dr. Illés B.:** A beszállítók működése és a kapcsolódó logisztikai rendszerek és módszerek hogyan befolyásolják a termelés globalizációját, *Transpack* 38-39. 2002.

- [B16] **Cselényi J., Illés B.** *Miért kap a logisztika kulcsszerepet a globalizált világban?*, Bay Logi Miskolc 2002.
- [B17] **Cselényi J., Kollányiné Patkó R.**: *Logisztikával integrált termelésirányítás*, Miskolci Egyetem, 2000.
- [B18] **J. Cselényi, T. Tóth**: *Mathematical Model for Optimization of a Product Assembly System Integrated by Logistics and Operating in a Network-Like Work*, WESIC 2001 University of Twente, The Netherlands, pp. 81-92.
- [B19] **Dr. Cselényi J., Dr. Tóth T.**: Hálózatszerűen működő, logisztikával integrált termékösszeszerelést végző rendszer optimalására szolgáló matematikai modell, *Gépgyártás* 2001. 7-8, pp. 1-61.
- [B20] **Dr Csernyák László, Gubán Miklós**: *Lineáris programozás*, PSZF- Phare, Budapest, 1997.
- [B21] **Davis L.**: *Handbook of Genetic Algorithms*, Van Nonstrand Reinhold 1991.
- [B22] **Carlos F. Daganzo, Alan L. Erera**: *On Planning and Design of Logistics Systems for Uncertain Environments* 1999.
- [B23] **J. Dong, G Arndt**: A review of current research on disassembly sequence generation and computer aided design for disassembly, *Journal of Engineering Manufacture* 2003, pp. 299-312.
- [B24] **Fischman, G. S.**: *Monte Carlo: Concepts, Algorithms, and Applications*, Springer, Berlin, 1997.
- [B25] **Gubán M., Dr. Cselényi J.**: Késleltetett összeszerelő üzemek logisztikával integrált optimális telepítésének matematikai modellje és a telepítés egy heurisztikus algoritmus, *Gépgyártás* 2002 7-8, pp. 9-19.
- [B26] **Gubán M., Dr. Cselényi J.**: Mathematical model and heuristic algorithm to establish delayed assembling plants oriented by logistics, *Modelling and Optimisation of Logistic Systems*, Miskolc, 2001-2002, pp. 58-68.
- [B27] **M. Gubán, J. Cselényi, D. Vadász**: *Comparing and examining the mathematical programming and heuristic methods of establishing delayed assembly plants oriented by logistics*, WESIC Miskolc, 2003, pp. 587-594.
- [B28] **Gubán M., Dr. Cselényi J.**: *Computer Analysis of a Heuristic Model for Optimal Logistic Oriented Establishing of Delayed Assembling Plants*, MicroCAD 2003, Miskolc 2003.
- [B29] **Hetyei József (szerk.)**: *Vállalatirányítási információs rendszerek Magyarországon 1-2*, ComputerBooks, Budapest, 1999-2000.

- [B30] **Horváth M.:** Alkatrészgyártási folyamatok automatizált tervezése, *MTA SZTAKI Tanulmányok*, 165/1985.
- [B31] **M. E. Johnson, E. Anderson:** Postponement Strategies for Channel Derivatives, *The International Journal of Logistic Management*, Vol 11, number 1, 2000, pp. 19-35.
- [B32] **Knoll Imre:** *Logisztika, Gazdaság, Társadalom*, Budapest 2002.
- [B33] **Krekó Béla:** *Lineáris programozás*, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 1966.
- [B34] **Dr. Kulcsár Béla:** *Automatizált termelési logisztikai rendszerek integrált identifikációs adatainak adatkommunikációja a PPS adatbázisokkal*, XV. Logisztikai Konferencia Kiadványa Budapest 1997. pp. 71-90.
- [B35] **Dr. Kulcsár Béla:** *Ipari logisztika*, LSI Oktatóközpont, Budapest 1998.
- [B36] **Eugene L. Lawler:** *Combinatorial Optimization: Networks and Matroids*, Holt Rinehart and Winston, 1976.
- [B37] **Hau L. Lee:** Effective Inventory and Service Management Through Product and Process Redesign, *Operaton Research*, january 1996, pp. 151-159.
- [B38] **Hau L. Lee, C. S. Tang:** Modeling the Cost and Benefits of Delayed Product Diferentiation, *Management Science*, No. 1 1997, pp. 40-53.
- [B39] **L. Hau Lee, C. Billington, B. Carter:** Hewlet-Packard Gains Control of Iventory and Service through Design for Localization, *Interfaces*, July-August, 1993, pp. 1-11.
- [B40] **R. Mason, Jones D. R. Towill:** Using the Information Decoupling Point to Improve Supply Chain Performance, *The international Journal of Logistics Management*, Vol. 10, No. 2, 1999, pp. 13-26.
- [B41] **Matvee AS, Savkin AV.:** *Qualitive theory of hybrid dynamical systems*, Birkhauser 2000, pp. 348.
- [B42] **Huirong Meng, Shaokui Yang:** *Reliability Assement for Compound Carrier of Planetary Gearbox by ANN-MC Method*, Ten World Congress on the Theory of Machine and Mechanisms, Oulu, Finland, June 20-24, 1999.
- [B43] **W. Meyer:** *Expert systems in factory management, knowledge-based CIM*, Ellis Horwood, Hamburg, 1990.
- [B44] **J. D. Pagh, M. C. Cooper:** Supply Chain Postponement and Speculation Strategy: How to Choose the right Strategy, *Journal of Biusness Logistics*, Vol 19. No. 2. 1998, pp. 13-33.
- [B45] **Tempelmeier – Kuhn:** *Flexible Fertigungssyteme*, Spinger-Verlag Berlin Heidelberg 1993.

- [B46] **T. Tóth:** *A New Optimization Approach to Computer Aided Process Planning in CIM-Environment*, WESIC 2001 University of Twente, The Netherlands, pp. 53-61.
- [B47] **Tóth Tibor:** *Production Information Engeneering*, 50 éves a Műegyetem Gépgyártástechnológia Tanszéke, Szimposium, Budapest 2001.
- [B48] **Tóth, T.:** *Tervezési elvek, modellek és módszerek a számítógéppel integrált gyártásban*, Miskolci Egyetemi Kiadó 1998.
- [B49] **Henri Pievall, Philippe Mahey:** Design of manufacturing systems through simulation optimization: a new approach based on mathematical programming, *Simulation in Industry ESS 96*, 1996, pp. 264-267.
- [B50] **Sárközi, F.:** *Mesterséges neurális hálózatok, mint GIS függvények*, http://bme-geod.agt.bme.hu/public_h/neugris6neurmint.htm
- [B51] **Schwefel, H.P.:** *Numerische Optimierung von Computer-Modellen mittels Evolutionsstrategie*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1977.
- [B52] **Karen R. Smilowitz, Carlos F. Daganzo:** *Cost Modeling and Design Techniques for Integrated Package Distribution Systems*, 2002.
- [B53] **J. Somló:** Suitable switching policies for FMS scheduling, *Mechatronics 14*, 2004, pp. 199-225.
- [B54] **W. Zinn, D. J. Bowersox:** Planning Physical Distribution with the Principle of Postponement, *Journal of Business Logistics*, Vol. 9. No. 2, 1988, pp. 117-136.

11. Mellékletek

1. sz. melléklet

A megrendelésekben szereplő termékek darabszáma és kiszállítási határideje

1. termék			2. termék			3. termék			4. termék		
	határidő	db		határidő	db		határidő	db		határidő	db
1	2003. 01. 23.	32	1	2003. 01. 15.	43	1	2003. 01. 03.	42	1	2003. 01. 07.	22
2	2003. 02. 09.	46	2	2003. 01. 20.	26	2	2003. 01. 28.	34	2	2003. 01. 09.	34
3	2003. 03. 01.	48	3	2003. 01. 26.	30	3	2003. 02. 08.	27	3	2003. 01. 13.	28
4	2003. 03. 02.	22	4	2003. 01. 31.	28	4	2003. 03. 13.	30	4	2003. 01. 22.	46
5	2003. 03. 16.	34	5	2003. 02. 07.	38	5	2003. 03. 25.	35	5	2003. 01. 24.	39
6	2003. 03. 29.	33	6	2003. 02. 11.	36	6	2003. 03. 25.	33	6	2003. 02. 13.	39
7	2003. 03. 30.	33	7	2003. 02. 23.	31	7	2003. 04. 11.	43	7	2003. 02. 17.	45
8	2003. 04. 04.	50	8	2003. 03. 02.	22	8	2003. 05. 07.	33	8	2003. 02. 24.	26
9	2003. 04. 20.	32	9	2003. 03. 25.	27	9	2003. 05. 17.	41	9	2003. 02. 24.	42
10	2003. 05. 24.	25	10	2003. 04. 06.	43	10	2003. 05. 19.	39	10	2003. 03. 20.	49
11	2003. 06. 25.	48	11	2003. 05. 08.	27	11	2003. 05. 26.	35	11	2003. 03. 28.	37
12	2003. 07. 03.	41	12	2003. 06. 02.	38	12	2003. 06. 04.	36	12	2003. 03. 29.	28
13	2003. 07. 07.	41	13	2003. 07. 21.	48	13	2003. 06. 12.	26	13	2003. 03. 29.	46
14	2003. 07. 17.	50	14	2003. 08. 10.	45	14	2003. 08. 31.	22	14	2003. 04. 06.	22
15	2003. 07. 17.	26	15	2003. 08. 16.	26	15	2003. 10. 01.	38	15	2003. 04. 18.	24
16	2003. 07. 21.	42	16	2003. 08. 25.	21	16	2003. 12. 05.	23	16	2003. 04. 18.	28
17	2003. 08. 03.	39	17	2003. 09. 12.	47	17	2003. 12. 23.	49	17	2003. 04. 22.	27
18	2003. 08. 26.	30	18	2003. 10. 08.	43	18	2003. 12. 27.	22	18	2003. 04. 27.	22
19	2003. 09. 13.	46	19	2003. 10. 22.	32	19	2003. 12. 29.	38	19	2003. 04. 28.	25
20	2003. 09. 30.	27	20	2003. 11. 08.	23	7. termék			20	2003. 05. 07.	32
21	2003. 10. 02.	43	21	2003. 11. 11.	45	határidő db		21	2003. 05. 17.	25	
22	2003. 10. 16.	43	6. termék			1	2003. 01. 03.	39	22	2003. 05. 18.	5
23	2003. 11. 18.	39	határidő db		2	2003. 01. 07.	36	23	2003. 05. 22.	48	
24	2003. 11. 19.	50	1	2003. 01. 04.	26	3	2003. 01. 10.	45	24	2003. 05. 30.	29
25	2003. 11. 20.	28	2	2003. 01. 13.	24	4	2003. 01. 21.	45	25	2003. 06. 01.	34
26	2003. 12. 15.	49	3	2003. 01. 16.	29	5	2003. 01. 22.	39	26	2003. 06. 05.	36
27	2003. 12. 21.	31	4	2003. 01. 23.	39	6	2003. 02. 06.	26	27	2003. 06. 07.	21
28	2003. 12. 26.	30	5	2003. 02. 03.	27	7	2003. 02. 07.	37	28	2003. 06. 12.	47
5. termék			6	2003. 02. 08.	36	8	2003. 02. 25.	34	29	2003. 06. 14.	40
határidő db		7	7	2003. 02. 09.	34	9	2003. 03. 03.	31	30	2003. 06. 27.	35
1	2003. 01. 10.	38	8	2003. 02. 15.	37	10	2003. 03. 10.	35	31	2003. 07. 06.	47
2	2003. 01. 28.	49	9	2003. 02. 18.	39	11	2003. 03. 28.	37	32	2003. 07. 09.	46
3	2003. 02. 18.	48	10	2003. 02. 20.	49	12	2003. 04. 04.	46	33	2003. 07. 13.	46
4	2003. 04. 05.	43	11	2003. 02. 21.	31	13	2003. 04. 12.	38	34	2003. 07. 27.	44
5	2003. 04. 14.	30	12	2003. 02. 27.	25	14	2003. 04. 14.	46	35	2003. 07. 31.	33
6	2003. 04. 16.	36	13	2003. 03. 05.	33	15	2003. 04. 15.	34	36	2003. 08. 02.	40
7	2003. 04. 21.	48	14	2003. 03. 08.	37	16	2003. 04. 23.	43	37	2003. 08. 08.	42
8	2003. 04. 27.	34	15	2003. 03. 11.	32	17	2003. 04. 23.	33	38	2003. 08. 28.	28
9	2003. 04. 28.	29	16	2003. 03. 13.	38	18	2003. 04. 23.	24	39	2003. 09. 02.	31
10	2003. 05. 04.	40	17	2003. 03. 14.	35	19	2003. 04. 28.	29	40	2003. 09. 09.	40
11	2003. 05. 08.	41	18	2003. 03. 24.	43	20	2003. 04. 30.	50	41	2003. 09. 12.	26
12	2003. 05. 10.	33	19	2003. 03. 24.	46	21	2003. 05. 01.	21	42	2003. 09. 16.	47
13	2003. 05. 10.	39	20	2003. 03. 27.	45	22	2003. 05. 07.	48	43	2003. 09. 16.	24
14	2003. 05. 11.	48	21	2003. 03. 29.	37	23	2003. 05. 07.	22	44	2003. 10. 03.	30
15	2003. 05. 13.	31	22	2003. 04. 04.	42	24	2003. 05. 07.	28	45	2003. 10. 14.	34
16	2003. 05. 14.	29	23	2003. 04. 14.	35	25	2003. 05. 10.	37	46	2003. 10. 30.	44
17	2003. 05. 16.	37	24	2003. 04. 15.	29	26	2003. 05. 20.	39	47	2003. 11. 04.	26
18	2003. 06. 07.	47	25	2003. 04. 18.	50	27	2003. 05. 22.	29	48	2003. 11. 12.	31
19	2003. 06. 21.	46	26	2003. 04. 19.	48	28	2003. 05. 24.	46	49	2003. 11. 12.	39
20	2003. 06. 21.	46	27	2003. 05. 01.	21	29	2003. 05. 28.	27	50	2003. 11. 18.	48
21	2003. 06. 29.	30	28	2003. 05. 02.	21	30	2003. 06. 16.	24	51	2003. 12. 14.	37
22	2003. 07. 13.	33	29	2003. 05. 09.	37	31	2003. 06. 16.	40	52	2003. 12. 16.	40
23	2003. 07. 18.	36	30	2003. 05. 17.	28	32	2003. 06. 27.	42	53	2003. 12. 26.	41
24	2003. 07. 24.	30	31	2003. 05. 27.	35	33	2003. 06. 29.	42	8. termék		

2. sz. melléklet

Az alapadatokhoz tartozó sorkiosztás, $\lambda = 0$, $\lambda = -5$, $\lambda = 10$ Paraméter: $\lambda = 0$

1. sor	azontermékd	határidő	kezdet	vég
1	8 44	2003. 05. 14. 9:14:44	2003. 05. 12. 23:46:44	2003. 05. 14. 9:14:44
2	9 35	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 11. 12:28:44	2003. 05. 12. 23:46:44
3	10 45	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 09. 13:37:44	2003. 05. 11. 12:28:44
4	8 41	2003. 05. 08. 12:56:00	2003. 05. 07. 5:25:00	2003. 05. 08. 12:56:00
5	8 38	2003. 05. 05. 9:46:04	2003. 05. 04. 4:12:04	2003. 05. 05. 9:46:04
6	8 37	2003. 05. 01. 13:08:19	2003. 04. 30. 8:13:19	2003. 05. 01. 13:08:19
7	8 44	2003. 04. 29. 4:16:39	2003. 04. 27. 18:48:39	2003. 04. 29. 4:16:39
8	9 43	2003. 04. 24. 20:09:40	2003. 04. 23. 2:43:40	2003. 04. 24. 20:09:40
9	8 24	2003. 04. 23. 11:24:52	2003. 04. 22. 6:15:40	2003. 04. 23. 2:43:40
10	1 32	2003. 04. 20. 18:18:05	2003. 04. 19. 17:59:05	2003. 04. 20. 18:18:05
11	10 29	2003. 04. 19. 8:57:38	2003. 04. 17. 22:54:38	2003. 04. 19. 8:57:38
12	8 24	2003. 04. 19. 4:00:06	2003. 04. 17. 2:26:38	2003. 04. 17. 22:54:38
13	5 30	2003. 04. 14. 18:14:08	2003. 04. 13. 16:02:08	2003. 04. 14. 18:14:08
14	8 44	2003. 04. 13. 22:32:38	2003. 04. 12. 6:34:08	2003. 04. 13. 16:02:08
15	8 64	2003. 04. 09. 18:10:40	2003. 04. 07. 19:36:40	2003. 04. 09. 18:10:40
16	1 50	2003. 04. 04. 14:29:08	2003. 04. 03. 3:40:08	2003. 04. 04. 14:29:08
17	1 66	2003. 03. 30. 15:21:43	2003. 03. 28. 19:12:43	2003. 03. 30. 15:21:43
18	9 26	2003. 03. 29. 9:13:02	2003. 03. 27. 14:48:43	2003. 03. 28. 19:12:43
19	10 22	2003. 03. 27. 10:04:50	2003. 03. 26. 5:37:50	2003. 03. 27. 10:04:50
20	10 45	2003. 03. 25. 13:26:27	2003. 03. 23. 14:35:27	2003. 03. 25. 13:26:27
21	9 42	2003. 03. 24. 20:09:40	2003. 03. 21. 21:55:27	2003. 03. 23. 14:35:27
22	8 43	2003. 03. 22. 22:18:02	2003. 03. 20. 13:06:27	2003. 03. 21. 21:55:27
23	1 34	2003. 03. 16. 4:16:03	2003. 03. 15. 2:47:03	2003. 03. 16. 4:16:03
24	8 31	2003. 03. 14. 11:50:32	2003. 03. 13. 10:49:32	2003. 03. 14. 11:50:32
25	8 44	2003. 03. 03. 2:52:54	2003. 03. 01. 17:24:54	2003. 03. 03. 2:52:54
26	1 70	2003. 03. 02. 21:59:53	2003. 02. 27. 17:25:54	2003. 03. 01. 17:24:54
27	8 80	2003. 02. 19. 17:55:16	2003. 02. 17. 9:03:16	2003. 02. 19. 17:55:16
28	8 22	2003. 02. 16. 12:52:46	2003. 02. 15. 17:42:46	2003. 02. 16. 12:52:46
29	1 46	2003. 02. 09. 18:01:27	2003. 02. 08. 9:32:27	2003. 02. 09. 18:01:27
30	8 50	2003. 02. 09. 8:57:38	2003. 02. 06. 20:10:27	2003. 02. 08. 9:32:27
31	8 47	2003. 02. 06. 0:41:03	2003. 02. 04. 13:16:03	2003. 02. 06. 0:41:03
32	9 45	2003. 01. 31. 22:16:23	2003. 01. 30. 3:18:23	2003. 01. 31. 22:16:23
33	9 38	2003. 01. 26. 22:21:17	2003. 01. 25. 8:45:17	2003. 01. 26. 22:21:17
34	9 26	2003. 01. 23. 20:42:35	2003. 01. 22. 16:18:35	2003. 01. 23. 20:42:35
35	8 36	2003. 01. 21. 13:54:59	2003. 01. 20. 9:38:59	2003. 01. 21. 13:54:59
36	8 27	2003. 01. 15. 1:45:41	2003. 01. 14. 3:20:41	2003. 01. 15. 1:45:41
37	9 37	2003. 01. 14. 13:22:02	2003. 01. 12. 14:30:41	2003. 01. 14. 3:20:41
38	10 31	2003. 01. 10. 15:49:55	2003. 01. 09. 4:10:55	2003. 01. 10. 15:49:55
39	9 31	2003. 01. 03. 16:48:04	2003. 01. 02. 8:34:04	2003. 01. 03. 16:48:04
40	10 25	2003. 12. 31. 1:08:36	2003. 12. 29. 18:17:36	2003. 12. 31. 1:08:36
41	1 30	2003. 12. 26. 15:36:36	2003. 12. 25. 16:27:36	2003. 12. 26. 15:36:36
42	8 30	2003. 12. 26. 14:57:13	2003. 12. 24. 16:05:36	2003. 12. 25. 16:27:36
43	8 38	2003. 12. 23. 20:12:28	2003. 12. 22. 14:38:28	2003. 12. 23. 20:12:28
44	1 31	2003. 12. 21. 14:18:12	2003. 12. 20. 14:34:12	2003. 12. 21. 14:18:12
45	8 31	2003. 12. 17. 20:17:22	2003. 12. 16. 19:16:22	2003. 12. 17. 20:17:22
46	1 49	2003. 12. 15. 3:52:10	2003. 12. 13. 17:38:10	2003. 12. 15. 3:52:10
47	8 22	2003. 12. 10. 9:36:07	2003. 12. 09. 14:26:07	2003. 12. 10. 9:36:07
48	8 43	2003. 12. 08. 16:06:31	2003. 12. 07. 7:17:31	2003. 12. 08. 16:06:31
49	9 25	2003. 12. 06. 6:21:08	2003. 12. 05. 2:43:08	2003. 12. 06. 6:21:08
50	8 45	2003. 11. 30. 15:59:27	2003. 11. 29. 5:52:27	2003. 11. 30. 15:59:27
51	8 88	2003. 11. 26. 22:59:47	2003. 11. 24. 8:55:47	2003. 11. 26. 22:59:47
52	8 30	2003. 11. 22. 23:24:34	2003. 11. 21. 23:02:34	2003. 11. 22. 23:24:34
53	1 117	2003. 11. 20. 7:57:36	2003. 11. 17. 6:03:36	2003. 11. 20. 7:57:36
54	8 42	2003. 11. 17. 15:40:51	2003. 11. 15. 21:53:36	2003. 11. 17. 6:03:36
55	9 72	2003. 11. 17. 6:21:41	2003. 11. 13. 6:13:36	2003. 11. 15. 21:53:36
56	9 41	2003. 11. 10. 4:59:36	2003. 11. 08. 13:05:36	2003. 11. 10. 4:59:36
57	8 25	2003. 11. 09. 0:51:19	2003. 11. 07. 15:58:36	2003. 11. 08. 13:05:36
58	9 50	2003. 11. 07. 6:43:13	2003. 11. 05. 7:55:13	2003. 11. 07. 6:43:13
59	8 23	2003. 11. 04. 5:04:31	2003. 11. 03. 9:15:31	2003. 11. 04. 5:04:31
60	9 41	2003. 11. 03. 16:39:13	2003. 11. 01. 17:21:31	2003. 11. 03. 9:15:31

61	8	49	2003. 10. 31. 1:47:05	2003. 10. 29. 13:04:05	2003. 10. 31. 1:47:05
62	8	92	2003. 10. 28. 15:53:41	2003. 10. 25. 23:13:41	2003. 10. 28. 15:53:41
63	8	21	2003. 10. 26. 2:18:04	2003. 10. 25. 4:42:41	2003. 10. 25. 23:13:41
64	9	102	2003. 10. 25. 3:07:15	2003. 10. 21. 12:27:15	2003. 10. 25. 3:07:15
65	9	44	2003. 10. 17. 20:19:37	2003. 10. 16. 2:07:37	2003. 10. 17. 20:19:37
66	1	43	2003. 10. 16. 5:28:03	2003. 10. 14. 19:23:37	2003. 10. 16. 2:07:37
67	10	26	2003. 10. 12. 14:50:12	2003. 10. 11. 7:11:12	2003. 10. 12. 14:50:12
68	9	39	2003. 10. 09. 8:57:38	2003. 10. 07. 18:35:38	2003. 10. 09. 8:57:38
69	1	43	2003. 10. 02. 17:03:45	2003. 10. 01. 10:19:45	2003. 10. 02. 17:03:45
70	8	40	2003. 10. 01. 20:28:05	2003. 09. 30. 3:27:45	2003. 10. 01. 10:19:45
71	1	27	2003. 09. 30. 15:08:07	2003. 09. 29. 6:03:45	2003. 09. 30. 3:27:45
72	9	43	2003. 09. 28. 20:47:07	2003. 09. 27. 3:21:07	2003. 09. 28. 20:47:07
73	8	28	2003. 09. 24. 9:57:03	2003. 09. 23. 10:53:03	2003. 09. 24. 9:57:03
74	5	30	2003. 09. 15. 2:08:39	2003. 09. 13. 23:56:39	2003. 09. 15. 2:08:39
75	1	46	2003. 09. 13. 9:03:19	2003. 09. 12. 0:34:19	2003. 09. 13. 9:03:19
76	8	45	2003. 09. 08. 11:30:00	2003. 09. 07. 1:23:00	2003. 09. 08. 11:30:00
77	9	47	2003. 09. 07. 16:40:53	2003. 09. 05. 4:53:00	2003. 09. 07. 1:23:00
78	8	27	2003. 08. 31. 8:05:05	2003. 08. 30. 9:40:05	2003. 08. 31. 8:05:05
79	5	39	2003. 08. 26. 22:36:37	2003. 08. 25. 14:24:37	2003. 08. 26. 22:36:37
80	1	30	2003. 08. 26. 5:14:12	2003. 08. 24. 15:15:37	2003. 08. 25. 14:24:37
81	10	25	2003. 08. 22. 6:44:37	2003. 08. 20. 23:53:37	2003. 08. 22. 6:44:37
82	9	49	2003. 08. 21. 23:32:48	2003. 08. 19. 1:51:37	2003. 08. 20. 23:53:37
83	9	36	2003. 08. 17. 12:34:38	2003. 08. 16. 0:30:38	2003. 08. 17. 12:34:38
84	8	42	2003. 08. 12. 10:58:47	2003. 08. 11. 2:48:47	2003. 08. 12. 10:58:47
85	9	41	2003. 08. 09. 19:48:44	2003. 08. 08. 3:54:44	2003. 08. 09. 19:48:44
86	9	49	2003. 08. 06. 11:28:46	2003. 08. 04. 13:26:46	2003. 08. 06. 11:28:46
87	9	23	2003. 08. 03. 9:50:29	2003. 08. 02. 7:44:29	2003. 08. 03. 9:50:29
88	5	22	2003. 07. 31. 9:29:47	2003. 07. 30. 4:19:23	2003. 07. 31. 1:11:23
89	1	42	2003. 07. 21. 19:19:35	2003. 07. 20. 13:10:35	2003. 07. 21. 19:19:35
90	9	48	2003. 07. 20. 21:33:26	2003. 07. 18. 15:54:35	2003. 07. 20. 13:10:35
91	8	40	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 07. 16. 2:10:35	2003. 07. 17. 9:02:35
92	10	31	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 06. 14. 14:31:54	2003. 06. 16. 2:10:35
93	9	45	2003. 07. 17. 8:49:56	2003. 07. 12. 19:25:35	2003. 07. 14. 14:23:35
94	10	28	2003. 07. 13. 19:57:57	2003. 07. 11. 10:42:57	2003. 07. 12. 19:57:57
95	9	48	2003. 07. 13. 15:42:00	2003. 07. 09. 13:26:57	2003. 07. 11. 10:42:57
96	9	50	2003. 07. 12. 23:31:17	2003. 07. 06. 14:38:57	2003. 07. 09. 13:26:57
97	9	49	2003. 07. 08. 9:51:14	2003. 07. 04. 11:49:14	2003. 07. 06. 9:51:14
98	8	30	2003. 07. 06. 13:52:06	2003. 07. 03. 11:27:14	2003. 07. 04. 11:49:14
99	1	41	2003. 07. 03. 4:15:36	2003. 07. 01. 22:41:36	2003. 07. 03. 4:15:36
100	8	45	2003. 06. 28. 13:11:03	2003. 06. 27. 3:04:03	2003. 06. 28. 13:11:03
101	10	24	2003. 06. 25. 5:40:24	2003. 06. 23. 23:37:24	2003. 06. 25. 5:40:24
102	8	53	2003. 06. 25. 4:54:28	2003. 06. 22. 8:18:24	2003. 06. 23. 23:37:24
103	9	21	2003. 06. 20. 2:29:48	2003. 06. 19. 1:55:48	2003. 06. 20. 2:29:48
104	10	47	2003. 06. 18. 15:45:16	2003. 06. 16. 15:18:16	2003. 06. 18. 15:45:16
105	10	47	2003. 06. 16. 1:42:54	2003. 06. 14. 1:15:54	2003. 06. 16. 1:42:54
105	8	39	2003. 06. 15. 13:17:37	2003. 06. 11. 6:49:54	2003. 06. 14. 1:17:37
106	8	73	2003. 06. 12. 19:56:51	2003. 05. 09. 3:07:27	2003. 06. 11. 6:26:27
107	10	29	2003. 06. 09. 8:57:38	2003. 06. 07. 22:54:38	2003. 06. 09. 8:57:38
108	8	44	2003. 06. 05. 5:07:18	2003. 06. 03. 19:39:18	2003. 06. 05. 5:07:18
109	10	22	2003. 06. 04. 20:52:37	2003. 06. 02. 15:12:18	2003. 06. 03. 19:39:18
110	8	35	2003. 05. 31. 17:35:11	2003. 05. 30. 13:58:11	2003. 05. 31. 17:35:11
111	9	40	2003. 05. 24. 20:09:40	2003. 05. 23. 5:01:40	2003. 05. 24. 20:09:40
112	9	46	2003. 05. 17. 13:26:27	2003. 05. 15. 17:42:27	2003. 05. 17. 13:26:27
113	8	42	2003. 05. 17. 9:28:25	2003. 05. 14. 9:32:27	2003. 05. 15. 17:42:27

2. sor	azon termék db	határidő	kezdet	vég		
	1	2	26	2003. 01. 20. 10:17:06	2003. 01. 19. 11:55:02	2003. 01. 20. 8:13:02
	2	2	43	2003. 01. 15. 23:23:30	2003. 01. 14. 16:36:30	2003. 01. 15. 23:23:30
	3	4	56	2003. 01. 09. 15:28:43	2003. 01. 08. 17:32:43	2003. 01. 09. 15:28:43
	4	7	39	2003. 01. 03. 7:28:53	2003. 01. 01. 20:53:53	2003. 01. 03. 7:28:53
	5	3	60	2003. 12. 29. 10:57:41	2003. 12. 26. 19:51:41	2003. 12. 29. 10:57:41
	6	7	48	2003. 12. 24. 7:50:26	2003. 12. 22. 14:30:26	2003. 12. 24. 7:50:26
	7	7	42	2003. 12. 21. 16:35:27	2003. 12. 20. 3:45:27	2003. 12. 21. 16:35:27
	8	4	37	2003. 12. 14. 14:51:43	2003. 12. 13. 15:16:43	2003. 12. 14. 14:51:43
	9	10	44	2003. 12. 08. 15:28:02	2003. 12. 07. 8:39:02	2003. 12. 08. 15:28:02
	10	6	40	2003. 11. 27. 0:07:39	2003. 11. 26. 1:13:39	2003. 11. 27. 0:07:39
	11	6	42	2003. 11. 16. 0:19:28	2003. 11. 15. 0:29:28	2003. 11. 16. 0:19:28

12	7	40	2003. 11. 11. 22:03:08	2003. 11. 10. 10:43:08	2003. 11. 11. 22:03:08
13	2	45	2003. 11. 11. 3:07:39	2003. 11. 09. 2:42:08	2003. 11. 10. 10:43:08
14	2	23	2003. 11. 08. 22:57:53	2003. 11. 08. 4:30:53	2003. 11. 08. 22:57:53
15	7	50	2003. 10. 24. 8:28:55	2003. 10. 22. 13:38:55	2003. 10. 24. 8:28:55
16	2	32	2003. 10. 22. 1:14:55	2003. 10. 21. 1:14:55	2003. 10. 22. 1:14:55
17	7	24	2003. 10. 19. 11:04:21	2003. 10. 18. 11:44:21	2003. 10. 19. 11:04:21
18	2	43	2003. 10. 08. 22:16:02	2003. 10. 07. 15:29:02	2003. 10. 08. 22:16:02
19	6	87	2003. 10. 02. 7:28:35	2003. 09. 30. 10:38:35	2003. 10. 02. 7:28:35
20	6	107	2003. 09. 18. 0:56:23	2003. 09. 15. 18:46:23	2003. 09. 18. 0:56:23
21	7	29	2003. 09. 13. 0:59:26	2003. 09. 11. 21:54:26	2003. 09. 13. 0:59:26
22	2	47	2003. 09. 12. 17:44:48	2003. 09. 10. 12:39:26	2003. 09. 11. 21:54:26
23	7	36	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 09. 05. 23:01:43	2003. 09. 07. 7:21:43
24	7	30	2003. 09. 02. 10:36:12	2003. 09. 01. 6:46:12	2003. 09. 02. 10:36:12
25	6	70	2003. 09. 01. 6:34:58	2003. 08. 29. 16:00:58	2003. 09. 01. 6:34:58
26	6	25	2003. 08. 30. 8:28:35	2003. 08. 29. 0:06:58	2003. 08. 29. 16:00:58
27	2	21	2003. 08. 25. 13:18:45	2003. 08. 24. 20:05:45	2003. 08. 25. 13:18:45
28	6	40	2003. 08. 21. 18:26:29	2003. 08. 20. 19:32:29	2003. 08. 21. 18:26:29
29	2	26	2003. 08. 16. 22:33:39	2003. 08. 16. 2:15:39	2003. 08. 16. 22:33:39
30	2	45	2003. 08. 10. 17:17:48	2003. 08. 09. 9:16:48	2003. 08. 10. 17:17:48
31	8	41	2003. 08. 06. 0:34:13	2003. 08. 04. 12:23:13	2003. 08. 06. 0:34:13
32	7	93	2003. 08. 03. 15:22:43	2003. 07. 31. 12:17:43	2003. 08. 03. 15:22:43
33	1	39	2003. 08. 03. 9:25:37	2003. 08. 02. 2:15:37	2003. 08. 03. 9:25:37
34	4	40	2003. 08. 02. 21:10:02	2003. 08. 01. 1:01:37	2003. 08. 02. 2:15:37
35	4	33	2003. 07. 31. 10:43:19	2003. 07. 30. 13:20:19	2003. 07. 31. 10:43:19
36	6	70	2003. 07. 29. 18:12:37	2003. 07. 27. 3:38:37	2003. 07. 29. 18:12:37
37	6	46	2003. 07. 24. 2:04:12	2003. 07. 23. 0:22:12	2003. 07. 24. 2:04:12
38	7	72	2003. 07. 22. 15:33:41	2003. 07. 20. 2:33:41	2003. 07. 22. 15:33:41
39	2	48	2003. 07. 21. 4:51:37	2003. 07. 18. 16:41:41	2003. 07. 20. 2:33:41
40	1	76	2003. 07. 17. 4:04:13	2003. 07. 14. 22:42:13	2003. 07. 17. 4:04:13
41	7	44	2003. 07. 10. 2:38:32	2003. 07. 08. 12:18:32	2003. 07. 10. 2:38:32
42	4	46	2003. 07. 09. 16:06:38	2003. 07. 07. 7:46:32	2003. 07. 08. 12:18:32
43	1	41	2003. 07. 07. 4:30:05	2003. 07. 05. 20:08:05	2003. 07. 07. 4:30:05
44	7	39	2003. 07. 03. 10:35:38	2003. 07. 02. 0:00:38	2003. 07. 03. 10:35:38
45	4	35	2003. 06. 27. 9:58:37	2003. 06. 26. 11:29:37	2003. 06. 27. 9:58:37
46	1	73	2003. 06. 25. 5:13:37	2003. 06. 23. 1:39:37	2003. 06. 25. 5:13:37
47	7	54	2003. 06. 16. 23:24:06	2003. 06. 14. 18:04:06	2003. 06. 16. 23:24:06
48	6	68	2003. 06. 14. 1:51:12	2003. 06. 12. 13:53:12	2003. 06. 14. 1:51:12
49	10	38	2003. 06. 12. 10:03:26	2003. 06. 11. 6:44:26	2003. 06. 12. 10:03:26
50	4	36	2003. 06. 05. 7:13:11	2003. 06. 04. 8:11:11	2003. 06. 05. 7:13:11
51	6	49	2003. 06. 05. 7:07:32	2003. 06. 03. 5:05:11	2003. 06. 04. 8:11:11
52	3	36	2003. 06. 04. 0:23:00	2003. 06. 02. 8:29:00	2003. 06. 04. 0:23:00
54	2	38	2003. 06. 02. 8:45:26	2003. 06. 01. 4:47:00	2003. 06. 02. 8:29:00
55	4	34	2003. 06. 01. 0:55:35	2003. 05. 31. 2:59:35	2003. 06. 01. 0:55:35
56	6	145	2003. 05. 30. 1:38:35	2003. 05. 27. 1:44:35	2003. 05. 30. 1:38:35
57	4	48	2003. 05. 22. 7:54:29	2003. 05. 21. 2:16:29	2003. 05. 22. 7:54:29
58	4	37	2003. 05. 18. 8:10:45	2003. 05. 17. 13:36:45	2003. 05. 18. 8:10:45
59	4	25	2003. 05. 17. 23:17:19	2003. 05. 16. 20:37:45	2003. 05. 17. 13:36:45
60	6	28	2003. 05. 17. 11:58:49	2003. 05. 16. 3:19:45	2003. 05. 16. 20:37:45
61	7	37	2003. 05. 10. 13:14:17	2003. 05. 09. 4:09:17	2003. 05. 10. 13:14:17
62	6	37	2003. 05. 09. 18:50:24	2003. 05. 08. 6:39:17	2003. 05. 09. 4:09:17
63	2	27	2003. 05. 08. 2:01:51	2003. 05. 07. 5:06:51	2003. 05. 08. 2:01:51
64	3	33	2003. 05. 07. 12:20:56	2003. 05. 05. 16:06:51	2003. 05. 07. 5:06:51
65	4	32	2003. 05. 07. 3:21:46	2003. 05. 06. 6:31:46	2003. 05. 07. 3:21:46
66	6	42	2003. 05. 02. 21:39:53	2003. 05. 01. 21:49:53	2003. 05. 02. 21:39:53
67	4	47	2003. 04. 28. 5:56:01	2003. 04. 27. 0:51:01	2003. 04. 28. 5:56:01
68	4	27	2003. 04. 22. 5:38:51	2003. 04. 21. 11:33:51	2003. 04. 22. 5:38:51
69	4	52	2003. 04. 18. 23:06:35	2003. 04. 17. 15:16:35	2003. 04. 18. 23:06:35
70	6	29	2003. 04. 15. 18:49:45	2003. 04. 15. 1:03:45	2003. 04. 15. 18:49:45
71	6	35	2003. 04. 14. 18:48:54	2003. 04. 13. 22:14:54	2003. 04. 14. 18:48:54
72	3	43	2003. 04. 11. 13:17:23	2003. 04. 09. 14:37:23	2003. 04. 11. 13:17:23
73	2	43	2003. 04. 06. 13:55:33	2003. 04. 05. 7:08:33	2003. 04. 06. 13:55:33
74	7	46	2003. 04. 04. 5:21:19	2003. 04. 02. 13:31:19	2003. 04. 04. 5:21:19
75	6	37	2003. 03. 29. 0:52:29	2003. 03. 28. 3:22:29	2003. 03. 29. 0:52:29
77	7	37	2003. 03. 28. 23:15:49	2003. 03. 26. 18:17:29	2003. 03. 28. 3:22:29
78	2	27	2003. 03. 25. 3:26:58	2003. 03. 24. 6:31:58	2003. 03. 25. 3:26:58
79	3	30	2003. 03. 13. 9:36:34	2003. 03. 11. 23:30:34	2003. 03. 13. 9:36:34
80	2	22	2003. 03. 02. 10:00:45	2003. 03. 01. 16:10:45	2003. 03. 02. 10:00:45

81	2	31	2003. 02. 23. 11:05:54	2003. 02. 22. 11:42:54	2003. 02. 23. 11:05:54
82	4	45	2003. 02. 17. 15:17:33	2003. 02. 16. 11:18:33	2003. 02. 17. 15:17:33
83	2	36	2003. 02. 11. 9:22:42	2003. 02. 10. 6:54:42	2003. 02. 11. 9:22:42
84	3	27	2003. 02. 08. 1:19:39	2003. 02. 06. 18:07:39	2003. 02. 08. 1:19:39
85	2	38	2003. 02. 07. 21:46:37	2003. 02. 05. 14:25:39	2003. 02. 06. 18:07:39
86	2	28	2003. 01. 31. 19:17:55	2003. 01. 30. 21:45:55	2003. 01. 31. 19:17:55
87	2	30	2003. 01. 26. 12:48:34	2003. 01. 25. 14:02:34	2003. 01. 26. 12:48:34
88	1	32	2003. 01. 23. 13:44:35	2003. 01. 22. 10:46:35	2003. 01. 23. 13:44:35
89	7	45	2003. 01. 21. 23:18:02	2003. 01. 20. 8:13:02	2003. 01. 21. 23:18:02

3. sor	azontermékd		határidő	kezdet	vég	
	1	6	34	2003. 12. 31. 21:04:55	2003. 12. 30. 19:17:55	2003. 12. 31. 18:13:55
	2	7	39	2003. 12. 30. 20:31:26	2003. 12. 28. 21:20:55	2003. 12. 30. 14:19:55
	3	4	41	2003. 12. 26. 23:53:12	2003. 12. 25. 18:12:12	2003. 12. 26. 23:53:12
	4	5	48	2003. 12. 26. 11:37:42	2003. 12. 24. 23:55:42	2003. 12. 26. 11:37:42
	5	6	42	2003. 12. 24. 15:08:44	2003. 12. 23. 11:56:44	2003. 12. 24. 15:08:44
	6	3	49	2003. 12. 23. 7:58:06	2003. 12. 21. 2:31:06	2003. 12. 23. 7:58:06
	7	4	40	2003. 12. 16. 13:16:10	2003. 12. 15. 8:09:10	2003. 12. 16. 13:16:10
	8	6	37	2003. 12. 15. 14:38:56	2003. 12. 14. 7:37:10	2003. 12. 15. 8:09:10
	9	5	77	2003. 12. 15. 10:26:27	2003. 12. 12. 2:31:10	2003. 12. 14. 7:37:10
	10	6	47	2003. 12. 13. 11:30:38	2003. 12. 10. 20:39:10	2003. 12. 12. 2:31:10
	11	7	26	2003. 12. 11. 23:39:15	2003. 12. 09. 15:22:10	2003. 12. 10. 20:39:10
	12	3	23	2003. 12. 05. 14:24:11	2003. 12. 04. 10:31:11	2003. 12. 05. 14:24:11
	13	5	49	2003. 12. 04. 9:15:11	2003. 12. 02. 20:57:11	2003. 12. 04. 9:15:11
	14	7	28	2003. 11. 29. 17:39:55	2003. 11. 28. 10:34:55	2003. 11. 29. 17:39:55
	15	5	26	2003. 11. 29. 16:59:54	2003. 11. 27. 12:04:55	2003. 11. 28. 10:34:55
	16	7	24	2003. 11. 27. 7:21:43	2003. 11. 26. 3:52:43	2003. 11. 27. 7:21:43
	17	5	75	2003. 11. 23. 8:03:56	2003. 11. 21. 10:09:56	2003. 11. 23. 8:03:56
	18	4	48	2003. 11. 18. 20:47:03	2003. 11. 17. 11:08:03	2003. 11. 18. 20:47:03
	19	5	31	2003. 11. 16. 14:13:38	2003. 11. 15. 12:43:38	2003. 11. 16. 14:13:38
	20	8	48	2003. 11. 14. 1:17:41	2003. 11. 12. 15:13:41	2003. 11. 14. 1:17:41
	21	4	70	2003. 11. 12. 6:52:40	2003. 11. 10. 8:45:40	2003. 11. 12. 6:52:40
	22	6	37	2003. 11. 11. 3:47:55	2003. 11. 09. 8:13:40	2003. 11. 10. 8:45:40
	23	7	78	2003. 11. 07. 7:21:43	2003. 11. 04. 12:13:43	2003. 11. 07. 7:21:43
	24	4	26	2003. 11. 04. 4:34:03	2003. 11. 03. 7:23:03	2003. 11. 04. 4:34:03
	25	7	38	2003. 11. 03. 13:56:34	2003. 11. 01. 15:18:03	2003. 11. 03. 7:23:03
	26	5	75	2003. 11. 01. 5:41:25	2003. 10. 30. 7:47:25	2003. 11. 01. 5:41:25
	27	4	44	2003. 10. 30. 10:11:27	2003. 10. 29. 0:24:25	2003. 10. 30. 7:47:25
	28	6	52	2003. 10. 28. 19:21:44	2003. 10. 27. 10:49:44	2003. 10. 28. 19:21:44
	29	7	69	2003. 10. 26. 22:54:59	2003. 10. 24. 6:31:59	2003. 10. 26. 22:54:59
	30	10	46	2003. 10. 24. 20:06:53	2003. 10. 22. 16:42:59	2003. 10. 24. 6:31:59
	31	5	32	2003. 10. 21. 4:30:10	2003. 10. 20. 2:24:10	2003. 10. 21. 4:30:10
	32	6	45	2003. 10. 19. 11:48:04	2003. 10. 18. 7:00:04	2003. 10. 19. 11:48:04
	33	5	29	2003. 10. 16. 3:31:08	2003. 10. 15. 3:13:08	2003. 10. 16. 3:31:08
	34	4	34	2003. 10. 14. 23:56:47	2003. 10. 13. 22:13:47	2003. 10. 14. 23:56:47
	35	7	45	2003. 10. 12. 23:31:17	2003. 10. 11. 1:08:17	2003. 10. 12. 23:31:17
	36	5	22	2003. 10. 10. 3:18:54	2003. 10. 09. 7:12:54	2003. 10. 10. 3:18:54
	37	7	51	2003. 10. 08. 16:06:31	2003. 10. 06. 12:19:31	2003. 10. 08. 16:06:31
	38	7	63	2003. 10. 06. 7:21:43	2003. 10. 03. 16:46:43	2003. 10. 06. 7:21:43
	39	4	30	2003. 10. 03. 19:16:52	2003. 10. 02. 17:19:43	2003. 10. 03. 16:46:43
	40	6	87	2003. 10. 02. 7:28:35	2003. 09. 30. 4:16:35	2003. 10. 02. 7:28:35
	41	3	38	2003. 10. 01. 21:11:42	2003. 09. 28. 9:38:35	2003. 09. 30. 4:16:35
	42	8	49	2003. 09. 28. 5:11:35	2003. 09. 26. 18:33:35	2003. 09. 28. 5:11:35
	43	6	22	2003. 09. 25. 21:33:59	2003. 09. 25. 5:01:59	2003. 09. 25. 21:33:59
	44	5	23	2003. 09. 22. 0:06:12	2003. 09. 21. 3:24:12	2003. 09. 22. 0:06:12
	45	7	85	2003. 09. 18. 16:19:21	2003. 09. 15. 5:56:21	2003. 09. 18. 16:19:21
	46	4	71	2003. 09. 16. 10:36:22	2003. 09. 13. 7:15:21	2003. 09. 15. 5:56:21
	47	5	39	2003. 09. 13. 6:49:23	2003. 09. 12. 0:31:23	2003. 09. 13. 6:49:23
	48	4	26	2003. 09. 12. 7:20:15	2003. 09. 11. 3:20:23	2003. 09. 12. 0:31:23
	49	4	40	2003. 09. 09. 22:44:05	2003. 09. 08. 17:37:05	2003. 09. 09. 22:44:05
	50	8	46	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 09. 05. 22:25:43	2003. 09. 07. 7:21:43
	51	5	56	2003. 09. 06. 23:45:08	2003. 09. 04. 5:55:43	2003. 09. 05. 22:25:43
	52	6	29	2003. 09. 03. 13:47:18	2003. 09. 02. 17:31:18	2003. 09. 03. 13:47:18
	53	4	31	2003. 09. 02. 11:14:13	2003. 09. 01. 11:13:13	2003. 09. 02. 11:14:13
	54	5	30	2003. 09. 02. 5:56:03	2003. 08. 31. 10:19:13	2003. 09. 01. 11:13:13
	56	5	45	2003. 09. 01. 1:04:05	2003. 08. 30. 0:25:13	2003. 08. 31. 10:19:13
	57	3	22	2003. 08. 31. 19:50:49	2003. 08. 28. 21:31:13	2003. 08. 30. 0:25:13

58	4	28	2003. 08. 28. 4:05:07	2003. 08. 27. 5:46:07	2003. 08. 28. 4:05:07
59	7	41	2003. 08. 27. 7:21:43	2003. 08. 23. 1:23:07	2003. 08. 27. 5:46:07
60	5	25	2003. 08. 21. 18:42:41	2003. 08. 20. 20:48:41	2003. 08. 21. 18:42:41
61	8	43	2003. 08. 21. 4:46:22	2003. 08. 19. 13:34:41	2003. 08. 20. 20:48:41
62	7	44	2003. 08. 15. 13:26:27	2003. 08. 13. 15:57:27	2003. 08. 15. 13:26:27
63	7	21	2003. 08. 13. 23:44:55	2003. 08. 12. 15:10:27	2003. 08. 13. 15:57:27
64	6	29	2003. 08. 12. 22:18:58	2003. 08. 11. 18:54:27	2003. 08. 12. 15:10:27
65	6	39	2003. 08. 10. 12:39:42	2003. 08. 09. 11:03:42	2003. 08. 10. 12:39:42
66	7	26	2003. 08. 09. 4:46:52	2003. 08. 08. 9:46:42	2003. 08. 09. 11:03:42
67	5	40	2003. 08. 08. 13:50:51	2003. 08. 06. 22:52:42	2003. 08. 08. 5:46:42
68	4	42	2003. 08. 08. 9:58:52	2003. 08. 05. 16:37:42	2003. 08. 06. 22:52:42
69	6	36	2003. 08. 06. 1:49:10	2003. 08. 04. 16:37:42	2003. 08. 05. 16:37:42
71	5	68	2003. 08. 04. 20:11:22	2003. 08. 02. 16:55:42	2003. 08. 04. 16:37:42
72	6	87	2003. 08. 03. 1:08:51	2003. 07. 31. 13:43:42	2003. 08. 02. 16:55:42
73	6	124	2003. 08. 01. 17:19:31	2003. 07. 28. 14:47:42	2003. 07. 31. 13:43:42
74	5	22	2003. 07. 31. 9:29:47	2003. 07. 27. 18:41:42	2003. 07. 28. 14:47:42
75	7	24	2003. 07. 28. 3:22:54	2003. 07. 26. 15:12:42	2003. 07. 27. 18:41:42
76	4	44	2003. 07. 27. 16:56:07	2003. 07. 25. 7:49:42	2003. 07. 26. 15:12:42
77	6	94	2003. 07. 26. 19:28:41	2003. 07. 23. 0:53:42	2003. 07. 25. 7:49:42
78	5	30	2003. 07. 24. 19:00:06	2003. 07. 21. 23:59:42	2003. 07. 23. 0:53:42
79	6	44	2003. 07. 22. 11:24:15	2003. 07. 20. 19:43:42	2003. 07. 21. 23:59:42
80	8	22	2003. 07. 20. 7:06:19	2003. 07. 19. 11:46:19	2003. 07. 20. 7:06:19
81	5	36	2003. 07. 18. 10:41:19	2003. 07. 17. 6:11:19	2003. 07. 18. 10:41:19
82	8	46	2003. 07. 17. 23:35:40	2003. 07. 15. 21:15:19	2003. 07. 17. 6:11:19
83	7	24	2003. 07. 14. 10:03:18	2003. 07. 13. 6:34:18	2003. 07. 14. 10:03:18
84	5	33	2003. 07. 13. 17:48:51	2003. 07. 12. 3:52:18	2003. 07. 13. 6:34:18
85	4	46	2003. 07. 13. 8:53:09	2003. 07. 10. 19:21:18	2003. 07. 12. 3:52:18
86	7	46	2003. 07. 09. 10:18:00	2003. 07. 07. 11:37:00	2003. 07. 09. 10:18:00
87	4	47	2003. 07. 06. 9:52:59	2003. 07. 05. 0:47:59	2003. 07. 06. 9:52:59
88	6	92	2003. 07. 05. 22:58:24	2003. 07. 02. 18:55:59	2003. 07. 05. 0:47:59
89	6	37	2003. 06. 30. 1:50:24	2003. 06. 29. 1:18:24	2003. 06. 30. 1:50:24
90	7	42	2003. 06. 29. 23:23:44	2003. 06. 27. 5:37:24	2003. 06. 29. 1:18:24
91	5	30	2003. 06. 29. 2:55:35	2003. 06. 26. 4:43:24	2003. 06. 27. 5:37:24
92	7	42	2003. 06. 27. 21:08:00	2003. 06. 24. 9:02:24	2003. 06. 26. 4:43:24
93	6	28	2003. 06. 24. 16:08:11	2003. 06. 23. 13:18:24	2003. 06. 24. 9:02:24
94	5	92	2003. 06. 21. 15:26:20	2003. 06. 19. 1:20:20	2003. 06. 21. 15:26:20
95	6	48	2003. 06. 20. 4:02:11	2003. 06. 17. 18:56:20	2003. 06. 19. 1:20:20
96	6	25	2003. 06. 16. 7:57:48	2003. 06. 15. 13:49:48	2003. 06. 16. 7:57:48
97	4	40	2003. 06. 14. 1:54:03	2003. 06. 12. 20:47:03	2003. 06. 14. 1:54:03
98	3	26	2003. 06. 12. 8:48:38	2003. 06. 11. 1:58:38	2003. 06. 12. 8:48:38
99	4	47	2003. 06. 12. 6:52:40	2003. 06. 09. 16:53:38	2003. 06. 11. 1:58:38
100	6	41	2003. 06. 10. 14:15:05	2003. 06. 08. 14:13:38	2003. 06. 09. 16:53:38
101	6	41	2003. 06. 08. 3:41:45	2003. 06. 07. 1:01:45	2003. 06. 08. 3:41:45
102	4	21	2003. 06. 07. 1:44:39	2003. 06. 06. 6:40:45	2003. 06. 07. 1:01:45
103	5	47	2003. 06. 07. 0:25:13	2003. 06. 04. 19:34:45	2003. 06. 06. 6:40:45
104	4	36	2003. 06. 05. 7:13:11	2003. 06. 03. 16:43:45	2003. 06. 04. 19:34:45
105	6	33	2003. 06. 01. 3:37:04	2003. 05. 31. 5:13:04	2003. 06. 01. 3:37:04
106	4	29	2003. 05. 30. 13:03:49	2003. 05. 29. 14:10:49	2003. 05. 30. 13:03:49
107	7	27	2003. 05. 28. 1:08:14	2003. 05. 26. 18:57:14	2003. 05. 28. 1:08:14
108	3	35	2003. 05. 26. 3:36:55	2003. 05. 24. 11:55:55	2003. 05. 26. 3:36:55
109	7	46	2003. 05. 24. 1:31:20	2003. 05. 22. 2:14:20	2003. 05. 24. 1:31:20
110	7	29	2003. 05. 22. 23:38:38	2003. 05. 20. 18:15:20	2003. 05. 22. 2:14:20
111	7	39	2003. 05. 20. 12:44:54	2003. 05. 18. 19:45:54	2003. 05. 20. 12:44:54
112	3	80	2003. 05. 19. 16:01:35	2003. 05. 15. 7:49:54	2003. 05. 18. 19:45:54
113	5	37	2003. 05. 16. 22:58:13	2003. 05. 14. 2:43:54	2003. 05. 15. 7:49:54
114	5	29	2003. 05. 14. 17:27:57	2003. 05. 13. 2:25:54	2003. 05. 14. 2:43:54
115	5	31	2003. 05. 13. 10:41:19	2003. 05. 12. 7:49:54	2003. 05. 13. 9:19:54
116	5	48	2003. 05. 11. 4:30:10	2003. 05. 10. 1:42:10	2003. 05. 11. 13:24:10
117	5	72	2003. 05. 10. 23:02:11	2003. 05. 07. 23:36:10	2003. 05. 10. 1:42:10
118	5	41	2003. 05. 08. 10:41:19	2003. 05. 06. 16:06:10	2003. 05. 07. 23:36:10
119	7	98	2003. 05. 07. 7:21:43	2003. 05. 02. 18:02:10	2003. 05. 06. 16:06:10
120	5	40	2003. 05. 04. 9:35:10	2003. 05. 01. 11:08:10	2003. 05. 02. 18:02:10
121	7	71	2003. 05. 01. 7:36:04	2003. 04. 28. 9:49:04	2003. 05. 01. 7:36:04
122	7	29	2003. 04. 28. 16:08:48	2003. 04. 27. 1:50:04	2003. 04. 28. 9:49:04
123	5	29	2003. 04. 28. 0:50:19	2003. 04. 26. 8:26:04	2003. 04. 27. 8:44:04
124	5	34	2003. 04. 27. 9:30:03	2003. 04. 25. 5:08:04	2003. 04. 26. 8:26:04
125	7	100	2003. 04. 23. 12:47:12	2003. 04. 19. 12:54:12	2003. 04. 23. 12:47:12

126	5	48	2003. 04. 21. 19:20:46	2003. 04. 18. 1:12:12	2003. 04. 19. 12:54:12
127	6	98	2003. 04. 19. 2:01:26	2003. 04. 15. 16:08:12	2003. 04. 18. 1:12:12
128	5	36	2003. 04. 16. 8:18:48	2003. 04. 14. 11:38:12	2003. 04. 15. 16:08:12
129	7	80	2003. 04. 15. 12:57:47	2003. 04. 11. 5:45:12	2003. 04. 14. 11:38:12
130	7	38	2003. 04. 12. 2:27:14	2003. 04. 09. 13:40:12	2003. 04. 11. 5:45:12
131	4	22	2003. 04. 06. 0:20:53	2003. 04. 05. 5:25:53	2003. 04. 06. 0:20:53
132	5	43	2003. 04. 05. 7:07:32	2003. 04. 03. 20:43:53	2003. 04. 05. 5:25:53
133	6	42	2003. 04. 04. 8:49:20	2003. 04. 02. 17:31:53	2003. 04. 03. 20:43:53
134	4	111	2003. 03. 29. 21:20:39	2003. 03. 26. 23:59:39	2003. 03. 29. 21:20:39
135	6	45	2003. 03. 27. 1:12:27	2003. 03. 25. 19:11:39	2003. 03. 26. 23:59:39
136	3	68	2003. 03. 25. 17:54:49	2003. 03. 22. 17:46:49	2003. 03. 25. 17:54:49
137	6	89	2003. 03. 24. 20:43:37	2003. 03. 20. 13:30:49	2003. 03. 22. 17:46:49
138	4	49	2003. 03. 20. 17:40:20	2003. 03. 19. 3:17:49	2003. 03. 20. 13:30:49
139	6	73	2003. 03. 14. 8:46:40	2003. 03. 12. 13:02:40	2003. 03. 14. 8:46:40
140	6	32	2003. 03. 11. 20:06:01	2003. 03. 10. 22:14:01	2003. 03. 11. 20:06:01
141	7	35	2003. 03. 10. 16:09:08	2003. 03. 09. 2:46:08	2003. 03. 10. 16:09:08
142	6	37	2003. 03. 08. 2:49:37	2003. 03. 07. 2:17:37	2003. 03. 08. 2:49:37
143	6	33	2003. 03. 05. 17:51:55	2003. 03. 04. 19:27:55	2003. 03. 05. 17:51:55
144	7	31	2003. 03. 03. 15:16:33	2003. 03. 02. 5:29:33	2003. 03. 03. 15:16:33
145	6	25	2003. 02. 27. 11:03:37	2003. 02. 26. 16:55:37	2003. 02. 27. 11:03:37
146	7	34	2003. 02. 25. 8:33:54	2003. 02. 23. 20:04:54	2003. 02. 25. 8:33:54
147	4	68	2003. 02. 24. 14:29:22	2003. 02. 21. 23:05:54	2003. 02. 23. 20:04:54
148	6	80	2003. 02. 21. 12:56:33	2003. 02. 19. 13:28:33	2003. 02. 21. 12:56:33
149	5	48	2003. 02. 18. 12:38:06	2003. 02. 17. 0:56:06	2003. 02. 18. 12:38:06
150	6	39	2003. 02. 18. 6:59:56	2003. 02. 15. 23:20:06	2003. 02. 17. 0:56:06
151	6	37	2003. 02. 15. 13:31:17	2003. 02. 14. 12:59:17	2003. 02. 15. 13:31:17
152	4	39	2003. 02. 13. 12:39:55	2003. 02. 12. 8:06:55	2003. 02. 13. 12:39:55
153	6	34	2003. 02. 09. 7:07:38	2003. 02. 08. 8:11:38	2003. 02. 09. 7:07:38
154	6	38	2003. 02. 08. 13:02:22	2003. 02. 07. 7:07:38	2003. 02. 08. 8:11:38
155	7	37	2003. 02. 07. 23:38:28	2003. 02. 04. 16:32:38	2003. 02. 07. 7:07:38
156	6	27	2003. 02. 03. 22:46:04	2003. 02. 03. 3:34:04	2003. 02. 03. 22:46:04
157	3	34	2003. 01. 28. 23:18:09	2003. 01. 27. 8:36:09	2003. 01. 28. 23:18:09
158	5	49	2003. 01. 28. 18:52:18	2003. 01. 25. 20:18:09	2003. 01. 27. 8:36:09
159	4	39	2003. 01. 24. 16:52:18	2003. 01. 23. 12:19:18	2003. 01. 24. 16:52:18
161	6	39	2003. 01. 23. 15:52:32	2003. 01. 22. 10:43:18	2003. 01. 23. 12:19:18
162	7	84	2003. 01. 22. 12:37:43	2003. 01. 20. 17:44:18	2003. 01. 22. 10:43:18
163	4	46	2003. 01. 22. 5:07:33	2003. 01. 19. 9:13:18	2003. 01. 20. 17:44:18
164	6	29	2003. 01. 16. 8:35:33	2003. 01. 15. 12:19:33	2003. 01. 16. 8:35:33
165	6	24	2003. 01. 13. 5:14:20	2003. 01. 12. 11:38:20	2003. 01. 13. 5:14:20
166	4	28	2003. 01. 13. 0:21:49	2003. 01. 11. 13:19:20	2003. 01. 12. 11:38:20
167	7	45	2003. 01. 10. 19:06:51	2003. 01. 08. 20:43:51	2003. 01. 10. 19:06:51
168	5	38	2003. 01. 10. 5:28:58	2003. 01. 07. 15:01:51	2003. 01. 08. 20:43:51
169	7	36	2003. 01. 07. 2:08:50	2003. 01. 05. 11:51:50	2003. 01. 07. 2:08:50
170	6	26	2003. 01. 04. 0:27:39	2003. 01. 03. 5:47:39	2003. 01. 04. 0:27:39
171	3	42	2003. 01. 03. 7:12:45	2003. 01. 01. 7:13:39	2003. 01. 03. 5:47:39

Paraméter: $\lambda = -5$

1. sor	azontermékd	határidő	kezdet	vég
1	9	25	2003. 07. 12. 23:31:17	2003. 07. 10. 15:24:57
2	9	24	2003. 07. 08. 9:51:14	2003. 07. 07. 6:59:14
3	1	20	2003. 07. 07. 4:30:05	2003. 07. 06. 11:11:05
4	8	15	2003. 07. 06. 13:52:06	2003. 07. 05. 20:34:05
5	1	20	2003. 07. 03. 4:15:36	2003. 07. 02. 10:56:36
6	8	22	2003. 06. 28. 13:11:03	2003. 06. 27. 18:01:03
7	10	12	2003. 06. 25. 5:40:24	2003. 06. 24. 9:13:24
8	1	36	2003. 06. 25. 5:13:37	2003. 06. 23. 6:34:24
9	8	26	2003. 06. 25. 4:54:28	2003. 06. 22. 8:48:24
10	9	10	2003. 06. 20. 2:29:48	2003. 06. 19. 10:21:48
11	10	24	2003. 06. 18. 15:45:16	2003. 06. 17. 9:42:16
12	10	24	2003. 06. 16. 1:42:54	2003. 06. 14. 19:39:54
13	8	20	2003. 06. 15. 13:17:37	2003. 06. 14. 19:25:37
14	8	36	2003. 06. 13. 19:56:51	2003. 06. 12. 15:40:51
15	10	19	2003. 06. 12. 10:03:26	2003. 06. 11. 8:00:26
16	10	14	2003. 06. 09. 8:57:38	2003. 06. 08. 10:54:38
17	8	22	2003. 06. 05. 5:07:18	2003. 06. 04. 9:57:18
18	10	11	2003. 06. 04. 20:52:37	2003. 06. 03. 14:18:18
19	8	18	2003. 05. 31. 17:35:11	2003. 05. 31. 1:01:11

20	9	20	2003. 05. 24. 20:09:40	2003. 05. 23. 20:21:40	2003. 05. 24. 20:09:40
21	9	23	2003. 05. 17. 13:26:27	2003. 05. 16. 11:20:27	2003. 05. 17. 13:26:27
22	8	21	2003. 05. 17. 9:28:25	2003. 05. 15. 16:49:27	2003. 05. 16. 11:20:27
23	8	22	2003. 05. 14. 9:14:44	2003. 05. 13. 14:04:44	2003. 05. 14. 9:14:44
24	9	18	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 12. 12:56:02	2003. 05. 13. 11:12:02
25	10	22	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 11. 8:29:02	2003. 05. 12. 12:56:02
26	8	20	2003. 05. 08. 12:56:00	2003. 05. 07. 19:04:00	2003. 05. 08. 12:56:00
27	8	19	2003. 05. 05. 9:46:04	2003. 05. 04. 16:33:04	2003. 05. 05. 9:46:04
28	8	18	2003. 05. 01. 13:08:19	2003. 04. 30. 20:34:19	2003. 05. 01. 13:08:19
29	8	22	2003. 04. 29. 4:16:39	2003. 04. 28. 9:06:39	2003. 04. 29. 4:16:39
30	9	22	2003. 04. 24. 20:09:40	2003. 04. 23. 18:49:40	2003. 04. 24. 20:09:40
31	8	12	2003. 04. 23. 11:24:52	2003. 04. 22. 22:44:52	2003. 04. 23. 11:24:52
32	1	16	2003. 04. 20. 18:18:05	2003. 04. 20. 3:19:05	2003. 04. 20. 18:18:05
33	10	14	2003. 04. 19. 8:57:38	2003. 04. 18. 10:54:38	2003. 04. 19. 8:57:38
34	8	12	2003. 04. 19. 4:00:06	2003. 04. 17. 22:14:38	2003. 04. 18. 10:54:38
35	8	22	2003. 04. 13. 22:32:38	2003. 04. 13. 3:22:38	2003. 04. 13. 22:32:38
36	8	32	2003. 04. 09. 18:10:40	2003. 04. 08. 16:30:40	2003. 04. 09. 18:10:40
37	1	25	2003. 04. 04. 14:29:08	2003. 04. 03. 18:15:08	2003. 04. 04. 14:29:08
38	1	33	2003. 03. 30. 15:21:43	2003. 03. 29. 14:27:43	2003. 03. 30. 15:21:43
39	9	13	2003. 03. 29. 9:13:02	2003. 03. 28. 14:47:02	2003. 03. 29. 9:13:02
40	10	11	2003. 03. 27. 10:04:50	2003. 03. 26. 14:25:50	2003. 03. 27. 10:04:50
41	10	22	2003. 03. 25. 13:26:27	2003. 03. 24. 8:59:27	2003. 03. 25. 13:26:27
42	9	21	2003. 03. 24. 20:09:40	2003. 03. 23. 8:25:27	2003. 03. 24. 8:59:27
43	8	22	2003. 03. 22. 22:18:02	2003. 03. 22. 3:08:02	2003. 03. 22. 22:18:02
44	1	17	2003. 03. 16. 4:16:03	2003. 03. 15. 12:42:03	2003. 03. 16. 4:16:03
45	8	16	2003. 03. 14. 11:50:32	2003. 03. 13. 20:34:32	2003. 03. 14. 11:50:32
46	8	22	2003. 03. 03. 2:52:54	2003. 03. 02. 7:42:54	2003. 03. 03. 2:52:54
47	1	35	2003. 03. 02. 21:59:53	2003. 03. 01. 5:38:54	2003. 03. 02. 7:42:54
48	8	40	2003. 02. 19. 17:55:16	2003. 02. 18. 11:03:16	2003. 02. 19. 17:55:16
49	8	11	2003. 02. 16. 12:52:46	2003. 02. 16. 0:51:46	2003. 02. 16. 12:52:46
50	1	23	2003. 02. 09. 18:01:27	2003. 02. 08. 22:57:27	2003. 02. 09. 18:01:27
51	8	25	2003. 02. 09. 8:57:38	2003. 02. 08. 1:50:27	2003. 02. 08. 22:57:27
52	8	24	2003. 02. 06. 0:41:03	2003. 02. 05. 4:13:03	2003. 02. 06. 0:41:03
53	9	22	2003. 01. 31. 22:16:23	2003. 01. 30. 20:56:23	2003. 01. 31. 22:16:23
54	9	19	2003. 01. 26. 22:21:17	2003. 01. 25. 23:19:17	2003. 01. 26. 22:21:17
55	10	16	2003. 01. 10. 15:49:55	2003. 01. 09. 16:10:55	2003. 01. 10. 15:49:55
56	1	16	2003. 01. 23. 13:44:35	2003. 01. 22. 6:04:35	2003. 01. 22. 21:03:35
57	8	18	2003. 01. 21. 13:54:59	2003. 01. 20. 21:20:59	2003. 01. 21. 13:54:59
58	8	14	2003. 01. 15. 1:45:41	2003. 01. 14. 11:47:41	2003. 01. 15. 1:45:41
59	9	18	2003. 01. 14. 13:22:02	2003. 01. 13. 13:31:41	2003. 01. 14. 11:47:41
60	10	16	2003. 01. 10. 15:49:55	2003. 01. 09. 16:10:55	2003. 01. 10. 15:49:55
61	9	16	2003. 01. 03. 16:48:04	2003. 01. 02. 20:04:04	2003. 01. 03. 16:48:04
62	10	12	2003. 12. 31. 1:08:36	2003. 12. 30. 4:41:36	2003. 12. 31. 1:08:36
63	1	15	2003. 12. 26. 15:36:36	2003. 12. 26. 1:12:36	2003. 12. 26. 15:36:36
64	8	15	2003. 12. 26. 14:57:13	2003. 12. 25. 10:35:36	2003. 12. 26. 1:12:36
65	8	19	2003. 12. 23. 20:12:28	2003. 12. 23. 2:59:28	2003. 12. 23. 20:12:28
66	1	16	2003. 12. 21. 14:18:12	2003. 12. 20. 23:19:12	2003. 12. 21. 14:18:12
67	8	16	2003. 12. 17. 20:17:22	2003. 12. 17. 5:01:22	2003. 12. 17. 20:17:22
68	1	24	2003. 12. 15. 3:52:10	2003. 12. 14. 8:13:10	2003. 12. 15. 3:52:10
69	8	11	2003. 12. 10. 9:36:07	2003. 12. 09. 21:35:07	2003. 12. 10. 9:36:07
70	8	22	2003. 12. 08. 16:06:31	2003. 12. 07. 20:56:31	2003. 12. 08. 16:06:31
71	10	22	2003. 12. 08. 15:28:02	2003. 12. 06. 16:29:31	2003. 12. 07. 20:56:31
72	9	12	2003. 12. 06. 6:21:08	2003. 12. 05. 12:41:08	2003. 12. 06. 6:21:08
73	8	22	2003. 11. 30. 15:59:27	2003. 11. 29. 20:49:27	2003. 11. 30. 15:59:27
74	8	44	2003. 11. 26. 22:59:47	2003. 11. 25. 13:31:47	2003. 11. 26. 22:59:47
75	8	15	2003. 11. 22. 23:24:34	2003. 11. 22. 8:47:34	2003. 11. 22. 23:24:34
76	1	58	2003. 11. 20. 7:57:36	2003. 11. 18. 16:28:36	2003. 11. 20. 7:57:36
77	8	21	2003. 11. 17. 15:40:51	2003. 11. 16. 21:09:51	2003. 11. 17. 15:40:51
78	9	36	2003. 11. 17. 6:21:41	2003. 11. 15. 9:05:51	2003. 11. 16. 21:09:51
79	8	24	2003. 11. 14. 1:17:41	2003. 11. 13. 4:49:41	2003. 11. 14. 1:17:41
80	9	20	2003. 11. 10. 4:59:36	2003. 11. 09. 5:11:36	2003. 11. 10. 4:59:36
81	8	12	2003. 11. 09. 0:51:19	2003. 11. 08. 12:11:19	2003. 11. 09. 0:51:19
82	9	25	2003. 11. 07. 6:43:13	2003. 11. 06. 3:05:13	2003. 11. 07. 6:43:13
83	8	12	2003. 11. 04. 5:04:31	2003. 11. 03. 16:24:31	2003. 11. 04. 5:04:31
84	9	20	2003. 11. 03. 16:39:13	2003. 11. 02. 16:51:13	2003. 11. 03. 16:39:13
85	8	24	2003. 10. 31. 1:47:05	2003. 10. 30. 5:19:05	2003. 10. 31. 1:47:05
86	8	46	2003. 10. 28. 15:53:41	2003. 10. 27. 5:07:41	2003. 10. 28. 15:53:41

87	8	10	2003. 10. 26. 2:18:04	2003. 10. 25. 14:56:04	2003. 10. 26. 2:18:04
88	9	51	2003. 10. 25. 3:07:15	2003. 10. 23. 3:33:15	2003. 10. 25. 3:07:15
89	10	23	2003. 10. 24. 20:06:53	2003. 10. 21. 22:18:15	2003. 10. 23. 3:33:15
90	9	22	2003. 10. 17. 20:19:37	2003. 10. 16. 18:59:37	2003. 10. 17. 20:19:37
91	1	22	2003. 10. 16. 5:28:03	2003. 10. 15. 10:59:03	2003. 10. 16. 5:28:03
92	10	13	2003. 10. 12. 14:50:12	2003. 10. 11. 17:35:12	2003. 10. 12. 14:50:12
93	9	20	2003. 10. 09. 8:57:38	2003. 10. 08. 9:09:38	2003. 10. 09. 8:57:38
94	1	22	2003. 10. 02. 17:03:45	2003. 10. 01. 22:34:45	2003. 10. 02. 17:03:45
95	8	20	2003. 10. 01. 20:28:05	2003. 10. 01. 2:36:05	2003. 10. 01. 20:28:05
96	1	14	2003. 09. 30. 15:08:07	2003. 09. 30. 1:19:07	2003. 09. 30. 15:08:07
97	9	22	2003. 09. 28. 20:47:07	2003. 09. 27. 19:27:07	2003. 09. 28. 20:47:07
98	8	24	2003. 09. 28. 5:11:35	2003. 09. 26. 22:59:07	2003. 09. 27. 19:27:07
99	8	14	2003. 09. 24. 9:57:03	2003. 09. 23. 19:59:03	2003. 09. 24. 9:57:03
100	1	23	2003. 09. 13. 9:03:19	2003. 09. 12. 13:59:19	2003. 09. 13. 9:03:19
101	8	22	2003. 09. 08. 11:30:00	2003. 09. 07. 16:20:00	2003. 09. 08. 11:30:00
102	9	24	2003. 09. 07. 16:40:53	2003. 09. 06. 13:28:00	2003. 09. 07. 16:20:00
103	8	23	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 09. 05. 17:39:00	2003. 09. 06. 13:28:00
104	8	14	2003. 08. 31. 8:05:05	2003. 08. 30. 18:07:05	2003. 08. 31. 8:05:05
105	1	15	2003. 08. 26. 5:14:12	2003. 08. 25. 14:50:12	2003. 08. 26. 5:14:12
106	10	12	2003. 08. 22. 6:44:37	2003. 08. 21. 10:17:37	2003. 08. 22. 6:44:37
107	9	24	2003. 08. 21. 23:32:48	2003. 08. 20. 7:25:37	2003. 08. 21. 10:17:37
108	8	22	2003. 08. 21. 4:46:22	2003. 08. 19. 12:15:37	2003. 08. 20. 7:25:37
109	9	18	2003. 08. 17. 12:34:38	2003. 08. 16. 14:18:38	2003. 08. 17. 12:34:38
110	8	21	2003. 08. 12. 10:58:47	2003. 08. 11. 16:27:47	2003. 08. 12. 10:58:47
111	9	20	2003. 08. 09. 19:48:44	2003. 08. 08. 20:00:44	2003. 08. 09. 19:48:44
112	9	24	2003. 08. 06. 11:28:46	2003. 08. 05. 8:36:46	2003. 08. 06. 11:28:46
113	8	20	2003. 08. 06. 0:34:13	2003. 08. 04. 14:44:46	2003. 08. 05. 8:36:46
114	9	12	2003. 08. 03. 9:50:29	2003. 08. 02. 16:10:29	2003. 08. 03. 9:50:29
115	1	20	2003. 08. 03. 9:25:37	2003. 08. 01. 22:51:29	2003. 08. 02. 16:10:29
116	8	21	2003. 07. 31. 1:11:23	2003. 07. 30. 6:40:23	2003. 07. 31. 1:11:23
117	1	21	2003. 07. 21. 19:19:35	2003. 07. 21. 1:25:35	2003. 07. 21. 19:19:35
118	9	24	2003. 07. 20. 21:33:26	2003. 07. 19. 18:41:26	2003. 07. 20. 21:33:26
119	8	11	2003. 07. 20. 7:06:19	2003. 07. 19. 6:40:26	2003. 07. 19. 18:41:26
120	8	20	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 07. 18. 12:48:26	2003. 07. 19. 6:40:26
121	10	16	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 07. 17. 13:09:26	2003. 07. 18. 12:48:26
122	8	23	2003. 07. 17. 23:35:40	2003. 07. 16. 17:20:26	2003. 07. 17. 13:09:26
123	9	22	2003. 07. 17. 8:49:56	2003. 07. 15. 16:00:26	2003. 07. 16. 17:20:26
124	1	38	2003. 07. 17. 4:04:13	2003. 07. 14. 12:11:26	2003. 07. 15. 16:00:26
125	10	14	2003. 07. 13. 19:57:57	2003. 07. 12. 21:54:57	2003. 07. 13. 19:57:57
126	9	24	2003. 07. 13. 15:42:00	2003. 07. 11. 19:02:57	2003. 07. 12. 21:54:57

2. sor	azontermékd	határidő	kezdet	vég	
1	7	20	2003. 11. 11. 22:03:08	2003. 11. 11. 1:43:08	2003. 11. 11. 22:03:08
2	2	22	2003. 11. 11. 3:07:39	2003. 11. 10. 7:53:08	2003. 11. 11. 1:43:08
3	2	12	2003. 11. 08. 22:57:53	2003. 11. 08. 11:17:53	2003. 11. 08. 22:57:53
4	2	16	2003. 10. 22. 1:14:55	2003. 10. 21. 11:06:55	2003. 10. 22. 1:14:55
5	2	22	2003. 10. 08. 22:16:02	2003. 10. 08. 4:26:02	2003. 10. 08. 22:16:02
6	6	54	2003. 09. 18. 0:56:23	2003. 09. 16. 19:30:23	2003. 09. 18. 0:56:23
7	2	24	2003. 09. 12. 17:44:48	2003. 09. 11. 22:40:48	2003. 09. 12. 17:44:48
8	6	35	2003. 09. 01. 6:34:58	2003. 08. 31. 10:00:58	2003. 09. 01. 6:34:58
9	2	10	2003. 08. 25. 13:18:45	2003. 08. 25. 2:52:45	2003. 08. 25. 13:18:45
10	2	13	2003. 08. 16. 22:33:39	2003. 08. 16. 10:16:39	2003. 08. 16. 22:33:39
11	2	22	2003. 08. 10. 17:17:48	2003. 08. 09. 23:27:48	2003. 08. 10. 17:17:48
12	6	44	2003. 08. 03. 1:08:51	2003. 08. 02. 0:22:51	2003. 08. 03. 1:08:51
13	4	16	2003. 07. 31. 10:43:19	2003. 07. 30. 22:41:19	2003. 07. 31. 10:43:19
14	2	24	2003. 07. 21. 4:51:37	2003. 07. 20. 9:47:37	2003. 07. 21. 4:51:37
15	7	23	2003. 07. 09. 10:18:00	2003. 07. 08. 11:43:00	2003. 07. 09. 10:18:00
16	2	19	2003. 06. 02. 8:45:26	2003. 06. 01. 16:46:26	2003. 06. 02. 8:45:26
17	7	18	2003. 05. 10. 13:14:17	2003. 05. 09. 18:24:17	2003. 05. 10. 13:14:17
18	2	14	2003. 05. 08. 2:01:51	2003. 05. 07. 13:07:51	2003. 05. 08. 2:01:51
19	4	16	2003. 05. 07. 3:21:46	2003. 05. 06. 15:19:46	2003. 05. 07. 3:21:46
20	7	40	2003. 04. 15. 12:57:47	2003. 04. 14. 1:37:47	2003. 04. 15. 12:57:47
21	2	22	2003. 04. 06. 13:55:33	2003. 04. 05. 20:05:33	2003. 04. 06. 13:55:33
22	7	18	2003. 03. 28. 23:15:49	2003. 03. 28. 4:25:49	2003. 03. 28. 23:15:49
23	2	14	2003. 03. 25. 3:26:58	2003. 03. 24. 14:32:58	2003. 03. 25. 3:26:58
24	2	11	2003. 03. 02. 10:00:45	2003. 03. 01. 22:57:45	2003. 03. 02. 10:00:45
25	2	16	2003. 02. 23. 11:05:54	2003. 02. 22. 20:57:54	2003. 02. 23. 11:05:54

26	4	22	2003. 02. 17. 15:17:33	2003. 02. 16. 23:57:33	2003. 02. 17. 15:17:33
27	2	18	2003. 02. 11. 9:22:42	2003. 02. 10. 18:00:42	2003. 02. 11. 9:22:42
28	2	19	2003. 02. 07. 21:46:37	2003. 02. 07. 5:47:37	2003. 02. 07. 21:46:37
29	2	14	2003. 01. 31. 19:17:55	2003. 01. 31. 6:23:55	2003. 01. 31. 19:17:55
30	2	15	2003. 01. 26. 12:48:34	2003. 01. 25. 23:17:34	2003. 01. 26. 12:48:34
31	7	22	2003. 01. 21. 23:18:02	2003. 01. 21. 1:28:02	2003. 01. 21. 23:18:02
32	2	13	2003. 01. 20. 10:17:06	2003. 01. 19. 22:00:06	2003. 01. 20. 10:17:06
33	2	22	2003. 01. 15. 23:23:30	2003. 01. 15. 5:33:30	2003. 01. 15. 23:23:30
34	4	14	2003. 01. 13. 0:21:49	2003. 01. 12. 13:25:49	2003. 01. 13. 0:21:49
35	4	28	2003. 01. 09. 15:28:43	2003. 01. 08. 20:50:43	2003. 01. 09. 15:28:43

3. sor	azontermékd	határidő	kezdet	vég	
1	6	17	2003. 12. 31. 21:04:55	2003. 12. 31. 7:12:55	2003. 12. 31. 21:04:55
2	7	20	2003. 12. 30. 20:31:26	2003. 12. 29. 20:38:26	2003. 12. 30. 20:31:26
3	3	30	2003. 12. 29. 10:57:41	2003. 12. 28. 0:11:41	2003. 12. 29. 10:57:41
4	4	20	2003. 12. 26. 23:53:12	2003. 12. 26. 6:06:12	2003. 12. 26. 23:53:12
5	5	24	2003. 12. 26. 11:37:42	2003. 12. 25. 8:48:12	2003. 12. 26. 6:06:12
6	6	21	2003. 12. 24. 15:08:44	2003. 12. 23. 23:08:44	2003. 12. 24. 15:08:44
7	7	24	2003. 12. 24. 7:50:26	2003. 12. 22. 19:39:44	2003. 12. 23. 23:08:44
8	3	24	2003. 12. 23. 7:58:06	2003. 12. 21. 14:47:44	2003. 12. 22. 19:39:44
9	7	21	2003. 12. 21. 16:35:27	2003. 12. 21. 18:52:44	2003. 12. 22. 19:39:44
10	4	20	2003. 12. 16. 13:16:10	2003. 12. 15. 19:29:10	2003. 12. 16. 13:16:10
11	6	18	2003. 12. 15. 14:38:56	2003. 12. 15. 0:14:56	2003. 12. 15. 14:38:56
12	5	38	2003. 12. 15. 10:26:27	2003. 12. 13. 18:32:56	2003. 12. 15. 0:14:56
13	4	18	2003. 12. 14. 14:51:43	2003. 12. 13. 1:53:56	2003. 12. 13. 18:32:56
14	6	24	2003. 12. 13. 11:30:38	2003. 12. 12. 8:17:56	2003. 12. 13. 1:53:56
15	7	13	2003. 12. 11. 23:39:15	2003. 12. 11. 6:04:15	2003. 12. 11. 23:39:15
16	3	12	2003. 12. 05. 14:24:11	2003. 12. 04. 21:20:11	2003. 12. 05. 14:24:11
17	5	24	2003. 12. 04. 9:15:11	2003. 12. 03. 11:57:11	2003. 12. 04. 9:15:11
18	7	14	2003. 11. 29. 17:39:55	2003. 11. 28. 23:10:55	2003. 11. 29. 17:39:55
19	5	13	2003. 11. 29. 16:59:54	2003. 11. 28. 8:28:55	2003. 11. 28. 23:10:55
20	7	12	2003. 11. 27. 7:21:43	2003. 11. 26. 14:40:43	2003. 11. 27. 7:21:43
21	6	20	2003. 11. 27. 0:07:39	2003. 11. 25. 23:12:43	2003. 11. 26. 14:40:43
22	5	38	2003. 11. 23. 8:03:56	2003. 11. 22. 2:21:56	2003. 11. 23. 8:03:56
23	4	24	2003. 11. 18. 20:47:03	2003. 11. 18. 0:44:03	2003. 11. 18. 20:47:03
24	5	16	2003. 11. 16. 14:13:38	2003. 11. 15. 21:43:38	2003. 11. 16. 14:13:38
25	6	21	2003. 11. 16. 0:19:28	2003. 11. 15. 5:43:38	2003. 11. 15. 21:43:38
26	4	35	2003. 11. 12. 6:52:40	2003. 11. 11. 4:35:40	2003. 11. 12. 6:52:40
27	6	18	2003. 11. 11. 3:47:55	2003. 11. 10. 13:23:55	2003. 11. 11. 3:47:55
28	7	39	2003. 11. 07. 7:21:43	2003. 11. 05. 14:22:43	2003. 11. 07. 7:21:43
29	4	13	2003. 11. 04. 4:34:03	2003. 11. 03. 14:45:03	2003. 11. 04. 4:34:03
30	7	19	2003. 11. 03. 13:56:34	2003. 11. 02. 14:57:34	2003. 11. 03. 13:56:34
31	5	38	2003. 11. 01. 5:41:25	2003. 10. 30. 23:59:25	2003. 11. 01. 5:41:25
32	4	22	2003. 10. 30. 10:11:27	2003. 10. 29. 15:16:27	2003. 10. 30. 10:11:27
33	6	26	2003. 10. 28. 19:21:44	2003. 10. 28. 0:41:44	2003. 10. 28. 19:21:44
34	7	34	2003. 10. 26. 22:54:59	2003. 10. 25. 10:25:59	2003. 10. 26. 22:54:59
35	7	25	2003. 10. 24. 8:28:55	2003. 10. 23. 4:05:55	2003. 10. 24. 8:28:55
36	5	16	2003. 10. 21. 4:30:10	2003. 10. 20. 12:00:10	2003. 10. 21. 4:30:10
37	6	22	2003. 10. 19. 11:48:04	2003. 10. 18. 19:16:04	2003. 10. 19. 11:48:04
38	7	12	2003. 10. 19. 11:04:21	2003. 10. 18. 2:35:04	2003. 10. 18. 19:16:04
39	5	14	2003. 10. 16. 3:31:08	2003. 10. 15. 12:13:08	2003. 10. 16. 3:31:08
40	4	17	2003. 10. 14. 23:56:47	2003. 10. 14. 7:51:47	2003. 10. 14. 23:56:47
41	7	22	2003. 10. 12. 23:31:17	2003. 10. 11. 21:50:17	2003. 10. 12. 23:31:17
42	5	11	2003. 10. 10. 3:18:54	2003. 10. 09. 13:48:54	2003. 10. 10. 3:18:54
43	7	26	2003. 10. 08. 16:06:31	2003. 10. 07. 10:49:31	2003. 10. 08. 16:06:31
44	7	32	2003. 10. 06. 7:21:43	2003. 10. 04. 20:40:43	2003. 10. 06. 7:21:43
45	4	15	2003. 10. 03. 19:16:52	2003. 10. 03. 4:19:52	2003. 10. 03. 19:16:52
46	6	44	2003. 10. 02. 7:28:35	2003. 10. 01. 3:12:35	2003. 10. 02. 7:28:35
47	3	19	2003. 10. 01. 21:11:42	2003. 09. 30. 3:15:35	2003. 10. 01. 3:12:35
48	6	11	2003. 09. 25. 21:33:59	2003. 09. 25. 10:53:59	2003. 09. 25. 21:33:59
49	5	12	2003. 09. 22. 0:06:12	2003. 09. 21. 10:00:12	2003. 09. 22. 0:06:12
50	7	42	2003. 09. 18. 16:19:21	2003. 09. 16. 20:38:21	2003. 09. 18. 16:19:21
51	4	36	2003. 09. 16. 10:36:22	2003. 09. 15. 7:45:22	2003. 09. 16. 10:36:22
52	5	15	2003. 09. 15. 2:08:39	2003. 09. 14. 10:14:39	2003. 09. 15. 2:08:39
53	5	20	2003. 09. 13. 6:49:23	2003. 09. 12. 14:09:19	2003. 09. 13. 9:03:19
54	7	14	2003. 09. 13. 0:59:26	2003. 09. 11. 19:40:19	2003. 09. 12. 14:09:19
55	4	13	2003. 09. 12. 7:20:15	2003. 09. 11. 5:51:19	2003. 09. 11. 19:40:19

56	4	20	2003. 09. 09. 22:44:05	2003. 09. 09. 4:57:05	2003. 09. 09. 22:44:05
57	7	18	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 09. 06. 9:16:43	2003. 09. 07. 7:21:43
58	5	28	2003. 09. 06. 23:45:08	2003. 09. 05. 9:34:43	2003. 09. 06. 9:16:43
59	6	14	2003. 09. 03. 13:47:18	2003. 09. 03. 1:31:18	2003. 09. 03. 13:47:18
60	4	16	2003. 09. 02. 11:14:13	2003. 09. 01. 19:43:13	2003. 09. 02. 11:14:13
61	7	15	2003. 09. 02. 10:36:12	2003. 09. 01. 0:20:13	2003. 09. 01. 19:43:13
62	5	15	2003. 09. 02. 5:56:03	2003. 08. 31. 8:26:13	2003. 09. 01. 0:20:13
63	5	22	2003. 09. 01. 1:04:05	2003. 08. 30. 12:20:13	2003. 08. 31. 8:26:13
64	3	11	2003. 08. 31. 19:50:49	2003. 08. 29. 20:15:13	2003. 08. 30. 12:20:13
65	6	12	2003. 08. 30. 8:28:35	2003. 08. 29. 9:03:13	2003. 08. 29. 20:15:13
66	4	14	2003. 08. 28. 4:05:07	2003. 08. 27. 13:42:07	2003. 08. 28. 4:05:07
67	7	20	2003. 08. 27. 7:21:43	2003. 08. 26. 13:49:07	2003. 08. 27. 13:42:07
68	5	20	2003. 08. 26. 22:36:37	2003. 08. 25. 18:55:07	2003. 08. 26. 13:49:07
69	5	12	2003. 08. 21. 18:42:41	2003. 08. 21. 4:36:41	2003. 08. 21. 18:42:41
70	6	20	2003. 08. 21. 18:26:29	2003. 08. 20. 13:08:41	2003. 08. 21. 4:36:41
71	7	22	2003. 08. 15. 13:26:27	2003. 08. 14. 11:45:27	2003. 08. 15. 13:26:27
72	7	10	2003. 08. 13. 23:44:55	2003. 08. 13. 8:51:55	2003. 08. 13. 23:44:55
73	6	14	2003. 08. 12. 22:18:58	2003. 08. 12. 10:02:58	2003. 08. 12. 22:18:58
74	6	20	2003. 08. 10. 12:39:42	2003. 08. 09. 21:11:42	2003. 08. 10. 12:39:42
75	7	13	2003. 08. 09. 4:46:52	2003. 08. 08. 11:11:52	2003. 08. 09. 4:46:52
76	5	20	2003. 08. 08. 13:50:51	2003. 08. 07. 16:17:05	2003. 08. 08. 11:11:05
77	4	21	2003. 08. 08. 9:58:52	2003. 08. 06. 21:56:05	2003. 08. 07. 16:17:05
78	6	18	2003. 08. 06. 1:49:10	2003. 08. 05. 11:25:10	2003. 08. 06. 1:49:10
79	5	34	2003. 08. 04. 20:11:22	2003. 08. 03. 16:53:22	2003. 08. 04. 20:11:22
80	7	46	2003. 08. 03. 15:22:43	2003. 08. 01. 16:05:43	2003. 08. 03. 15:22:43
81	4	20	2003. 08. 02. 21:10:02	2003. 07. 31. 22:18:43	2003. 08. 01. 16:05:43
82	6	62	2003. 08. 01. 17:19:31	2003. 07. 30. 8:26:43	2003. 07. 31. 22:18:43
83	5	11	2003. 07. 31. 9:29:47	2003. 07. 29. 18:56:43	2003. 07. 30. 8:26:43
84	6	35	2003. 07. 29. 18:12:37	2003. 07. 28. 18:44:37	2003. 07. 29. 18:12:37
85	7	12	2003. 07. 28. 3:22:54	2003. 07. 27. 10:41:54	2003. 07. 28. 3:22:54
86	4	22	2003. 07. 27. 16:56:07	2003. 07. 26. 15:46:54	2003. 07. 27. 10:41:54
87	6	47	2003. 07. 26. 19:28:41	2003. 07. 25. 9:54:54	2003. 07. 26. 15:46:54
88	5	15	2003. 07. 24. 19:00:06	2003. 07. 24. 3:06:06	2003. 07. 24. 19:00:06
89	6	23	2003. 07. 24. 2:04:12	2003. 07. 23. 9:00:12	2003. 07. 24. 2:04:12
90	7	36	2003. 07. 22. 15:33:41	2003. 07. 21. 1:16:41	2003. 07. 22. 15:33:41
91	6	22	2003. 07. 22. 11:24:15	2003. 07. 20. 8:44:41	2003. 07. 21. 1:16:41
92	5	18	2003. 07. 18. 10:41:19	2003. 07. 17. 16:59:19	2003. 07. 18. 10:41:19
93	7	12	2003. 07. 14. 10:03:18	2003. 07. 13. 17:22:18	2003. 07. 14. 10:03:18
94	5	16	2003. 07. 13. 17:48:51	2003. 07. 13. 0:52:18	2003. 07. 13. 17:22:18
95	4	23	2003. 07. 13. 8:53:09	2003. 07. 12. 5:23:18	2003. 07. 13. 0:52:18
96	7	22	2003. 07. 10. 2:38:32	2003. 07. 09. 0:57:32	2003. 07. 10. 2:38:32
97	4	23	2003. 07. 09. 16:06:38	2003. 07. 08. 5:28:32	2003. 07. 09. 0:57:32
98	4	24	2003. 07. 06. 9:52:59	2003. 07. 05. 15:08:05	2003. 07. 06. 11:11:05
99	6	46	2003. 07. 05. 22:58:24	2003. 07. 04. 9:48:05	2003. 07. 05. 15:08:05
100	7	20	2003. 07. 03. 10:35:38	2003. 07. 02. 10:42:38	2003. 07. 03. 10:35:38
101	6	18	2003. 06. 30. 1:50:24	2003. 06. 29. 11:26:24	2003. 06. 30. 1:50:24
102	7	21	2003. 06. 29. 23:23:44	2003. 06. 28. 10:39:24	2003. 06. 29. 11:26:24
103	5	15	2003. 06. 29. 2:55:35	2003. 06. 27. 18:45:24	2003. 06. 28. 10:39:24
104	7	21	2003. 06. 27. 21:08:00	2003. 06. 26. 17:58:24	2003. 06. 27. 18:45:24
105	4	18	2003. 06. 27. 9:58:37	2003. 06. 26. 1:19:24	2003. 06. 26. 17:58:24
106	6	14	2003. 06. 24. 16:08:11	2003. 06. 24. 3:52:11	2003. 06. 24. 16:08:11
107	5	46	2003. 06. 21. 15:26:20	2003. 06. 20. 4:56:20	2003. 06. 21. 15:26:20
108	6	24	2003. 06. 20. 4:02:11	2003. 06. 19. 10:26:11	2003. 06. 20. 4:02:11
109	7	27	2003. 06. 16. 23:24:06	2003. 06. 15. 17:13:06	2003. 06. 16. 23:24:06
110	6	12	2003. 06. 16. 7:57:48	2003. 06. 15. 6:01:06	2003. 06. 15. 17:13:06
111	4	20	2003. 06. 14. 1:54:03	2003. 06. 13. 8:07:03	2003. 06. 14. 1:54:03
112	6	34	2003. 06. 14. 1:51:12	2003. 06. 12. 9:11:03	2003. 06. 13. 8:07:03
113	3	13	2003. 06. 12. 8:48:38	2003. 06. 11. 14:45:38	2003. 06. 12. 8:48:38
114	4	24	2003. 06. 12. 6:52:40	2003. 06. 10. 18:42:38	2003. 06. 11. 14:45:38
115	6	20	2003. 06. 10. 14:15:05	2003. 06. 09. 22:47:05	2003. 06. 10. 14:15:05
116	6	20	2003. 06. 08. 3:41:45	2003. 06. 07. 12:13:45	2003. 06. 08. 3:41:45
117	4	10	2003. 06. 07. 1:44:39	2003. 06. 06. 13:37:39	2003. 06. 07. 1:44:39
118	5	24	2003. 06. 07. 0:25:13	2003. 06. 05. 16:19:39	2003. 06. 06. 13:37:39
119	4	18	2003. 06. 05. 7:13:11	2003. 06. 04. 14:34:11	2003. 06. 05. 7:13:11
120	6	24	2003. 06. 05. 7:07:32	2003. 06. 03. 20:58:11	2003. 06. 04. 14:34:11
121	3	18	2003. 06. 04. 0:23:00	2003. 06. 02. 22:00:11	2003. 06. 03. 20:58:11
122	6	16	2003. 06. 01. 3:37:04	2003. 05. 31. 14:17:04	2003. 06. 01. 3:37:04

123	4	17	2003. 06. 01. 0:55:35	2003. 05. 30. 22:12:04	2003. 05. 31. 14:17:04
124	4	14	2003. 05. 30. 13:03:49	2003. 05. 29. 22:40:49	2003. 05. 30. 13:03:49
125	6	72	2003. 05. 30. 1:38:35	2003. 05. 28. 3:28:49	2003. 05. 29. 22:40:49
126	7	14	2003. 05. 28. 1:08:14	2003. 05. 27. 6:39:14	2003. 05. 28. 1:08:14
127	3	18	2003. 05. 26. 3:36:55	2003. 05. 25. 4:38:55	2003. 05. 26. 3:36:55
128	7	23	2003. 05. 24. 1:31:20	2003. 05. 22. 22:56:20	2003. 05. 24. 1:31:20
129	7	14	2003. 05. 22. 23:38:38	2003. 05. 22. 4:27:20	2003. 05. 22. 22:56:20
130	4	24	2003. 05. 22. 7:54:29	2003. 05. 21. 8:24:20	2003. 05. 22. 4:27:20
131	7	20	2003. 05. 20. 12:44:54	2003. 05. 19. 12:51:54	2003. 05. 20. 12:44:54
132	3	40	2003. 05. 19. 16:01:35	2003. 05. 17. 16:15:54	2003. 05. 19. 12:51:54
133	4	18	2003. 05. 18. 8:10:45	2003. 05. 16. 23:36:54	2003. 05. 17. 16:15:54
134	4	12	2003. 05. 17. 23:17:19	2003. 05. 16. 10:21:54	2003. 05. 16. 23:36:54
135	6	14	2003. 05. 17. 11:58:49	2003. 05. 15. 22:05:54	2003. 05. 16. 10:21:54
136	5	18	2003. 05. 16. 22:58:13	2003. 05. 15. 4:23:54	2003. 05. 15. 22:05:54
137	5	14	2003. 05. 14. 17:27:57	2003. 05. 14. 2:09:57	2003. 05. 14. 17:27:57
138	5	16	2003. 05. 13. 10:41:19	2003. 05. 12. 18:11:19	2003. 05. 13. 10:41:19
139	5	24	2003. 05. 11. 4:30:10	2003. 05. 10. 7:12:10	2003. 05. 11. 4:30:10
140	5	36	2003. 05. 10. 23:02:11	2003. 05. 09. 2:42:10	2003. 05. 10. 7:12:10
141	6	18	2003. 05. 09. 18:50:24	2003. 05. 08. 12:18:10	2003. 05. 09. 2:42:10
142	5	20	2003. 05. 08. 10:41:19	2003. 05. 07. 15:47:19	2003. 05. 08. 10:41:19
143	3	16	2003. 05. 07. 12:20:56	2003. 05. 06. 15:20:56	2003. 05. 07. 12:20:56
144	7	49	2003. 05. 07. 7:21:43	2003. 05. 04. 13:21:56	2003. 05. 06. 15:20:56
145	5	20	2003. 05. 04. 9:35:10	2003. 05. 03. 14:41:10	2003. 05. 04. 9:35:10
146	6	21	2003. 05. 02. 21:39:53	2003. 05. 02. 5:39:53	2003. 05. 02. 21:39:53
147	7	36	2003. 05. 01. 7:36:04	2003. 04. 29. 17:19:04	2003. 05. 01. 7:36:04
148	7	14	2003. 04. 28. 16:08:48	2003. 04. 27. 21:39:48	2003. 04. 28. 16:08:48
149	4	24	2003. 04. 28. 5:56:01	2003. 04. 27. 1:36:48	2003. 04. 27. 21:39:48
150	5	14	2003. 04. 28. 0:50:19	2003. 04. 26. 10:18:48	2003. 04. 27. 1:36:48
151	5	17	2003. 04. 27. 9:30:03	2003. 04. 25. 23:54:48	2003. 04. 26. 17:00:48
152	7	50	2003. 04. 23. 12:47:12	2003. 04. 21. 9:54:12	2003. 04. 23. 12:47:12
153	4	14	2003. 04. 22. 5:38:51	2003. 04. 20. 19:31:12	2003. 04. 21. 9:54:12
154	5	24	2003. 04. 21. 19:20:46	2003. 04. 19. 22:13:12	2003. 04. 20. 19:31:12
155	6	49	2003. 04. 19. 2:01:26	2003. 04. 17. 19:05:26	2003. 04. 19. 2:01:26
156	4	26	2003. 04. 18. 23:06:35	2003. 04. 16. 21:54:26	2003. 04. 17. 19:05:26
157	5	18	2003. 04. 16. 8:18:48	2003. 04. 15. 14:36:48	2003. 04. 16. 8:18:48
158	6	14	2003. 04. 15. 18:49:45	2003. 04. 15. 2:20:48	2003. 04. 15. 14:36:48
159	6	18	2003. 04. 14. 18:48:54	2003. 04. 14. 4:24:54	2003. 04. 14. 18:48:54
160	5	15	2003. 04. 14. 18:14:08	2003. 04. 13. 12:30:54	2003. 04. 14. 4:24:54
161	7	19	2003. 04. 12. 2:27:14	2003. 04. 11. 3:28:14	2003. 04. 12. 2:27:14
162	3	22	2003. 04. 11. 13:17:23	2003. 04. 10. 0:34:14	2003. 04. 11. 3:28:14
163	4	11	2003. 04. 06. 0:20:53	2003. 04. 05. 11:39:53	2003. 04. 06. 0:20:53
164	5	22	2003. 04. 05. 7:07:32	2003. 04. 04. 11:01:32	2003. 04. 05. 7:07:32
165	6	21	2003. 04. 04. 8:49:20	2003. 04. 03. 16:49:20	2003. 04. 04. 8:49:20
166	7	23	2003. 04. 04. 5:21:19	2003. 04. 02. 14:14:02	2003. 04. 03. 16:49:02
167	4	56	2003. 03. 29. 21:20:39	2003. 03. 28. 7:09:39	2003. 03. 29. 21:20:39
168	6	18	2003. 03. 29. 0:52:29	2003. 03. 27. 16:45:39	2003. 03. 28. 7:09:39
169	6	22	2003. 03. 27. 1:12:27	2003. 03. 26. 8:40:27	2003. 03. 27. 1:12:27
170	3	34	2003. 03. 25. 17:54:49	2003. 03. 24. 3:12:49	2003. 03. 25. 17:54:49
171	6	44	2003. 03. 24. 20:43:37	2003. 03. 22. 22:56:49	2003. 03. 24. 3:12:49
172	4	24	2003. 03. 20. 17:40:20	2003. 03. 19. 21:37:20	2003. 03. 20. 17:40:20
173	6	36	2003. 03. 14. 8:46:40	2003. 03. 13. 8:46:40	2003. 03. 14. 8:46:40
174	3	15	2003. 03. 13. 9:36:34	2003. 03. 12. 12:45:04	2003. 03. 13. 8:46:04
175	6	16	2003. 03. 11. 20:06:01	2003. 03. 11. 6:46:01	2003. 03. 11. 20:06:01
176	7	18	2003. 03. 10. 16:09:08	2003. 03. 09. 18:04:08	2003. 03. 10. 16:09:08
177	6	18	2003. 03. 08. 2:49:37	2003. 03. 07. 12:25:37	2003. 03. 08. 2:49:37
178	6	16	2003. 03. 05. 17:51:55	2003. 03. 05. 4:31:55	2003. 03. 05. 17:51:55
179	7	16	2003. 03. 03. 15:16:33	2003. 03. 02. 18:59:33	2003. 03. 03. 15:16:33
180	6	12	2003. 02. 27. 11:03:37	2003. 02. 26. 23:51:37	2003. 02. 27. 11:03:37
181	7	17	2003. 02. 25. 8:33:54	2003. 02. 24. 11:22:54	2003. 02. 25. 8:33:54
182	4	34	2003. 02. 24. 14:29:22	2003. 02. 23. 9:39:54	2003. 02. 24. 11:22:54
183	6	40	2003. 02. 21. 12:56:33	2003. 02. 20. 10:48:33	2003. 02. 21. 12:56:33
184	5	24	2003. 02. 18. 12:38:06	2003. 02. 17. 15:20:06	2003. 02. 18. 12:38:06
185	6	20	2003. 02. 18. 6:59:56	2003. 02. 16. 23:52:06	2003. 02. 17. 15:20:06
186	6	18	2003. 02. 15. 13:31:17	2003. 02. 14. 23:07:17	2003. 02. 15. 13:31:17
187	4	20	2003. 02. 13. 12:39:55	2003. 02. 12. 18:52:55	2003. 02. 13. 12:39:55
188	6	17	2003. 02. 09. 7:07:38	2003. 02. 08. 17:15:38	2003. 02. 09. 7:07:38
189	6	19	2003. 02. 08. 13:02:22	2003. 02. 07. 22:06:22	2003. 02. 08. 13:02:22

190	3	14	2003. 02. 08. 1:19:39	2003. 02. 07. 3:04:22	2003. 02. 07. 22:06:22
191	7	18	2003. 02. 07. 23:38:28	2003. 02. 06. 4:59:22	2003. 02. 07. 3:04:22
192	6	14	2003. 02. 03. 22:46:04	2003. 02. 03. 10:30:04	2003. 02. 03. 22:46:04
193	3	17	2003. 01. 31. 19:17:55	2003. 01. 30. 21:18:55	2003. 01. 31. 19:17:55
194	5	24	2003. 01. 28. 18:52:18	2003. 01. 27. 21:34:18	2003. 01. 28. 18:52:18
195	4	20	2003. 01. 24. 16:52:18	2003. 01. 23. 23:05:18	2003. 01. 24. 16:52:18
196	6	20	2003. 01. 23. 15:52:32	2003. 01. 23. 0:24:32	2003. 01. 23. 15:52:32
197	7	42	2003. 01. 22. 12:37:43	2003. 01. 20. 16:56:43	2003. 01. 22. 12:37:43
198	4	23	2003. 01. 22. 5:07:33	2003. 01. 19. 21:27:43	2003. 01. 20. 16:56:43
199	6	14	2003. 01. 16. 8:35:33	2003. 01. 15. 20:19:33	2003. 01. 16. 8:35:33
200	6	12	2003. 01. 13. 5:14:20	2003. 01. 12. 18:02:20	2003. 01. 13. 5:14:20
201	4	14	2003. 01. 13. 0:21:49	2003. 01. 12. 3:39:20	2003. 01. 12. 18:02:20
202	7	22	2003. 01. 10. 19:06:51	2003. 01. 09. 17:25:51	2003. 01. 10. 19:06:51
203	5	19	2003. 01. 10. 5:28:58	2003. 01. 08. 23:07:51	2003. 01. 09. 17:25:51
204	7	18	2003. 01. 07. 2:08:50	2003. 01. 06. 4:03:50	2003. 01. 07. 2:08:50
205	6	13	2003. 01. 04. 0:27:39	2003. 01. 03. 12:43:39	2003. 01. 04. 0:27:39
206	7	20	2003. 01. 03. 7:28:53	2003. 01. 02. 7:35:53	2003. 01. 03. 7:28:53
207	3	21	2003. 01. 03. 7:12:45	2003. 01. 01. 5:40:53	2003. 01. 02. 7:35:53

Paraméter: $\lambda = 10$

1. sor	azontermékb	határidő	kezdet	vég	
1	10	50	2003. 12. 31. 1:08:36	2003. 12. 28. 22:17:36	2003. 12. 31. 1:08:36
2	1	60	2003. 12. 26. 15:36:36	2003. 12. 24. 22:57:36	2003. 12. 26. 15:36:36
3	8	60	2003. 12. 26. 14:57:13	2003. 12. 23. 3:05:36	2003. 12. 24. 22:57:36
4	8	76	2003. 12. 23. 20:12:28	2003. 12. 20. 20:49:36	2003. 12. 23. 3:05:36
5	3	98	2003. 12. 23. 7:58:06	2003. 12. 16. 18:14:36	2003. 12. 20. 20:49:36
6	8	62	2003. 12. 17. 20:17:22	2003. 12. 14. 21:04:36	2003. 12. 16. 18:14:36
7	1	98	2003. 12. 15. 3:52:10	2003. 12. 12. 6:15:36	2003. 12. 14. 21:04:36
8	7	52	2003. 12. 11. 23:39:15	2003. 12. 09. 14:52:15	2003. 12. 11. 23:39:15
9	8	44	2003. 12. 10. 9:36:07	2003. 12. 08. 5:24:15	2003. 12. 09. 14:52:15
10	9	50	2003. 12. 06. 6:21:08	2003. 12. 04. 7:33:08	2003. 12. 06. 6:21:08
11	8	90	2003. 11. 30. 15:59:27	2003. 11. 28. 0:37:27	2003. 11. 30. 15:59:27
12	8	176	2003. 11. 26. 22:59:47	2003. 11. 21. 23:43:47	2003. 11. 26. 22:59:47
13	8	60	2003. 11. 22. 23:24:34	2003. 11. 20. 3:51:47	2003. 11. 21. 23:43:47
14	1	234	2003. 11. 20. 7:57:36	2003. 11. 14. 5:42:47	2003. 11. 20. 3:51:47
15	9	144	2003. 11. 17. 6:21:41	2003. 11. 12. 7:29:41	2003. 11. 17. 6:21:41
16	8	96	2003. 11. 14. 1:17:41	2003. 11. 09. 12:13:41	2003. 11. 12. 7:29:41
17	9	82	2003. 11. 10. 4:59:36	2003. 11. 06. 12:53:41	2003. 11. 09. 12:13:41
18	1	84	2003. 07. 21. 19:19:35	2003. 07. 16. 10:40:46	2003. 07. 18. 17:19:46
19	8	46	2003. 11. 04. 5:04:31	2003. 11. 02. 18:18:31	2003. 11. 04. 5:04:31
20	9	82	2003. 11. 03. 16:39:13	2003. 10. 30. 18:58:31	2003. 11. 02. 18:18:31
21	8	98	2003. 10. 31. 1:47:05	2003. 10. 27. 22:24:31	2003. 10. 30. 18:58:31
22	8	184	2003. 10. 28. 15:53:41	2003. 10. 22. 22:56:31	2003. 10. 28. 3:24:31
23	10	92	2003. 10. 24. 20:06:53	2003. 10. 19. 10:29:31	2003. 10. 22. 22:56:31
24	6	90	2003. 10. 19. 11:48:04	2003. 10. 17. 2:50:31	2003. 10. 19. 10:29:31
25	7	48	2003. 10. 19. 11:04:21	2003. 10. 14. 21:35:31	2003. 10. 17. 2:50:31
26	9	88	2003. 10. 17. 20:19:37	2003. 10. 11. 17:39:31	2003. 10. 14. 21:35:31
27	10	52	2003. 10. 12. 14:50:12	2003. 10. 09. 13:12:31	2003. 10. 11. 17:39:31
28	9	78	2003. 10. 09. 8:57:38	2003. 10. 06. 12:41:38	2003. 10. 09. 8:57:38
29	1	86	2003. 10. 02. 17:03:45	2003. 09. 30. 9:14:45	2003. 10. 02. 17:03:45
30	8	80	2003. 10. 01. 20:28:05	2003. 09. 28. 0:22:45	2003. 09. 30. 9:14:45
31	1	54	2003. 09. 30. 15:08:07	2003. 09. 26. 11:13:45	2003. 09. 28. 0:22:45
32	8	98	2003. 09. 28. 5:11:35	2003. 09. 23. 14:39:45	2003. 09. 26. 11:13:45
33	8	56	2003. 09. 24. 9:57:03	2003. 09. 21. 21:23:45	2003. 09. 23. 14:39:45
34	1	92	2003. 09. 13. 9:03:19	2003. 09. 10. 21:44:19	2003. 09. 13. 9:03:19
35	4	52	2003. 09. 12. 7:20:15	2003. 09. 09. 12:29:19	2003. 09. 10. 21:44:19
36	8	90	2003. 09. 08. 11:30:00	2003. 09. 05. 20:08:00	2003. 09. 08. 11:30:00
37	9	94	2003. 09. 07. 16:40:53	2003. 09. 02. 11:36:00	2003. 09. 05. 20:08:00
38	8	92	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 08. 30. 18:56:00	2003. 09. 02. 11:36:00
39	3	44	2003. 08. 31. 19:50:49	2003. 08. 28. 17:51:00	2003. 08. 30. 18:56:00
40	8	54	2003. 08. 31. 8:05:05	2003. 08. 27. 1:53:00	2003. 08. 28. 17:51:00
41	1	60	2003. 08. 26. 5:14:12	2003. 08. 24. 12:35:12	2003. 08. 26. 5:14:12
42	10	50	2003. 08. 22. 6:44:37	2003. 08. 20. 3:53:37	2003. 08. 22. 6:44:37
43	8	86	2003. 08. 21. 4:46:22	2003. 08. 17. 15:07:37	2003. 08. 20. 3:53:37
44	9	72	2003. 08. 17. 12:34:38	2003. 08. 14. 20:54:38	2003. 08. 17. 12:34:38
45	8	84	2003. 08. 12. 10:58:47	2003. 08. 09. 23:30:47	2003. 08. 12. 10:58:47
46	9	82	2003. 08. 09. 19:48:44	2003. 08. 06. 20:28:44	2003. 08. 09. 19:48:44

47	9	98	2003. 08. 06. 11:28:46	2003. 08. 02. 23:52:46	2003. 08. 06. 11:28:46
48	8	82	2003. 08. 06. 0:34:13	2003. 07. 31. 13:42:46	2003. 08. 02. 23:52:46
49	9	46	2003. 08. 03. 9:50:29	2003. 07. 29. 17:58:46	2003. 07. 31. 13:42:46
50	1	78	2003. 08. 03. 9:25:37	2003. 07. 27. 14:49:46	2003. 07. 29. 17:58:46
51	8	84	2003. 07. 31. 1:11:23	2003. 07. 25. 3:21:46	2003. 07. 27. 14:49:46
52	7	48	2003. 07. 28. 3:22:54	2003. 07. 22. 22:06:46	2003. 07. 25. 3:21:46
53	5	60	2003. 07. 24. 19:00:06	2003. 07. 20. 23:54:46	2003. 07. 22. 22:06:46
54	6	88	2003. 07. 22. 11:24:15	2003. 07. 18. 17:19:46	2003. 07. 20. 23:54:46
55	1	84	2003. 07. 21. 19:19:35	2003. 07. 16. 10:40:46	2003. 07. 18. 17:19:46
56	9	96	2003. 07. 20. 21:33:26	2003. 07. 13. 0:36:46	2003. 07. 16. 10:40:46
57	8	44	2003. 07. 20. 7:06:19	2003. 07. 11. 15:08:46	2003. 07. 13. 0:36:46
58	8	80	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 07. 09. 11:08:46	2003. 07. 11. 15:08:46
59	8	92	2003. 07. 17. 23:35:40	2003. 07. 06. 18:28:46	2003. 07. 09. 11:08:46
60	1	152	2003. 07. 17. 4:04:13	2003. 07. 02. 20:09:46	2003. 07. 06. 18:28:46
61	9	100	2003. 07. 12. 23:31:17	2003. 06. 29. 7:01:46	2003. 07. 02. 20:09:46
62	9	98	2003. 07. 08. 9:51:14	2003. 06. 25. 19:25:46	2003. 06. 29. 7:01:46
63	8	60	2003. 07. 06. 13:52:06	2003. 06. 23. 23:33:46	2003. 06. 25. 19:25:46
64	1	82	2003. 07. 03. 4:15:36	2003. 06. 21. 18:04:46	2003. 06. 23. 23:33:46
65	5	60	2003. 06. 29. 2:55:35	2003. 06. 19. 19:52:46	2003. 06. 21. 18:04:46
66	8	90	2003. 06. 28. 13:11:03	2003. 06. 17. 4:30:46	2003. 06. 19. 19:52:46
67	4	70	2003. 06. 27. 9:58:37	2003. 06. 15. 9:03:46	2003. 06. 17. 4:30:46
68	1	146	2003. 06. 25. 5:13:37	2003. 06. 11. 14:14:46	2003. 06. 15. 9:03:46
69	9	42	2003. 06. 20. 2:29:48	2003. 06. 09. 21:34:46	2003. 06. 11. 14:14:46
70	7	108	2003. 06. 16. 23:24:06	2003. 06. 05. 11:19:46	2003. 06. 09. 21:34:46
71	6	136	2003. 06. 14. 1:51:12	2003. 06. 02. 3:08:46	2003. 06. 05. 11:19:46
72	10	76	2003. 06. 12. 10:03:26	2003. 05. 30. 3:29:46	2003. 06. 02. 3:08:46
73	6	82	2003. 06. 08. 3:41:45	2003. 05. 28. 0:06:46	2003. 05. 30. 3:29:46
74	4	72	2003. 06. 05. 7:13:11	2003. 05. 26. 3:31:46	2003. 05. 28. 0:06:46
75	8	88	2003. 06. 05. 5:07:18	2003. 05. 23. 13:27:46	2003. 05. 26. 3:31:46
76	3	72	2003. 06. 04. 0:23:00	2003. 05. 20. 10:42:46	2003. 05. 23. 13:27:46
77	6	66	2003. 06. 01. 3:37:04	2003. 05. 18. 15:51:46	2003. 05. 20. 10:42:46
78	8	70	2003. 05. 31. 17:35:11	2003. 05. 16. 13:29:46	2003. 05. 18. 15:51:46
79	9	80	2003. 05. 24. 20:09:40	2003. 05. 13. 15:41:46	2003. 05. 16. 13:29:46
80	3	160	2003. 05. 19. 16:01:35	2003. 05. 07. 4:16:46	2003. 05. 13. 15:41:46
81	8	84	2003. 05. 17. 9:28:25	2003. 05. 04. 16:48:46	2003. 05. 07. 4:16:46
82	8	88	2003. 05. 14. 9:14:44	2003. 05. 02. 7:44:46	2003. 05. 04. 16:48:46
83	5	144	2003. 05. 10. 23:02:11	2003. 04. 28. 1:32:46	2003. 05. 02. 7:44:46
84	8	82	2003. 05. 08. 12:56:00	2003. 04. 25. 15:22:46	2003. 04. 28. 1:32:46
85	3	66	2003. 05. 07. 12:20:56	2003. 04. 22. 18:07:46	2003. 04. 25. 15:22:46
86	8	76	2003. 05. 05. 9:46:04	2003. 04. 20. 11:51:46	2003. 04. 22. 18:07:46
87	8	74	2003. 05. 01. 13:08:19	2003. 04. 18. 6:53:46	2003. 04. 20. 11:51:46
88	8	88	2003. 04. 29. 4:16:39	2003. 04. 15. 16:49:46	2003. 04. 18. 6:53:46
89	5	68	2003. 04. 27. 9:30:03	2003. 04. 13. 13:17:46	2003. 04. 15. 16:49:46
90	9	86	2003. 04. 24. 20:09:40	2003. 04. 10. 10:53:46	2003. 04. 13. 13:17:46
91	8	48	2003. 04. 23. 11:24:52	2003. 04. 08. 22:49:46	2003. 04. 10. 10:53:46
92	1	64	2003. 04. 20. 18:18:05	2003. 04. 07. 3:50:46	2003. 04. 08. 22:49:46
93	8	48	2003. 04. 19. 4:00:06	2003. 04. 05. 15:46:46	2003. 04. 07. 3:50:46
94	7	160	2003. 04. 15. 12:57:47	2003. 03. 30. 7:35:46	2003. 04. 05. 15:46:46
95	8	88	2003. 04. 13. 22:32:38	2003. 03. 27. 17:31:46	2003. 03. 30. 7:35:46
96	8	128	2003. 04. 09. 18:10:40	2003. 03. 24. 1:27:46	2003. 03. 27. 17:31:46
97	1	100	2003. 04. 04. 14:29:08	2003. 03. 21. 9:28:46	2003. 03. 24. 1:27:46
98	1	132	2003. 03. 30. 15:21:43	2003. 03. 17. 22:49:46	2003. 03. 21. 9:28:46
99	10	44	2003. 03. 27. 10:04:50	2003. 03. 16. 0:46:46	2003. 03. 17. 22:49:46
100	3	136	2003. 03. 25. 17:54:49	2003. 03. 10. 11:21:46	2003. 03. 16. 0:46:46
101	8	86	2003. 03. 22. 22:18:02	2003. 03. 07. 22:35:46	2003. 03. 10. 11:21:46
102	1	68	2003. 03. 16. 4:16:03	2003. 03. 06. 1:16:46	2003. 03. 07. 22:35:46
103	8	62	2003. 03. 14. 11:50:32	2003. 03. 04. 4:06:46	2003. 03. 06. 1:16:46
104	6	66	2003. 03. 05. 17:51:55	2003. 03. 02. 9:15:46	2003. 03. 04. 4:06:46
105	8	88	2003. 03. 03. 2:52:54	2003. 02. 27. 19:11:46	2003. 03. 02. 9:15:46
106	1	140	2003. 03. 02. 21:59:53	2003. 02. 24. 3:52:46	2003. 02. 27. 19:11:46
107	8	160	2003. 02. 19. 17:55:16	2003. 02. 15. 5:03:16	2003. 02. 19. 17:55:16
108	8	44	2003. 02. 16. 12:52:46	2003. 02. 13. 19:35:16	2003. 02. 15. 5:03:16
109	1	92	2003. 02. 09. 18:01:27	2003. 02. 07. 6:42:27	2003. 02. 09. 18:01:27
110	3	54	2003. 02. 08. 1:19:39	2003. 02. 04. 20:27:27	2003. 02. 07. 6:42:27
111	8	94	2003. 02. 06. 0:41:03	2003. 02. 02. 2:29:27	2003. 02. 04. 20:27:27
112	3	68	2003. 01. 28. 23:18:09	2003. 01. 26. 0:13:09	2003. 01. 28. 23:18:09
113	9	52	2003. 01. 23. 20:42:35	2003. 01. 22. 13:53:18	2003. 01. 24. 14:13:18

114	1	64	2003. 01. 23. 13:44:35	2003. 01. 20. 18:54:18	2003. 01. 22. 13:53:18
115	7	90	2003. 01. 21. 23:18:02	2003. 01. 17. 0:33:18	2003. 01. 20. 18:54:18
116	8	54	2003. 01. 15. 1:45:41	2003. 01. 13. 9:47:41	2003. 01. 15. 1:45:41
117	4	56	2003. 01. 13. 0:21:49	2003. 01. 11. 12:50:49	2003. 01. 13. 0:21:49
118	10	62	2003. 01. 10. 15:49:55	2003. 01. 08. 3:22:55	2003. 01. 10. 15:49:55
119	9	62	2003. 01. 03. 16:48:04	2003. 01. 01. 8:48:04	2003. 01. 03. 16:48:04

2. sor	azontermékd	határidő	kezdet	vég	
1	2	52	2003. 01. 20. 10:17:06	2003. 01. 15. 12:57:43	2003. 01. 17. 1:17:43
2	2	86	2003. 01. 15. 23:23:30	2003. 01. 13. 7:54:43	2003. 01. 15. 17:12:43
3	6	48	2003. 01. 13. 5:14:20	2003. 01. 12. 2:36:20	2003. 01. 13. 5:14:20
4	7	90	2003. 01. 10. 19:06:51	2003. 01. 07. 18:16:51	2003. 01. 10. 19:06:51
5	7	72	2003. 01. 07. 2:08:50	2003. 01. 04. 14:48:50	2003. 01. 07. 2:08:50
6	6	52	2003. 01. 04. 0:27:39	2003. 01. 02. 19:57:39	2003. 01. 04. 0:27:39
7	3	84	2003. 01. 03. 7:12:45	2002. 12. 30. 5:39:39	2003. 01. 02. 19:57:39
8	4	82	2003. 12. 26. 23:53:12	2003. 12. 24. 23:33:12	2003. 12. 26. 23:53:12
9	5	96	2003. 12. 26. 11:37:42	2003. 12. 22. 13:18:12	2003. 12. 24. 23:33:12
10	7	96	2003. 12. 24. 7:50:26	2003. 12. 19. 7:58:12	2003. 12. 22. 13:18:12
11	1	62	2003. 12. 21. 14:18:12	2003. 12. 17. 11:00:12	2003. 12. 19. 7:58:12
12	4	80	2003. 12. 16. 13:16:10	2003. 12. 14. 14:02:10	2003. 12. 16. 13:16:10
13	5	154	2003. 12. 15. 10:26:27	2003. 12. 10. 18:55:10	2003. 12. 14. 14:02:10
14	8	86	2003. 12. 08. 16:06:31	2003. 12. 05. 18:55:31	2003. 12. 08. 16:06:31
15	5	98	2003. 12. 04. 9:15:11	2003. 12. 01. 21:52:11	2003. 12. 04. 9:15:11
16	5	52	2003. 11. 29. 16:59:54	2003. 11. 28. 7:40:54	2003. 11. 29. 16:59:54
17	6	80	2003. 11. 27. 0:07:39	2003. 11. 25. 6:33:39	2003. 11. 27. 0:07:39
18	8	84	2003. 11. 17. 15:40:51	2003. 11. 14. 19:57:51	2003. 11. 17. 15:40:51
19	6	84	2003. 11. 16. 0:19:28	2003. 11. 13. 0:31:51	2003. 11. 14. 19:57:51
20	7	80	2003. 11. 11. 22:03:08	2003. 11. 09. 4:43:08	2003. 11. 11. 22:03:08
21	6	74	2003. 11. 11. 3:47:55	2003. 11. 09. 13:01:55	2003. 11. 11. 3:47:55
22	2	90	2003. 11. 11. 3:07:39	2003. 11. 07. 1:15:55	2003. 11. 09. 13:01:55
23	2	46	2003. 11. 08. 22:57:53	2003. 11. 05. 19:52:55	2003. 11. 07. 4:30:55
24	4	52	2003. 11. 04. 4:34:03	2003. 11. 02. 20:44:03	2003. 11. 04. 4:34:03
25	7	76	2003. 11. 03. 13:56:34	2003. 10. 31. 6:24:03	2003. 11. 02. 20:44:03
26	4	88	2003. 10. 30. 10:11:27	2003. 10. 28. 6:33:27	2003. 10. 30. 10:11:27
27	6	104	2003. 10. 28. 19:21:44	2003. 10. 26. 1:47:27	2003. 10. 28. 6:33:27
28	8	42	2003. 10. 26. 2:18:04	2003. 10. 24. 13:23:04	2003. 10. 26. 2:18:04
29	9	204	2003. 10. 25. 3:07:15	2003. 10. 17. 20:22:04	2003. 10. 24. 13:23:04
30	2	64	2003. 10. 22. 1:14:55	2003. 10. 16. 0:38:04	2003. 10. 17. 20:22:04
31	1	86	2003. 10. 16. 5:28:03	2003. 10. 13. 13:16:04	2003. 10. 16. 0:38:04
32	4	68	2003. 10. 14. 23:56:47	2003. 10. 11. 20:38:04	2003. 10. 13. 13:16:04
33	5	44	2003. 10. 10. 3:18:54	2003. 10. 08. 22:31:54	2003. 10. 10. 3:18:54
34	2	86	2003. 10. 08. 22:16:02	2003. 10. 06. 12:58:02	2003. 10. 08. 22:16:02
35	4	60	2003. 10. 03. 19:16:52	2003. 10. 02. 7:02:52	2003. 10. 03. 19:16:52
36	6	174	2003. 10. 02. 7:28:35	2003. 09. 28. 17:36:52	2003. 10. 02. 7:02:52
37	9	86	2003. 09. 28. 20:47:07	2003. 09. 25. 17:05:52	2003. 09. 28. 17:36:52
38	5	46	2003. 09. 22. 0:06:12	2003. 09. 20. 18:11:12	2003. 09. 22. 0:06:12
39	6	214	2003. 09. 18. 0:56:23	2003. 09. 13. 16:50:23	2003. 09. 18. 0:56:23
40	4	142	2003. 09. 16. 10:36:22	2003. 09. 10. 7:30:23	2003. 09. 13. 16:50:23
41	7	58	2003. 09. 13. 0:59:26	2003. 09. 08. 6:40:23	2003. 09. 10. 7:30:23
42	2	94	2003. 09. 12. 17:44:48	2003. 09. 05. 16:26:23	2003. 09. 08. 6:40:23
43	4	80	2003. 09. 09. 22:44:05	2003. 09. 03. 17:12:23	2003. 09. 05. 16:26:23
44	7	72	2003. 09. 07. 7:21:43	2003. 09. 01. 5:52:23	2003. 09. 03. 17:12:23
45	4	62	2003. 09. 02. 11:14:13	2003. 08. 30. 16:32:23	2003. 09. 01. 5:52:23
46	5	60	2003. 09. 02. 5:56:03	2003. 08. 29. 2:41:23	2003. 08. 30. 16:32:23
47	5	90	2003. 09. 01. 1:04:05	2003. 08. 27. 1:44:23	2003. 08. 29. 8:35:23
48	6	50	2003. 08. 30. 8:28:35	2003. 08. 25. 22:10:23	2003. 08. 27. 1:44:23
49	7	82	2003. 08. 27. 7:21:43	2003. 08. 23. 3:20:23	2003. 08. 25. 22:10:23
50	2	42	2003. 08. 25. 13:18:45	2003. 08. 21. 21:10:23	2003. 08. 23. 3:20:23
51	9	98	2003. 08. 21. 23:32:48	2003. 08. 18. 11:39:23	2003. 08. 21. 21:10:23
52	2	52	2003. 08. 16. 22:33:39	2003. 08. 15. 10:13:39	2003. 08. 16. 22:33:39
53	6	58	2003. 08. 12. 22:18:58	2003. 08. 11. 15:00:58	2003. 08. 12. 22:18:58
54	2	90	2003. 08. 10. 17:17:48	2003. 08. 08. 5:31:48	2003. 08. 10. 17:17:48
55	5	80	2003. 08. 08. 13:50:51	2003. 08. 06. 4:20:48	2003. 08. 08. 5:31:48
56	4	84	2003. 08. 08. 9:58:52	2003. 08. 04. 2:54:48	2003. 08. 06. 4:20:48
57	5	136	2003. 08. 04. 20:11:22	2003. 07. 31. 17:59:48	2003. 08. 04. 2:54:48
58	6	174	2003. 08. 03. 1:08:51	2003. 07. 28. 4:33:48	2003. 07. 31. 17:59:48
59	4	80	2003. 08. 02. 21:10:02	2003. 07. 26. 5:19:48	2003. 07. 28. 4:33:48

60	4	66	2003. 07. 31. 10:43:19	2003. 07. 24. 17:02:48	2003. 07. 26. 8:34:48
61	5	44	2003. 07. 31. 9:29:47	2003. 07. 23. 12:15:48	2003. 07. 24. 17:02:48
62	6	140	2003. 07. 29. 18:12:37	2003. 07. 20. 14:41:48	2003. 07. 23. 12:15:48
63	6	188	2003. 07. 26. 19:28:41	2003. 07. 16. 18:43:48	2003. 07. 20. 14:41:48
64	7	144	2003. 07. 22. 15:33:41	2003. 07. 12. 1:23:48	2003. 07. 16. 18:43:48
65	10	62	2003. 07. 19. 16:13:46	2003. 07. 10. 8:04:48	2003. 07. 12. 1:23:48
66	5	72	2003. 07. 18. 10:41:19	2003. 07. 08. 11:25:48	2003. 07. 10. 8:04:48
67	9	90	2003. 07. 17. 8:49:56	2003. 07. 05. 7:54:48	2003. 07. 08. 11:25:48
68	5	66	2003. 07. 13. 17:48:51	2003. 07. 03. 14:39:48	2003. 07. 05. 7:54:48
69	9	96	2003. 07. 13. 15:42:00	2003. 06. 30. 6:38:48	2003. 07. 03. 14:39:48
70	7	92	2003. 07. 09. 10:18:00	2003. 06. 27. 4:18:48	2003. 06. 30. 6:38:48
71	1	82	2003. 07. 07. 4:30:05	2003. 06. 24. 19:20:48	2003. 06. 27. 4:18:48
72	6	184	2003. 07. 05. 22:58:24	2003. 06. 21. 1:14:48	2003. 06. 24. 19:20:48
73	7	78	2003. 07. 03. 10:35:38	2003. 06. 18. 9:24:48	2003. 06. 21. 1:14:48
74	7	84	2003. 06. 27. 21:08:00	2003. 06. 15. 18:24:48	2003. 06. 18. 14:44:48
75	10	48	2003. 06. 25. 5:40:24	2003. 06. 14. 9:15:48	2003. 06. 15. 18:24:48
76	6	56	2003. 06. 24. 16:08:11	2003. 06. 13. 2:53:48	2003. 06. 14. 9:15:48
77	5	184	2003. 06. 21. 15:26:20	2003. 06. 08. 14:46:48	2003. 06. 13. 2:53:48
78	6	50	2003. 06. 16. 7:57:48	2003. 06. 07. 11:12:48	2003. 06. 08. 14:46:48
79	10	94	2003. 06. 16. 1:42:54	2003. 06. 04. 23:13:48	2003. 06. 07. 11:12:48
80	8	146	2003. 06. 13. 19:56:51	2003. 05. 31. 6:02:48	2003. 06. 04. 23:13:48
81	6	82	2003. 06. 10. 14:15:05	2003. 05. 29. 11:32:48	2003. 05. 31. 6:02:48
82	1	132	2003. 03. 30. 15:21:43	2003. 05. 25. 20:34:48	2003. 05. 29. 11:32:48
83	6	98	2003. 06. 05. 7:07:32	2003. 05. 23. 18:36:48	2003. 05. 25. 20:34:48
84	10	44	2003. 06. 04. 20:52:37	2003. 05. 22. 11:47:48	2003. 05. 23. 18:36:48
85	4	58	2003. 05. 30. 13:03:49	2003. 05. 21. 0:39:48	2003. 05. 22. 11:47:48
86	6	290	2003. 05. 30. 1:38:35	2003. 05. 15. 5:05:48	2003. 05. 21. 0:39:48
87	7	92	2003. 05. 24. 1:31:20	2003. 05. 12. 2:45:48	2003. 05. 15. 5:05:48
88	7	78	2003. 05. 20. 12:44:54	2003. 05. 09. 17:15:48	2003. 05. 12. 9:05:48
89	4	50	2003. 05. 17. 23:17:19	2003. 05. 08. 10:31:48	2003. 05. 09. 17:15:48
90	6	56	2003. 05. 17. 11:58:49	2003. 05. 07. 4:09:48	2003. 05. 08. 10:31:48
91	5	74	2003. 05. 16. 22:58:13	2003. 05. 05. 6:22:48	2003. 05. 07. 4:09:48
92	5	58	2003. 05. 14. 17:27:57	2003. 05. 03. 17:39:48	2003. 05. 05. 6:22:48
93	10	90	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 01. 8:00:48	2003. 05. 03. 17:39:48
94	5	96	2003. 05. 11. 4:30:10	2003. 04. 28. 21:45:48	2003. 05. 01. 8:00:48
95	6	74	2003. 05. 09. 18:50:24	2003. 04. 27. 6:59:48	2003. 04. 28. 21:45:48
96	5	82	2003. 05. 08. 10:41:19	2003. 04. 25. 4:40:48	2003. 04. 27. 6:59:48
97	7	196	2003. 05. 07. 7:21:43	2003. 04. 18. 20:20:48	2003. 04. 25. 4:40:48
98	7	58	2003. 04. 28. 16:08:48	2003. 04. 16. 19:30:48	2003. 04. 18. 20:20:48
99	4	94	2003. 04. 28. 5:56:01	2003. 04. 14. 12:34:48	2003. 04. 16. 19:30:48
100	5	58	2003. 04. 28. 0:50:19	2003. 04. 12. 23:51:48	2003. 04. 14. 12:34:48
101	4	54	2003. 04. 22. 5:38:51	2003. 04. 11. 14:55:48	2003. 04. 12. 23:51:48
102	5	96	2003. 04. 21. 19:20:46	2003. 04. 09. 4:40:48	2003. 04. 11. 14:55:48
103	10	58	2003. 04. 19. 8:57:38	2003. 04. 07. 13:41:48	2003. 04. 09. 4:40:48
104	6	196	2003. 04. 19. 2:01:26	2003. 04. 03. 13:59:48	2003. 04. 07. 13:41:48
105	5	72	2003. 04. 16. 8:18:48	2003. 04. 01. 17:20:48	2003. 04. 03. 13:59:48
106	6	70	2003. 04. 14. 18:48:54	2003. 03. 31. 4:26:48	2003. 04. 01. 17:20:48
107	7	76	2003. 04. 12. 2:27:14	2003. 03. 28. 14:06:48	2003. 03. 31. 4:26:48
108	2	86	2003. 04. 06. 13:55:33	2003. 03. 26. 4:48:48	2003. 03. 28. 14:06:48
109	5	86	2003. 04. 05. 7:07:32	2003. 03. 24. 0:13:48	2003. 03. 26. 4:48:48
110	7	92	2003. 04. 04. 5:21:19	2003. 03. 20. 21:53:48	2003. 03. 24. 0:13:48
111	9	52	2003. 03. 29. 9:13:02	2003. 03. 18. 22:52:48	2003. 03. 20. 21:53:48
112	6	74	2003. 03. 29. 0:52:29	2003. 03. 17. 8:06:48	2003. 03. 18. 22:52:48
113	6	90	2003. 03. 27. 1:12:27	2003. 03. 15. 9:52:48	2003. 03. 17. 8:06:48
114	10	90	2003. 03. 25. 13:26:27	2003. 03. 13. 0:13:48	2003. 03. 15. 9:52:48
115	2	54	2003. 03. 25. 3:26:58	2003. 03. 11. 10:39:48	2003. 03. 13. 0:13:48
116	9	84	2003. 03. 24. 20:09:40	2003. 03. 08. 11:38:48	2003. 03. 11. 10:39:48
117	6	146	2003. 03. 14. 8:46:40	2003. 03. 05. 11:16:48	2003. 03. 08. 11:38:48
118	6	64	2003. 03. 11. 20:06:01	2003. 03. 04. 1:10:48	2003. 03. 05. 11:16:48
119	7	70	2003. 03. 10. 16:09:08	2003. 03. 01. 15:20:48	2003. 03. 04. 1:10:48
120	2	44	2003. 03. 02. 10:00:45	2003. 02. 28. 7:56:48	2003. 03. 01. 15:20:48
121	6	50	2003. 02. 27. 11:03:37	2003. 02. 26. 7:29:37	2003. 02. 27. 11:03:37
122	4	136	2003. 02. 24. 14:29:22	2003. 02. 23. 1:27:37	2003. 02. 26. 7:29:37
123	2	62	2003. 02. 23. 11:05:54	2003. 02. 21. 6:57:37	2003. 02. 23. 1:27:37
124	5	96	2003. 02. 18. 12:38:06	2003. 02. 16. 2:23:06	2003. 02. 18. 12:38:06
125	4	90	2003. 02. 17. 15:17:33	2003. 02. 13. 21:39:06	2003. 02. 16. 2:23:06
126	4	78	2003. 02. 13. 12:39:55	2003. 02. 11. 14:31:55	2003. 02. 13. 12:39:55

127	8	100	2003. 02. 09. 8:57:38	2003. 02. 08. 7:04:55	2003. 02. 11. 14:31:55
128	6	76	2003. 02. 08. 13:02:22	2003. 02. 06. 15:22:55	2003. 02. 08. 7:04:55
129	2	76	2003. 02. 07. 21:46:37	2003. 02. 04. 12:14:55	2003. 02. 06. 15:22:55
130	6	54	2003. 02. 03. 22:46:04	2003. 02. 02. 17:20:04	2003. 02. 03. 22:46:04
131	2	56	2003. 01. 31. 19:17:55	2003. 01. 30. 4:29:55	2003. 01. 31. 19:17:55
132	5	98	2003. 01. 28. 18:52:18	2003. 01. 26. 7:29:18	2003. 01. 28. 18:52:18
133	2	60	2003. 01. 26. 12:48:34	2003. 01. 24. 14:13:18	2003. 01. 26. 7:29:18
134	4	78	2003. 01. 24. 16:52:18	2003. 01. 22. 16:05:18	2003. 01. 24. 14:13:18
135	7	168	2003. 01. 22. 12:37:43	2003. 01. 17. 1:17:43	2003. 01. 22. 12:37:43

3. sor	azontermékb	határidő	kezdet	vég	
1	6	68	2003. 12. 31. 21:04:55	2003. 12. 30. 4:00:55	2003. 12. 31. 21:04:55
2	7	78	2003. 12. 30. 20:31:26	2003. 12. 26. 23:55:55	2003. 12. 30. 4:00:55
3	3	120	2003. 12. 29. 10:57:41	2003. 12. 21. 20:39:55	2003. 12. 26. 23:55:55
4	6	84	2003. 12. 24. 15:08:44	2003. 12. 19. 19:03:55	2003. 12. 21. 20:39:55
5	7	84	2003. 12. 21. 16:35:27	2003. 12. 16. 9:34:55	2003. 12. 19. 19:03:55
6	6	74	2003. 12. 15. 14:38:56	2003. 12. 13. 18:22:56	2003. 12. 15. 14:38:56
7	4	74	2003. 12. 14. 14:51:43	2003. 12. 11. 17:59:56	2003. 12. 13. 18:22:56
8	6	94	2003. 12. 13. 11:30:38	2003. 12. 09. 11:03:56	2003. 12. 11. 17:59:56
9	10	88	2003. 12. 08. 15:28:02	2003. 12. 05. 22:21:02	2003. 12. 08. 15:28:02
10	3	46	2003. 12. 05. 14:24:11	2003. 12. 03. 11:54:11	2003. 12. 05. 14:24:11
11	7	56	2003. 11. 29. 17:39:55	2003. 11. 27. 9:22:55	2003. 11. 29. 17:39:55
12	7	48	2003. 11. 27. 7:21:43	2003. 11. 25. 6:16:43	2003. 11. 27. 7:21:43
13	5	150	2003. 11. 23. 8:03:56	2003. 11. 19. 7:09:56	2003. 11. 23. 8:03:56
14	4	96	2003. 11. 18. 20:47:03	2003. 11. 16. 7:56:03	2003. 11. 18. 20:47:03
15	5	62	2003. 11. 16. 14:13:38	2003. 11. 14. 11:50:03	2003. 11. 16. 7:56:03
16	4	140	2003. 11. 12. 6:52:40	2003. 11. 08. 17:05:40	2003. 11. 12. 6:52:40
17	8	50	2003. 11. 09. 0:51:19	2003. 11. 07. 5:53:40	2003. 11. 08. 17:05:40
18	7	156	2003. 11. 07. 7:21:43	2003. 11. 01. 3:36:40	2003. 11. 07. 5:53:40
19	5	150	2003. 11. 01. 5:41:25	2003. 10. 28. 2:42:40	2003. 11. 01. 3:36:40
20	7	138	2003. 10. 26. 22:54:59	2003. 10. 21. 12:49:59	2003. 10. 26. 22:54:59
21	7	100	2003. 10. 24. 8:28:55	2003. 10. 17. 18:51:59	2003. 10. 21. 18:44:59
22	5	64	2003. 10. 21. 4:30:10	2003. 10. 15. 21:33:59	2003. 10. 17. 18:51:59
23	5	58	2003. 10. 16. 3:31:08	2003. 10. 14. 10:58:59	2003. 10. 16. 4:40:59
24	7	90	2003. 10. 12. 23:31:17	2003. 10. 09. 8:38:17	2003. 10. 12. 23:31:17
25	7	102	2003. 10. 08. 16:06:31	2003. 10. 04. 14:25:31	2003. 10. 08. 16:06:31
26	7	126	2003. 10. 06. 7:21:43	2003. 09. 29. 21:03:31	2003. 10. 04. 20:20:31
27	3	76	2003. 10. 01. 21:11:42	2003. 09. 26. 13:03:31	2003. 09. 29. 21:03:31
28	6	44	2003. 09. 25. 21:33:59	2003. 09. 24. 17:17:59	2003. 09. 25. 21:33:59
29	7	170	2003. 09. 18. 16:19:21	2003. 09. 12. 1:26:21	2003. 09. 18. 16:19:21
30	5	60	2003. 09. 15. 2:08:39	2003. 09. 10. 6:32:21	2003. 09. 12. 1:26:21
31	5	78	2003. 09. 13. 6:49:23	2003. 09. 08. 0:50:21	2003. 09. 10. 6:32:21
32	4	80	2003. 09. 09. 22:44:05	2003. 09. 05. 21:03:21	2003. 09. 08. 0:50:21
33	5	112	2003. 09. 06. 23:45:08	2003. 09. 02. 18:57:21	2003. 09. 05. 21:03:21
34	6	58	2003. 09. 03. 13:47:18	2003. 09. 01. 7:13:21	2003. 09. 02. 18:57:21
35	7	60	2003. 09. 02. 10:36:12	2003. 08. 29. 19:20:21	2003. 09. 01. 7:13:21
36	6	140	2003. 09. 01. 6:34:58	2003. 08. 26. 11:52:21	2003. 08. 29. 19:20:21
37	4	56	2003. 08. 28. 4:05:07	2003. 08. 24. 21:41:21	2003. 08. 26. 11:52:21
38	5	78	2003. 08. 26. 22:36:37	2003. 08. 22. 15:59:21	2003. 08. 24. 21:41:21
39	5	50	2003. 08. 21. 18:42:41	2003. 08. 20. 5:48:41	2003. 08. 21. 18:42:41
40	6	80	2003. 08. 21. 18:26:29	2003. 08. 18. 6:20:41	2003. 08. 20. 5:48:41
41	7	88	2003. 08. 15. 13:26:27	2003. 08. 12. 0:21:27	2003. 08. 15. 13:26:27
42	7	42	2003. 08. 13. 23:44:55	2003. 08. 10. 11:37:27	2003. 08. 12. 7:18:27
43	6	78	2003. 08. 10. 12:39:42	2003. 08. 08. 13:13:27	2003. 08. 10. 11:37:27
44	7	52	2003. 08. 09. 4:46:52	2003. 08. 06. 8:32:27	2003. 08. 08. 13:13:27
45	6	72	2003. 08. 06. 1:49:10	2003. 08. 04. 13:20:27	2003. 08. 06. 8:32:27
46	7	186	2003. 08. 03. 15:22:43	2003. 07. 27. 10:05:43	2003. 08. 03. 15:22:43
47	6	248	2003. 08. 01. 17:19:31	2003. 07. 21. 17:01:43	2003. 07. 27. 10:05:43
48	4	88	2003. 07. 27. 16:56:07	2003. 07. 19. 8:42:43	2003. 07. 21. 17:01:43
49	6	92	2003. 07. 24. 2:04:12	2003. 07. 17. 2:50:43	2003. 07. 19. 8:42:43
50	2	96	2003. 07. 21. 4:51:37	2003. 07. 13. 19:00:43	2003. 07. 17. 2:50:43
51	7	48	2003. 07. 14. 10:03:18	2003. 07. 11. 17:55:43	2003. 07. 13. 19:00:43
52	10	56	2003. 07. 13. 19:57:57	2003. 07. 09. 21:36:43	2003. 07. 11. 17:55:43
53	4	92	2003. 07. 13. 8:53:09	2003. 07. 07. 11:01:43	2003. 07. 09. 21:36:43
54	7	88	2003. 07. 10. 2:38:32	2003. 07. 03. 21:56:43	2003. 07. 07. 11:01:43
55	4	92	2003. 07. 09. 16:06:38	2003. 07. 01. 11:21:43	2003. 07. 03. 21:56:43
56	7	92	2003. 07. 09. 10:18:00	2003. 06. 27. 18:40:43	2003. 07. 01. 11:21:43

57	4	94	2003. 07. 06. 9:52:59	2003. 06. 25. 6:57:43	2003. 06. 27. 18:40:43
58	6	184	2003. 07. 05. 22:58:24	2003. 06. 21. 0:01:43	2003. 06. 25. 6:57:43
59	6	74	2003. 06. 30. 1:50:24	2003. 06. 19. 8:30:43	2003. 06. 21. 4:46:43
60	7	84	2003. 06. 29. 23:23:44	2003. 06. 15. 23:01:43	2003. 06. 19. 8:30:43
61	8	106	2003. 06. 25. 4:54:28	2003. 06. 13. 4:05:43	2003. 06. 15. 23:01:43
62	6	96	2003. 06. 20. 4:02:11	2003. 06. 10. 20:05:43	2003. 06. 13. 4:05:43
63	10	94	2003. 06. 18. 15:45:16	2003. 06. 07. 23:04:43	2003. 06. 10. 20:05:43
64	8	78	2003. 06. 15. 13:17:37	2003. 06. 05. 20:00:43	2003. 06. 07. 23:04:43
65	4	80	2003. 06. 14. 1:54:03	2003. 06. 03. 16:13:43	2003. 06. 05. 20:00:43
66	3	52	2003. 06. 12. 8:48:38	2003. 06. 01. 7:49:43	2003. 06. 03. 16:13:43
67	4	94	2003. 06. 12. 6:52:40	2003. 05. 29. 20:06:43	2003. 06. 01. 7:49:43
68	4	42	2003. 06. 07. 1:44:39	2003. 05. 28. 13:51:43	2003. 05. 29. 20:06:43
69	5	94	2003. 06. 07. 0:25:13	2003. 05. 25. 22:33:43	2003. 05. 28. 13:51:43
70	2	76	2003. 06. 02. 8:45:26	2003. 05. 23. 5:23:43	2003. 05. 25. 22:33:43
71	4	68	2003. 06. 01. 0:55:35	2003. 05. 21. 8:24:43	2003. 05. 23. 5:23:43
72	7	54	2003. 05. 28. 1:08:14	2003. 05. 19. 1:55:43	2003. 05. 21. 8:24:43
73	3	70	2003. 05. 26. 3:36:55	2003. 05. 15. 23:49:43	2003. 05. 19. 1:55:43
74	7	58	2003. 05. 22. 23:38:38	2003. 05. 13. 13:44:43	2003. 05. 15. 23:49:43
75	4	96	2003. 05. 22. 7:54:29	2003. 05. 11. 0:53:43	2003. 05. 13. 13:44:43
76	4	74	2003. 05. 18. 8:10:45	2003. 05. 09. 6:57:43	2003. 05. 11. 7:20:43
77	9	92	2003. 05. 17. 13:26:27	2003. 05. 05. 7:47:43	2003. 05. 09. 6:57:43
78	9	70	2003. 05. 13. 11:12:02	2003. 05. 02. 5:53:43	2003. 05. 05. 7:47:43
79	5	62	2003. 05. 13. 10:41:19	2003. 04. 30. 9:47:43	2003. 05. 02. 5:53:43
80	7	74	2003. 05. 10. 13:14:17	2003. 04. 27. 9:18:43	2003. 04. 30. 9:47:43
81	2	54	2003. 05. 08. 2:01:51	2003. 04. 25. 8:16:43	2003. 04. 27. 9:18:43
82	4	64	2003. 05. 07. 3:21:46	2003. 04. 23. 13:33:43	2003. 04. 25. 8:16:43
83	5	80	2003. 05. 04. 9:35:10	2003. 04. 21. 6:39:43	2003. 04. 23. 13:33:43
84	6	84	2003. 05. 02. 21:39:53	2003. 04. 19. 5:03:43	2003. 04. 21. 6:39:43
85	7	142	2003. 05. 01. 7:36:04	2003. 04. 13. 15:22:43	2003. 04. 19. 5:03:43
86	7	200	2003. 04. 23. 12:47:12	2003. 04. 06. 3:29:43	2003. 04. 13. 21:22:43
87	4	104	2003. 04. 18. 23:06:35	2003. 04. 03. 10:06:43	2003. 04. 06. 3:29:43
88	6	58	2003. 04. 15. 18:49:45	2003. 04. 01. 22:22:43	2003. 04. 03. 10:06:43
89	5	60	2003. 04. 14. 18:14:08	2003. 03. 31. 3:28:43	2003. 04. 01. 22:22:43
90	3	86	2003. 04. 11. 13:17:23	2003. 03. 27. 9:38:43	2003. 03. 31. 3:28:43
91	4	44	2003. 04. 06. 0:20:53	2003. 03. 26. 2:15:43	2003. 03. 27. 9:38:43
92	6	84	2003. 04. 04. 8:49:20	2003. 03. 24. 0:39:43	2003. 03. 26. 2:15:43
93	4	222	2003. 03. 29. 21:20:39	2003. 03. 18. 12:24:43	2003. 03. 24. 0:39:43
94	7	74	2003. 03. 28. 23:15:49	2003. 03. 15. 11:55:43	2003. 03. 18. 12:24:43
95	2	54	2003. 03. 25. 3:26:58	2003. 03. 13. 10:53:43	2003. 03. 15. 11:55:43
96	6	178	2003. 03. 24. 20:43:37	2003. 03. 09. 7:09:43	2003. 03. 13. 10:53:43
97	4	98	2003. 03. 20. 17:40:20	2003. 03. 06. 17:10:43	2003. 03. 09. 7:09:43
98	3	60	2003. 03. 13. 9:36:34	2003. 03. 04. 0:54:43	2003. 03. 06. 17:10:43
99	6	74	2003. 03. 08. 2:49:37	2003. 03. 02. 4:38:43	2003. 03. 04. 0:54:43
100	7	62	2003. 03. 03. 15:16:33	2003. 02. 27. 14:57:43	2003. 03. 02. 4:38:43
101	7	68	2003. 02. 25. 8:33:54	2003. 02. 24. 19:52:43	2003. 02. 27. 14:57:43
102	6	160	2003. 02. 21. 12:56:33	2003. 02. 17. 18:48:33	2003. 02. 21. 12:56:33
103	6	78	2003. 02. 18. 6:59:56	2003. 02. 15. 20:24:33	2003. 02. 17. 18:48:33
104	6	74	2003. 02. 15. 13:31:17	2003. 02. 14. 0:08:33	2003. 02. 15. 20:24:33
105	2	72	2003. 02. 11. 9:22:42	2003. 02. 08. 19:08:42	2003. 02. 11. 9:22:42
106	6	68	2003. 02. 09. 7:07:38	2003. 02. 07. 2:04:42	2003. 02. 08. 19:08:42
107	7	74	2003. 02. 07. 23:38:28	2003. 02. 04. 1:35:42	2003. 02. 07. 2:04:42
108	9	90	2003. 01. 31. 22:16:23	2003. 01. 28. 1:02:23	2003. 01. 31. 22:16:23
109	9	76	2003. 01. 26. 22:21:17	2003. 01. 24. 17:20:23	2003. 01. 28. 1:02:23
110	6	78	2003. 01. 23. 15:52:32	2003. 01. 21. 17:28:32	2003. 01. 23. 15:52:32
111	4	92	2003. 01. 22. 5:07:33	2003. 01. 19. 6:53:32	2003. 01. 21. 17:28:32
112	8	72	2003. 01. 21. 13:54:59	2003. 01. 17. 7:13:32	2003. 01. 19. 6:53:32
113	6	58	2003. 01. 16. 8:35:33	2003. 01. 14. 20:51:33	2003. 01. 16. 8:35:33
114	9	74	2003. 01. 14. 13:22:02	2003. 01. 11. 7:36:02	2003. 01. 14. 13:22:02
115	5	76	2003. 01. 10. 5:28:58	2003. 01. 08. 0:58:58	2003. 01. 10. 5:28:58
116	4	112	2003. 01. 09. 15:28:43	2003. 01. 05. 3:03:58	2003. 01. 08. 0:58:58
117	7	78	2003. 01. 03. 7:28:53	2002. 12. 31. 3:23:53	2003. 01. 03. 7:28:53

3. sz. melléklet

Állítás:

$$\operatorname{int}\left(\frac{b}{ac}\right) = \operatorname{int}\left(\frac{\operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right)}{a}\right) \text{ minden } a, b, c \in \mathbf{N}^+$$

Bizonyítás:

Vizsgáljuk meg az egyenlet baloldalát:

$$\frac{b}{ac} - 1 < \operatorname{int}\left(\frac{b}{ac}\right) \leq \frac{b}{ac}$$

A $\left(\frac{b}{ac} - 1; \frac{b}{ac}\right]$ intervallumban csak egy egész szám van.

Az állítás jobboldala:

$$\frac{b}{c} - \frac{c-1}{c} \leq \operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right) \leq \frac{b}{c}$$

$$\frac{b}{c} - 1 + \frac{1}{c} \leq \operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right) \leq \frac{b}{c}$$

$$\frac{b}{ac} - \frac{1}{a} + \frac{1}{ac} \leq \frac{\operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right)}{a} \leq \frac{b}{ac}$$

$$\frac{b}{ac} - \frac{1}{a} + \frac{1}{ac} - \frac{a-1}{a} \leq \operatorname{int}\left(\frac{\operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right)}{a}\right) \leq \frac{b}{ac}$$

$$\frac{b}{ac} + \frac{1}{ac} - 1 \leq \operatorname{int}\left(\frac{\operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right)}{a}\right) \leq \frac{b}{ac}$$

$$\frac{b}{ac} - 1 < \operatorname{int}\left(\frac{\operatorname{int}\left(\frac{b}{c}\right)}{a}\right) \leq \frac{b}{ac}$$

Mivel mind a baloldal, mind a jobboldal természetes szám, és ugyanabban az intervallumba található, valamint csak egy egész szám van ebben az intervallumban, ezért a két számnak meg kell egyeznie.