



**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Anyagmozgatási és Logisztikai Rendszerek Tanszék**

**Anyagmozgatási időszükséglet meghatározását
támogató eszköz fejlesztése**

TDK dolgozat

2015

Készítette: *Alapi József Ottó*
F8IYAC

Konzulens: *Lénárt Balázs*

Tartalomjegyzék

1.	Előtervezés során alkalmazott időtáblázatos módszerek.....	5
1.1.	A tervezési fázis lehatárolása.....	5
1.2.	Előtervezés szintű időszükséglet meghatározás.....	6
2.	A táblázatos időszükséglet-tervezési módszerek standardizálása.....	12
2.1.	A jelölésrendszerek egységesítése.....	13
2.2.	Műveletsorok definiálása.....	16
3.	Anyagmozgatási időszükséglet-tervezés informatikai megvalósítása.....	23
3.1.	Műveletblokkok paraméterezése.....	23
3.2.	Több gép alkotta mozgásciklus definiálása.....	25
3.3.	Gépek közti folyamatátadási pontok definiálása.....	29
3.4.	Alkalmazott főbb programozási módszerek.....	37
4.	Példák a program futási eredményeire.....	46
	Összefoglalás.....	52
	Ábra- és táblázatjegyzék.....	54
	Felhasznált irodalom.....	56
	Melléklet.....	57

Bevezetés

Egy meglévő anyagmozgatási rendszer átalakítása vagy egy újnak a megtervezése – egészen az adatfelvételtől a kiviteli tervek elkészítéséig – egy többlépcsős folyamat, mely jellemzően tervezési fázisonként – annak céljától függően – eltérő módszereket igényel.

Elmondható, hogy míg manapság a részletes tervezés általában drága (sokszor azonban rugalmatlan) célszoftverekkel, szimulációs technikák alkalmazásával valósul meg, addig az előtervezés során alkalmazott és alkalmazható módszerek ennél jóval egyszerűbb eszköztárral operálnak. Bár előterv szinten nem törekszünk a rendszer lehető legtöbb sajátosságának figyelembe vételére, így praktikusán az alkalmazott eljárások sem szükségszerűen bonyolultak, probléma, hogy ezek

- vagy nem kellően pontosak az eljárás sajátosságaiból adódóan
- vagy nehézkesen, körülményesen alkalmazhatók
- vagy az adott módszer használhatósága annak tartalmának, felhasználásának a frissítésének hiányából adódóan korlátozott.

Ez utóbbi problémával terheltek a szakaszos működésű anyagmozgató rendszerek esetében a többnyire előtervezés szintjén alkalmazott időtáblázatos eljárási módszerek is.

Ezek ugyanis tapasztalataim szerint bár

- egyszerűen alkalmazhatóak, és
- a módszer elvéből adódóan a gyakorlatban előforduló minden folyamat kezelésére elviekben alkalmasak,

mégis csak korlátozottan kerülnek felhasználásra, mint tervezési metódusok. Ennek a 3 legfőbb oka, hogy:

- egyrészt maguk az időállandós táblázatok idejét múlt értékeket tartalmaznak, hiszen azok egy majd fél évszázada használt technológiai színvonal ”mérési lenyomatai”,

- másrészt a táblázatok csak a korábban használatban levő szakaszos anyagmozgató gépekre vonatkozóan adnak információt, az azóta elterjedtekre nem,
- harmadrészt jóllehet a táblázatok használata egyszerű, alkalmazásuk a mai szoftveres technológiai szint mellett idejétmúlt és lassú is, összehasonlítva egy szoftvertámogatott megoldási lehetőséggel.

Mіндеzen – az időálló táblázatok használatával kapcsolatban megfogalmazott – hátrányok mellett adódik az az igény is, hogy a szakaszos működésű anyagmozgató gépek alkotta folyamatok tervezésekor egy vizualizációs megoldás támogassa a felhasználót a döntések meghozatalakor.

A témában már korábban is megfogalmazódott egy módszerfrissítési szándék, mely elsősorban a táblázatok értékeinek felülvizsgálatát tűzte ki célul, ugyanakkor ismereteim szerint a frissítés nem érintette:

- a módszer generálisabb használatát lehetővé tevő standardizálás kérdéseit (későbbi bővítések lehetősége; elmozdulás az időálló táblázatok módszerétől a műszaki adatokat és gépparamétereket alkalmazó táblák irányába),
- valamint a valós folyamatokat jellemző, gépek között megvalósuló átadási-átvételi pontok definiálását.

Dolgozatom célja ezen, az előbbieken megfogalmazott pontok megvalósításán túl, hogy egy olyan szoftveres megoldást nyújtson, mely a kor igényeinek megfelelő szintű, egyszerűen használható szakaszos működésű anyagmozgató gép időszükséglet meghatározását és ezáltal a kapcsolódó folyamatok előterv szintű megtervezését teszi lehetővé.

1. Előtervezés során alkalmazott időtáblázatos módszerek

1.1. A tervezési fázis lehatárolása

A logisztikai hálózat(ok) rendszerét a működési és közvetlenül kiszolgált környezete alapján két részre szokás felosztani: extralogisztikai és intralogisztikai hálózatra. Az extralogisztikai hálózat a vállalatok, gyáregységek közötti; az intralogisztikai hálózat pedig az üzemeken belül megvalósuló anyagáramlási folyamatokat – és a hozzájuk tartozó rendszer működtetését – foglalja magába. Közös bennük – és egyben jellemző a teljes logisztikai hálózatra nézve is –, hogy működésének jósági fokát a benne alkalmazott gépek, berendezések, technológiák határozzák meg. Mindez természetesen magába foglalja az eszközök számát, típusát, a közöttük megvalósuló folyamatokat, a gépek szekvenciáját, és a fizikai folyamat irányítási rendszerét is.

Ebből adódóan jól működő logisztikai rendszer csak akkor alakítható ki, ha az említett tényezőkre vonatkozóan vannak minél jobb és pontosabb ismereteink.

Mindez – legyen szó akár meglévő rendszer fejlesztéséről, átalakításáról, hatékonyságának növeléséről, akár újonnan kialakítandó rendszerről – fejlett tervezési eljárásokat igényel.

A tervezés a (meglévő vagy új) logisztikai rendszer lehatárolásával veszi kezdetét. Ezt követi a fejlesztési igények megismerésével és helyzetértékeléssel egybekötött célkitűzési és követelmények meghatározásának szakasza. A következő fázis az előtervek kidolgozása és a részletes tervezésre javasolt rendszerváltozatok kiválasztása, majd a részletes tervek kidolgozása. [1]

A következőkben ismertetett tervezési módszerek és a dolgozat alapjaként is szolgáló adattáblázatos módszer jellemzően az előtervezési fázisban használatos. Ez – bár a pontosságot igyekszünk mindenkor szem előtt tartani – hallgatólagosan determinálja azt, hogy ezen módszer(ek) vagy tervezetten felülbecsülnek vagy eredményük csupán előterv szinten, egyéb megfontolások nélkül tekinthetők elfogadhatónak.

Ez azonban nem kell, hogy rontsa a használt módszerek megítélését, hiszen nem is az a céljuk, hogy bármilyen szempontból is "végeredményt" szolgáltatassanak.

Az előtervezési fázis feladata, hogy viszonylag egyszerűen és gyorsan, kellő megbízhatóságú tervek álljanak a tervező rendelkezésére, melyek segítenek egyéb szempontok és feltételek figyelembevételével a megvalósításra alkalmas tervváltozatok kiválasztásában. A kiválasztott változat(ok) minél több szempont mentén történő és a valóságos rendszerhez minél jobban közelítő megtervezése a részletes tervezés fázisának feladata. A tervezési folyamat egyszerűsített folyamatát az 1. melléklet mutatja be [1].

Az előtervezés és részletes tervezés fázisát így tehát jellemzően a használt módszerek különböztetik meg. Általánosságban elmondható, hogy előterv szinten (relatív) kis paraméterszámmal, főként analitikus, azon belül is determinisztikus modellekkel dolgozunk, míg a részletes tervezés szintjén (viszonylag) nagy paraméterszámú sokszorosított módszereket veszünk igénybe.

A technológia fejlődésével rendelkezésre állnak olyan célszoftverek, mellyel az adott környezetbe implementálandó folyamatok egy adott megbízhatósági szint mellett szimulálhatók, segítve ezzel az esetlegesen előforduló problémák (pl.: túlterhelés, kihasználatlanság) figyelembe vételét, későbbi kezelését.

1.2. Előtervezés szintű időszükséglet meghatározás

Folyamatok időszükségletének tervezésekor előtervezés szintjén alkalmazott technikák:

- becslő eljárás,
- összehasonlítás,
- időmérés és elemzés,
- gépkatalógusokkal történő tervezés,
- adattáblák használata.

Mivel dolgozom a táblázatos módszerek, azok közül is az ún. AIM táblázatok logikájára épít, a továbbiakban ezt fogom ismertetni.

Az időtáblázatokon alapuló módszerek függetlenül attól, hogy milyen mélységig vizsgálják az adott folyamatokat, nagyszámú mérési eredmények statisztikai elemzésével meghatározott időnormákat tartalmaznak.

Egy folyamat egymástól többé-kevésbé jól elkülöníthető részei a: részfolyamat, művelet, műveletelem, mozdulat. [2]

A legelterjedtebb és egyben a legtöbb időtáblázatos módszer alapja az MTM (Methods Time Measurement) eljárás. 1948-ban került publikálásra [2]. Célja, hogy az adott folyamatot a mozdulat szintjén keresztül standardizálja. Az MTM módszer: kézmozdulatokat, láb-, fej- és törzsmozdulatokat, valamint szemmozdulatokat különböztet meg.

A mozdulattanulmányozási eljárások célja általánosságban a következőképpen fogalmazható meg: felismerni és kiszűrni az emberi munkavégzés során a fárasztó, hosszú, rossz, felesleges mozdulatokat, majd összeállítani egy „kényelmes” és standard mozdulatsort, aminek eredményeképpen a dolgozók kevésbé fáradnak el. Ezáltal megteremthető a normaidőcsökkentésének lehetősége. [2]

Az MTM-re épül ugyan, de nem mozdulat-, hanem műveletszintű tervezést tesz lehetővé az SMB (les Standards de Manutention de Base) a Francia Anyagmozgató Intézet (IFTIM) által kidolgozott időtáblázatos eljárás. Ezen táblázatok szemben az MTM módszerrel, nem szerelési, gyártási, hanem anyagmozgatási folyamatok tervezésére, időszükségletének megállapítására használhatók.

Az SMB módszer 14 műveletcsoportot határoz meg az alkalmazott anyagmozgató berendezésektől és terhelésüktől függően.

Erre épül (így a következőkben kerül részletesebb ismertetésre) az 1960-as években magyar szakemberek által létrehozott AIM (Anyagmozgatási Időszükséglet Meghatározás) módszertana.

Az AIM táblázatok az anyagmozgatási tevékenységek gyakran ismétlődő műveletelemeinek nagyszámú, tényleges időmérés alapján megállapított időigényeit tartalmazzák. A táblák használata a 1. ábra által vázolt folyamat szerint történik [3].

Összességében megkülönböztetünk az időállandókat (2. melléklet és 3. melléklet) és a korrekciós tényezőket (4. melléklet) tartalmazó táblákat.

Ezekből látható, hogy a folyamatvizsgálati szintek közül, a legmélyebb a műveletelem szintje az, ameddig lemennek a vizsgálatban az AIM táblák.

Az időállandókat tartalmazó táblák felhasználásával az adott folyamat műveletelemeinek időszüksége kiszámolható, melyek összegzésével megkapjuk a folyamat (részfolyamat) alapidejét (t_a).

Ezt azonban 2 megfontolás miatt is módosítani szükséges:

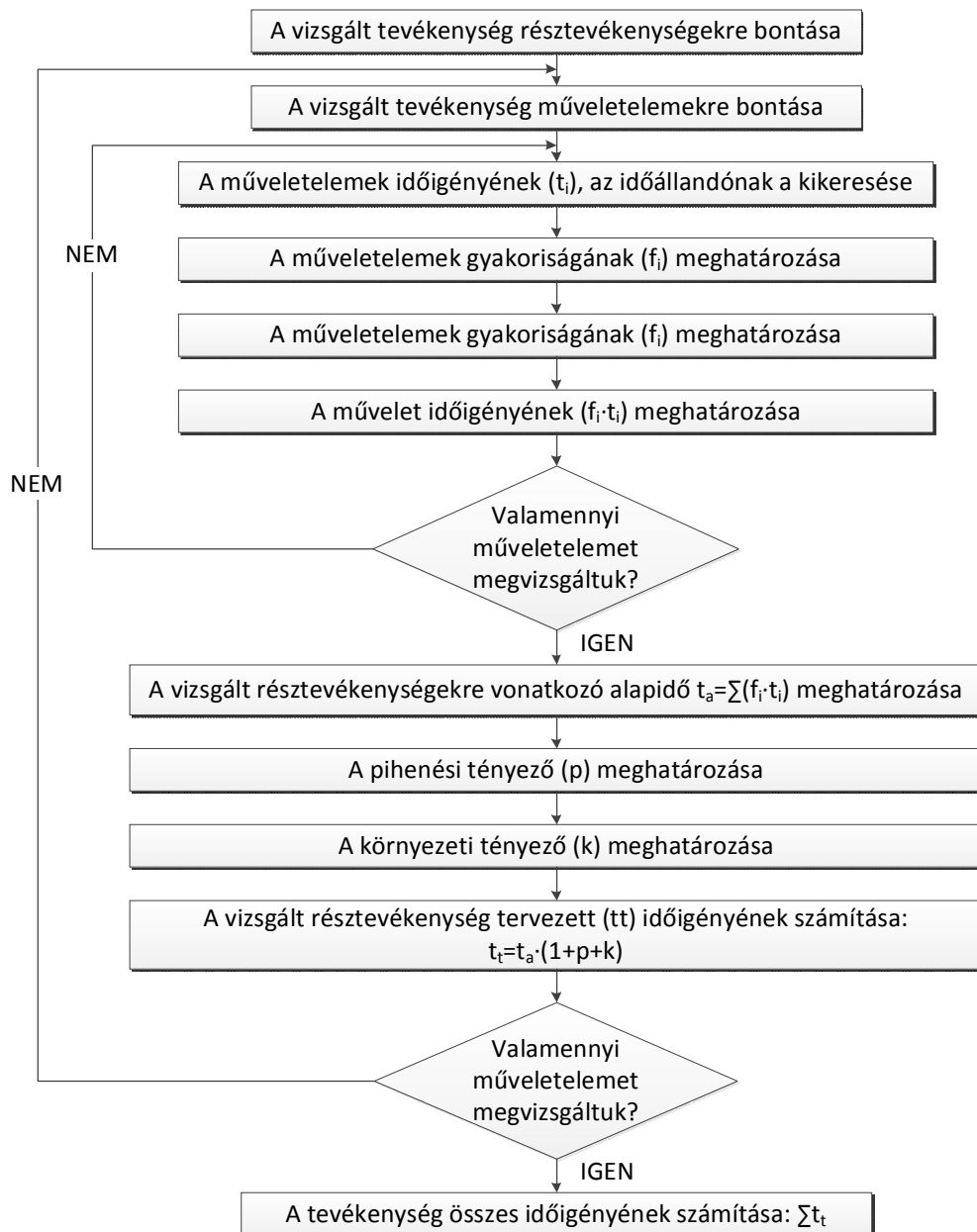
- Egyrészt bár a teher tömegének az anyagmozgatásra, így annak időszükségletére kifejtett hatását az időnorma táblák tartalmazzák (nagyobb teherhez nagyobb időnormák tartoznak), annak hosszútávú, a fizikai és az ezzel járó szellemi munkavégzésre gyakorolt hatását nem foglalják magukba. Emiatt kell egy pihenési tényezővel (p) számolnunk.
- Mindemellett figyelembe kell vennünk a munkakörülményeket is (k), hiszen ezek is kihatással lehetnek a munkavégzés hatékonyságára. Környezeti tényezőként a következő faktorokat veszi a korrekciós táblázat számba:
 - közlekedő utak szélessége (keskeny úton nehezebb az iránytartás),
 - közlekedő utak lejtése (emelkedőn és lejtőn, adott hosszúságú szakaszon más a futási idő),
 - megvilágítás erőssége (gyenge megvilágítás rontja a hatékonyságot).

Vagyis az alapidő az a veszteségmentes időigény, melyre az átlagosan gyakorlott, kipihent dolgozónak ideális munkakörülmények között (megfelelő szélességű, megfelelően megvilágított, sík közlekedőúton / területen) szüksége van az adott tevékenység végrehajtásához. [4]

Az említett pihenési és környezeti tényezők értékeinek meghatározásával ez az alapidő a következők szerint módosul:

$$t_t = t_a \cdot (1 + p + k) \quad 1.1.$$

amivel megkapjuk a tervezhető időszükségletet (t_t).



1. ábra Az AIM táblázatok használatának főbb lépései [3]

A tervezhető idő tehát az a megnövelt időigény, amely az anyagmozgatási feladat konkrét jellemzőitől függően pótlékoló tényezők figyelembevételével kerül megállapításra, így a tényleges anyagmozgatási feladatot a legjobban jellemzi.

Az AIM táblázatok a bennük vizsgált anyagmozgatási tevékenységeket a következő felosztás szerint csoportosítják:

- helyváltoztatás (rakománnyal, rakomány nélkül)
- rakodás (rakomány felvétel, rakomány lehelyezés)

- kiegészítő tevékenységek (indítás, megállás, irányváltás, szintváltás, pótkocsi le- és felkapcsolás).

Láthatjuk (1. táblázat), hogy táblázatos módszerről lévén szó, az AIM fő előnyei, hogy:

- nem igényel bonyolult számolást, drága célszoftvert,
- egyszerűen alkalmazható és általában gyors tervezést tesz lehetővé,

ugyanakkor számos tényező (többek között a tapasztalat is) arra világít rá, hogy változatlan állapotban manapság már csak korlátozott mértékben alkalmazható.

A főbb érvek, melyek módszerfrissítést sürgetnek:

- Az AIM táblákban szereplő gépek – és elsősorban a hajtáslánc technológia – olyan fejlődésen ment keresztül az elmúlt évtizedekben, melyek megkérdőjelezzik a táblázatok értékeinek pontosságát.
- Sok akkoriban nem létező, manapság azonban kardinális szereppel bíró szakaszos anyagmozgató gép jelent meg a piacon (kommissiózó targoncák, tolóoszlopos targoncák), melyeket nem tartalmaz a táblázat, így azokkal azt kiegészíteni szükséges.
- Szoftveres támogatáshoz szükséges standardizáltság hiánya.

1. táblázat Az AIM módszer előnyei, hátrányai

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> – egyszerűen alkalmazható; – műveletelemenkénti időszükséglet gyorsan meghatározható; – kellő mértékben paraméterezett (pl.: üres futás / rakott menet, szintmagasságok, rakománytömegek csoportosítása stb.); – nem vagy csak nehezen képletezhető műveleteket is figyelembe vesz (pl.: pótkocsi le- illetve felkapcsolása); – az AIM által vizsgált szállítási eszközök köre az adott séma alapján egyszerűen bővíthető; 	<ul style="list-style-type: none"> – az alkalmazott időállandók tekintetében idejétmúlt; – a vizsgált szállítási eszközök körét tekintve a mai kor szemüvegén keresztül nézve hiányos; – a figyelembe vett paraméterek értékkészlete idejétmúlt (pl.: emelési magasság); – nem standardizált megfelelően (jelölésrendszere és az adott anyagmozgató által végzett művelet között nem áll fenn minden esetben egy-egyértelmű kapcsolat); – sok művelet elem és részfolyamat esetén relatíve hosszú időt igényel a teljes folyamat ciklusidejének kiszámítása;

A dolgozatom további részében elsősorban a felhasználói szempontból lényeges szoftveres támogatás kiépítését tűztem ki célul, mely nem pusztán a gyakorlati felhasználást teszi egyszerűbbé, és nagyságrenddel gyorsabbá, de lehetőséget biztosít a későbbiekben arra, hogy akár a frissített adattáblák segítségével, akár hosszabb távon egy nem mérésen, hanem –ahol lehet – gépkatalógus adatokra támaszkodva a lehető legpontosabb determinisztikus munkafolyamatciklus-idő, és ezáltal gépszám meghatározást tegyen lehetővé.

Mindemellett célom – a tervezést segítő –hogya azt vizuális formában (pl.: a folyamathoz automatikusan elkészülő Gantt-diagram) is támogassam.

2. A táblázatos időszükséglet-tervezési módszerek standardizálása

Dolgozatom célja tehát, hogy egy az **előtervezés fázisában** gyakran használt, ugyanakkor alkalmazott paramétereinél fogva kissé idejétmúlt, ezáltal pontatlanságot (túltervezést) eredményező AIM (Anyagmozgatás Időszükségletének Meghatározása) módszert az alapokat megtartva újragondolja, és egy ráépülő szoftveres támogatással felhasználásában is modernizálja azt.

Az AIM módszer frissítése kapcsán kettő, egymástól függetleníthető út határozható meg:

- 1) A táblázat adatainak újragondolása.
- 2) A táblázat és módszer felhasználásának modernizálása.

Másképp megfogalmazva külön kezelhető a bemeneti oldal frissítése és a kimeneti (felhasználói) oldal egyszerűbbé tétele.

Dolgozatomban az utóbbi utat választottam. Ennek fő oka, hogy bár a módszer felülbecsüli a műveletkehez szükséges időket, ezáltal az ebből meghatározható szükséges gépszámot, a módszer frissítésének első lépéseként a szoftveres támogatás megteremtését találtam célravezetőnek. Mindemellett a hosszútávú cél egy az anyagmozgatási időszükséglet meghatározása illetve tervezése szempontjából generális program kifejlesztése, mely nem egyszerűen elszakad az AIM táblák kissé idejétmúlt értékeitől, de a betáplált tetszőleges gép katalógusadatait felhasználva legyen képes támogatást nyújtani a tervezés során. A továbbiakban tehát maguk az AIM táblák lesznek a kiindulópontok (pl. jelöléseket, gépek típusát tekintve), de fogok élni olyan megfontolásokkal, melyek az attól való elszakadás irányába mutat. Ilyen például, hogy az általam készített program nem vesz figyelembe korrekciós tényezőket, erre ugyanis meglátásom szerint a mai technológia és (pl. megvilágításra vonatkozó) előírások mellett előtervezési fázisban nincs szükség. (Ugyanakkor előljáróban jegyzem meg, hogy az általánosság elvét, a későbbi bővíthetőség lehetőségét a programozás fázisában is törekedtem figyelembe venni.)

2.1. A jelölésrendszerek egységesítése

A táblázatos időszükséglet-tervezés során (pl.: AIM) a következőket szokás feltüntetni a nyomonkövethetőség és dokumentáltság végett:

- művelelem sorszáma,
- megnevezése,
- jele,
- időszükséglete,
- gyakorisága,
- adott művelelem összes időszükséglete.

Az általánosságban alkalmazott jelöléstechnikára a 2. táblázathoz példát.

2. táblázat Az AIM módszer során általánosságban alkalmazott jelölésrendszer [4]

Sorszám	Művelelem megnevezése	Művelelem jele	t_i [10 ⁻² min/művdb]	f_i [művdb]	$f_i \cdot t_i$ [10 ⁻² min]
...
i.	Helyváltoztatás rakottan	HV-25-R	22,5	12	270
...

Ezen jelölés tan gyenge pontjaként és egyúttal felesleges redundanciájaként említhető, hogy a művelelem jele épp azt hivatott mutatni, hogy milyen művelet kerül elvégzésre, vagyis mi a művelelem megnevezése, ugyanakkor egyikből sem derül ki, hogy azt milyen anyagmozgató géppel (vagy anélkül) végzik. Ez vagy külön fejlécben vagy külön oszlopban feltüntethető, de egy jelölésrendszernek éppen az a lényege, hogy egyértelmű beazonosítást tesz lehetővé, és mindezt kellően tömör, esetünkben a felhasználó egyén számára is könnyen dekódolható formában teszi.

Emellett a meglévő AIM táblákban a kisemelésű kézi emelőtargoncához csak rakodási műveletek (rakományfelvétel, rakományelhelyezés) vannak rendelve, és a vele végzett szállítási műveletek figyelembevételkor egy másik szállítási eszköz kategória (anyagmozgatás kézi szállítóeszkővel) adatait kell figyelembe venni. És bár a kisemelésű kézi emelőtargonca helyváltoztatás során kézi szállítóeszkőként funkcionál, a szoftvernek a kettő esetet teljesen külön célszerű kezelni (lásd később), mint ahogy a rakodásra is képes és csak szállításra képes eszközöket, gépeket általában.

Éppen ezért szükségesnek érzem az alkalmazott jelöléstani kiegészítését, módosítását – amennyire lehet annak logikáját megtartva.

Ezáltal a jelölésben szereplő műveletelem típusa, tömegkategória, szintkategória és távolsággal együtt, bevezetésre kerül a mozgatás során igénybevetett szállítási eszköz és a mozgatás lehetséges megvalósításának módja.

Ezek figyelembevételével a következő jelöléselemek fordulhatnak elő:

Műveletelem típusa:

- helyváltoztatás (H),
- rakományfelvétel (F),
- rakományelhelyezés (L),
- indítás és megállás (IM),
- irányváltás (IV),
- szintváltás (SZV),
- pótkocsi fel- vagy lekapcsolás (PK).

Szállítási eszköz:

- segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás()¹,
- kézi szállítóeszköz (KK),
- kisemelésű kézi emelőtargonca(KK),
- kisemelésű gépi emelőtargonca (KT),
- villamos gépi emelőtargonca (V),
- belsőégésű motoros gépi emelőtargonca (B),
- villamos szállító vagy vontatótargonca (VT).

Szintkategória:

- {1; 2; 3; 4} a szállítási eszköztől és műveletelemtől függő értékekkel.

Távolság:

- adott távolság [m]-ben megadva.

¹ A továbbiakban a „szállítási eszköz” kifejezés magában foglalja a segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatást is, mely nincs külön jelölése, utalva ezzel az eszközhiányra.

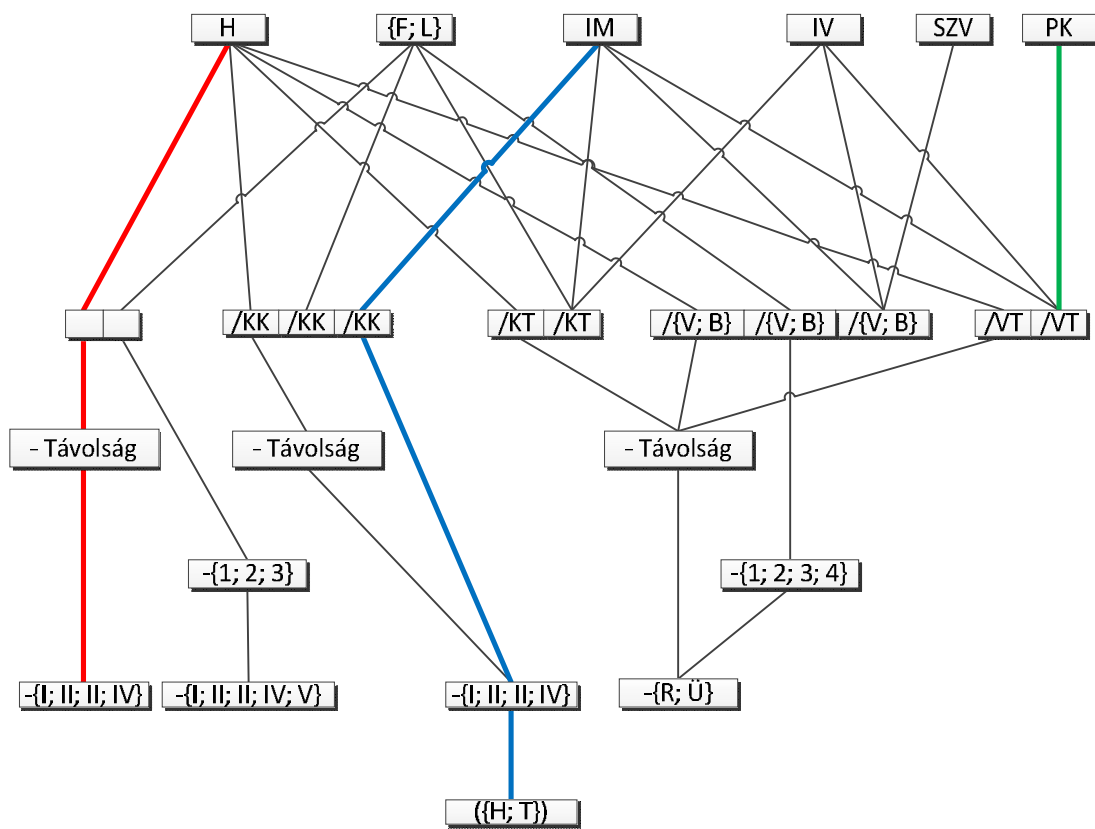
Tömegkategória:

- {I; II; III; IV; V; R², Ü³} a szállítási eszköztől és műveletelemtől függő értékekkel.

Mozgatási mód:

- húzás (H),
- tolás (T).

A kiegészített elemek felhasználásával a műveletem jele a 2. ábra szerint áll elő.



2. ábra A lehetséges műveletelemek előállítás

Három esetet példaként hozva (2. ábra színessel jelölve):

H-100-II

IM/KK-I(H)

PK/VT

A műveletelemek elnevezési módjának egységessé tételekiküszöböli a fentebb említett hiányosságokat, továbbákonzekvensen bővíthetővé teszi az AIM alaptábláit (a szoftver adatbázisát), ami a táblázat adatainak újragondolása esetén felmerül.

² R: Rakott

³ Ü: Üres

2.2. Műveletsorok definiálása

Az előzőekben standardizált műveletelem megnevezések után szükséges megvizsgálni, hogy milyen feladatok valósulhatnak meg egyáltalán az egyes gépek esetében. Mivel ezek száma – egy újabb feladat feladatkörbe, mint teljes mozgásciklusba vonása miatt – praktikusán végtelen, meg kell vizsgálni, hogy ha van, akkor mi az a legkisebb műveletblokk (rendezett művelethalmaz), mely ismétlődik, így segítségével tetszőleges mozgásciklusok leírhatóak.

Azt láttuk, hogy az AIM táblázat logikájából adódóan összesen 7 típusú műveletelem kombinációjából áll elő az összes mozgásciklus, de ezek közül nem mindegyik fordulhat elő mindegyik szállítóeszköz esetében, és vannak nem szükségszerű műveletek is (pl.: pótkocsi fel- vagy lekapcsolás). Ezen túlmenően a lehetséges eseteket diverzifikálja, hogy:

- adott állomáson történhet felvétel, lerakás vagy mindkettő,
- adott állomások között beszélhetünk üresjáratról vagy rakott menetről, és
- az állomások felkereséséi gyakorisága egy mozgásciklusban egynél több is lehet.

A mozgásciklusok tanulmányozásával arra jutottam, hogy azok felírásakor pusztán a műveletelemek egymásutániségára érdemes szorítkozni, és minden más, egyébként parametrizálható tényezőt a program megírása során döntési változók szintjén kezelni.

Mindemellett egyszerűbbé és ezáltal átláthatóbbá tehető a lehetséges mozgásciklusok vizsgálata, ha elkülönítjük az árumozgatásra vonatkozó (helyváltogatás, rakományfelvétel, rakományelhelyezés), és azegyéb, szükséges műveleteket (indítás és megállás, irányváltás, szintváltás, pótkocsi fel- vagy lekapcsolás).

Mint, ahogy azt már említettem érdemes a szállítási eszközöket a megvalósítható mozgásforma szerint ketté osztani rakományfelvételre / rakományelhelyezésre is alkalmas szállítási módokra, eszközökre, illetve kizárólag szállítást megvalósítani képes gépekre. Ez alapján, ha rögzítjük, hogy az arra képes szállítási eszköz mindig rakományfelvétellel kezdi a mozgásciklust, az arra képtelen pedig egy szükséges műveletcsoportba eső művelettel: indítás és megállással, akkor a lehetséges mozgásciklusokat konzekvens módon van lehetőségünk felírni. Tehetjük ezt azért is, mert a mozgásciklusok vizsgálatával megállapítható, hogy adott szállítási eszközt tekintve a felkeresett állomások az ott elvégzett feladatok alapján rakományfelvevő és

rakományleadóként funkcionálnak, attól függetlenül, hogy ott csak az egyik műveletet végzik vagy mindkettőt. Másképp megfogalmazva a felvétel, lerakás funkciót függetleníjük az állomástól és azt a géphez rendeljük hozzá, így a szállítási eszköz szempontjából minden esetben felrakás–lerakás–felrakás–lerakás–... feladatsorról (és a köztük levő szállításról) beszélünk. Bár a tett megállapítások helytállóak ekkor is, megfontolandó eset azonban, ha az adott állomáson először történik egy rakományelhelyezés, majd ugyanezen állomáson következő feladatként egy rakományfelvétel és innen történő elszállítás. Ekkor ugyanis a lerakás és felvétel között sokszor nem feltételezhető, és a valóságban sincs feltétlenül túl nagy üresjárási távolság (<5 m). Felmerül a kérdés, hogy ha számolunk ezzel a mozgásciklus szakasszal és így a hozzátartozó szükséges műveletekkel is, nem visünk-e be túl nagy hibát a mozgásciklus összes időszükségletének kiszámításakor. Ezen mozgásciklus elemek "virtuális mozgásként" kezelhetők lennének, vagyis ténylegesen megvalósulnak és a mozgásciklus leírásában szerepelnének, de esetükben nem számolnánk fel plusz időigényt.

E megközelítés mellett szól, hogy egyrészt a "virtuális műveletek" időigénye a teljes mozgásciklus összes idejéhez képest többnyire elhanyagolható, másrészt tudjuk, hogy az AIM táblázat adatai (köszönhetően például a megalkotása óta végbement technológiai fejlődésnek) felülbecsülnek. Viszont, mivel hosszú távon a teljes AIM módszer, így annak adattábláinak is a modernizálása a cél (vagyis az adatok felülvizsgálatával megszűnik a felülbecslés okozta "probléma"), és tudva, hogy az adattáblák statisztikai szempontból is kellően sok mérésből, és sok helyzet vizsgálatából származnak, bizonyosak lehetünk benne, hogy az átlagos értékek mind kis távolságon mind nagy távolságon végzett szállítási műveletek figyelembevételével kerültek meghatározásra. Emellett a "virtuális műveletek" időszükségletének elhanyagolhatósága sem mindig állja meg a helyét.

Mindezeket fontolóra véve arra jutottam, hogy nem érdemes külön "virtuális műveletek" státuszt bevezetni, a kis távolságokhoz tartozó műveletsorok időigényével ugyanúgy kell számolni.

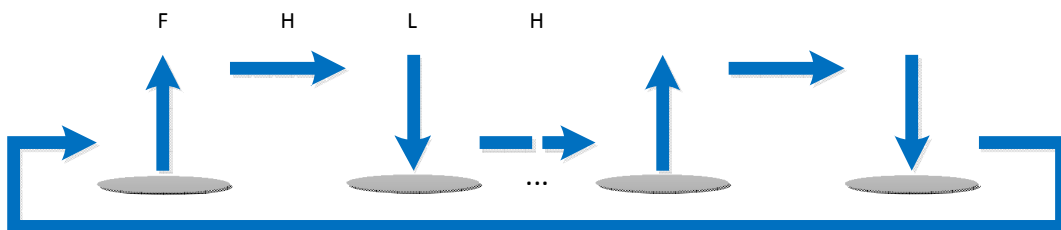
Szót kell ejteni, a csak szállításra alkalmas gépekről is. Mivel az adott állomáson passzív elemként viselkednek (rárakodnak, róla lepakolnak), esetükben nem érdemes

a felrakás-lerakás logikát alkalmazni, náluk szállítások (és a hozzájuk kapcsolódó szükséges műveletek) egymásutánisága adja a teljes mozgásciklust. A megfontolásoknak megfelelően 2 típusú szimbólumot bevezetve egyszerűen felrajzolható valamennyi szállítóeszköz esetén a mozgásciklus (3. ábra–8. ábra). Ezen jelölésrendszerrel már könnyen meghatározhatók az egyes szállítóeszközök esetében a – később döntési változók segítségével kezelt opcionális műveleteket nem tekintve – logikailag irreducibilis, ismétlődő műveletblokkok. Ezek a következők:

Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás (3. táblázat, 3. ábra):

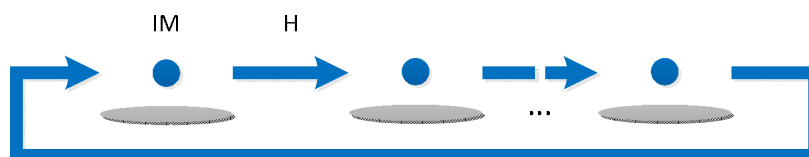
3. táblázat Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Műveletrelatív sorszáma	Műveletelőállítása	Értelmezés
1.	$F-\{1; 2; 3\}-\{I; II; III; IV; V\}$	Az $\{I; II; III; IV; V\}$ tömegkategóriájú rakomány felvétele $\{1; 2; 3\}$ szintkategóriájú szintekről.
2.	$H-\{táv\}-\{I; II; III; IV\}$	Az $\{I; II; III; IV\}$ tömegkategóriájú rakomány szállítása $\{táv\}$ -nyi távolságra.
3.	$L-\{1; 2; 3\}-\{I; II; III; IV; V\}$	Az $\{I; II; III; IV; V\}$ tömegkategóriájú rakomány lehelyezése $\{1; 2; 3\}$ szintkategóriájú szintekre.
4.	$H-\{táv\}-I$	Üres menet $\{táv\}$ -nyi távolságon.



3. ábra Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás ismétlődő műveletblokkja

Kézi szállítóeszköz (4. táblázat, 4. ábra):

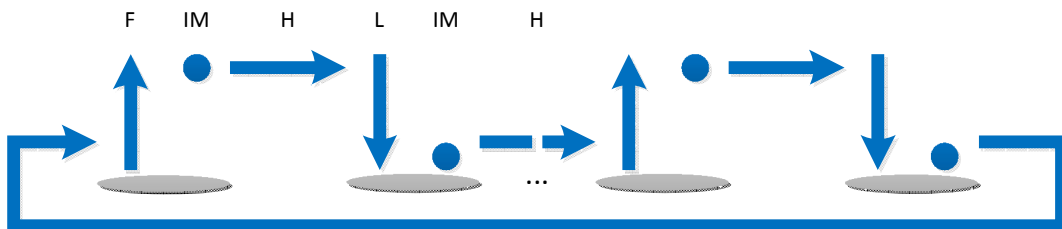


4. ábra Kézi szállítóeszköz ismétlődő műveletblokkja

4. táblázat Kézi szállítóeszkővel történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Műveletrelatív sorszáma	Műveletrel előállítása	Értelmezés
1.	IM/KK–{I; II; III; IV}({H; T})	Az {I; II; III; IV} tömegkategóriájú rakománnyal történő indítás és megállás húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.
2.	H/KK–{táv}–{I; II; III; IV}({H; T})	Az {I; II; III; IV} tömegkategóriájú rakomány szállítása {táv}-nyi távolságra húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.

Kisemelésű kézi emelőtargonca (5. táblázat, 5. ábra):



5. ábra Kisemelésű kézi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja

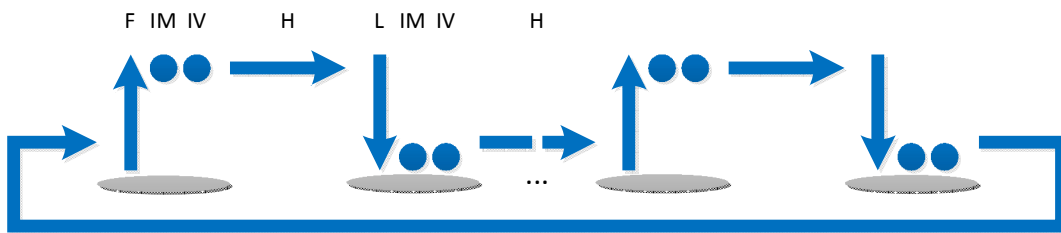
5. táblázat Kisemelésű kézi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Műveletrelatív sorszáma	Műveletrel előállítása	Értelmezés
1.	F/KK	Rakományfelvétel.
2.	IM/KK–{I; II; III; IV}({H; T})	Az {I; II; III; IV} tömegkategóriájú rakománnyal történő indítás és megállás húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.
3.	H/KK–{táv}–{I; II; III; IV}({H; T})	Az {I; II; III; IV} tömegkategóriájú rakomány szállítása {táv}-nyi távolságra húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.
4.	L/KK	Rakománylehelyezés.
5.	IM/KK–{I}({H; T})	Terheletlen eszközzel történő indítás és megállás húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.
6.	H/KK–{táv}–{I}({H; T})	Terheletlen eszközzel történő helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra húzás vagy tolás ({H; T}) esetben.

Kisemelésű gépi emelőtargonca (6. táblázat, 6. ábra):

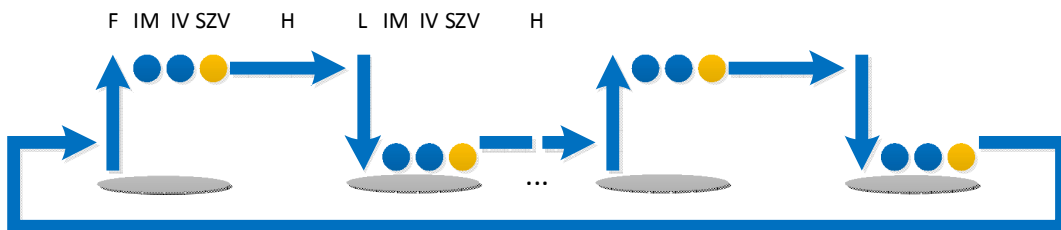
6. táblázat Kisemelésű gépi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Műveletelem relatív sorszáma	Műveletelem előállítása	Értelmezés
1.	F/KT	Rakományfelvétel.
2.	IM/KT	Indítás és megállás.
3.	IV/KT	Írányváltás.
4.	H/KT–{táv}–{R;Ü}	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra rakott vagy üres menet ({R;Ü}) esetén.
5.	L/KT	Rakománylehelyezés.
6.	IM/KT	Indítás és megállás.
7.	IV/KT	Írányváltás.
8.	H/KT–{táv}–{Ü}	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra üres menet (Ü) esetén.



6. ábra Kisemelésű gépi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja

Villamos gépi emelőtargonca (7. táblázat, 7. ábra):



7. ábra Villamos és belsőégésű motoros gépi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja

7. táblázat Villamos gépi emelőtargonccal történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Műveletrelatív sorszáma	Műveletrel előállítása	Értelmezés
1.	F/V–{1; 2; 3}–{R; Ü}	Rakott vagy üres rakodólap felvétele {1; 2; 3} szintkategóriájú szintekről.
2.	IM/V	Indítás és megállás.
3.	IV/V	Irányváltás.
4.	SZV/V ⁴	Szintváltás.
5.	H/V–{táv}–{R;Ü}	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra rakott vagy üres rakodólap ({R;Ü}) esetén.
6.	L/V–{1; 2; 3}–{R; Ü}	Rakott vagy üres rakodólap lehelyezése {1; 2; 3} szintkategóriájú szintekre.
7.	IM/V	Indítás és megállás.
8.	IV/V	Irányváltás.
9.	SZV/V4	Szintváltás.
10.	H/V–{táv}–Ü	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra üres menet (Ü) esetén.

Belsőégésű motoros gépi emelőtargonca (8. táblázat, 7. ábra):

8. táblázat Belsőégésű motoros gépi emelőtargonccal történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

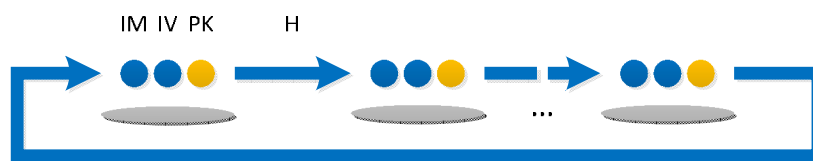
Műveletrelatív sorszáma	Műveletrel előállítása	Értelmezés
1.	F/B–{1; 2; 3}–{R; Ü}	Rakott vagy üres rakodólap felvétele {1; 2; 3} szintkategóriájú szintekről.
2.	IM/B	Indítás és megállás.
3.	IV/B	Irányváltás.
4.	SZV/B4	Szintváltás.
5.	H/B–{táv}–{R;Ü}	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra rakott vagy üres rakodólap ({R;Ü}) esetén.
6.	L/B–{1; 2; 3}–{R; Ü}	Rakott vagy üres rakodólap lehelyezése {1; 2; 3} szintkategóriájú szintekre.
7.	IM/B	Indítás és megállás.
8.	IV/B	Irányváltás.
9.	SZV/B4	Szintváltás.
10.	H/B–{táv}–Ü	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra üres menet (Ü) esetén.

⁴ Opcionális művelet, a 7. ábra narancssárgával jelölve.

Villamos szállító vagy vontatótargonca (9. táblázat, 8. ábra):

9. táblázat Villamos szállító vagy vontatótargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése

Művelelem relatív sorszáma	Művelelem előállítása	Értelmezés
1.	IM/VT	Indítás és megállás.
2.	IV/VT	Irányváltás.
3.	PK/VT ⁵	Pótkocsi fel- vagy lekapcsolása.
4.	H/VT–{táv}–{R; Ü}	Helyváltoztatás {táv}-nyi távolságra rakott vagy üres menet ({R;Ü}) esetén.



8. ábra Villamos szállító vagy vontatótargonca ismétlődő műveletblokkja

A legkisebb logikailag bonthatatlan műveletblokkok definiálása egyrészt szükséges volt azért, mert:

- adott az igény, hogy minden lehetséges műveletsort képesek legyünk konzekvens módon előállítani, másrészt
- programozási oldalról megközelítve is célszerű ezen blokkok definiálása, megkönnyítve ezzel a tetszőleges kívánt folyamat felépítését.

A logikai bonthatatlanság azt jelenti, hogy

- az adott műveletblokk a nem opcionális műveleteket leszámítva kötött, abból műveletem nem hagyható el, s nem vonható be új elem sem a konzisztencia sérülése nélkül, valamint
- az egyes műveletek, más műveletekhez képesti relatív helyzete az adott műveletblokkon belül, azt periodikus határfeltétellel vizsgálva is kötött (lásd 3. ábra–8. ábra).

⁵ Opcionális művelet, a 8. ábra narancssárgával jelölve.

3. Anyagmozgatási időszükséglet-tervezés informatikai megvalósítása

Adott gép esetén a konzekvens művelet sor definiálása és megfelelő programkörnyezetbe tétele egyben azt jelenti, hogy fix paraméterű művelet sor esetén, ismerve a művelet gyakoriságát, meg tudjuk állapítani a ciklusidőtegy gépre vonatkozóan.

Ez a lehetőség három újabb, a valós folyamatok megközelítését célul kitűző igényt definiál:

- a paraméterek felhasználóbarát, futásidőben történő, szabad megválasztásának szükségességét,
- igényt több különböző gép felvételének lehetőségére, valamint
- a gépek összedolgozásának megvalósítására.

3.1. Műveletblokkok paraméterezése

Egy felhasználóbarát programban magától értetődő, hogy a tervezés során előforduló paraméterek könnyen változtathatók legyenek.

Bár az egyes szállítási eszközök esetében meghatározhatóak:

- mindegyiknél azonos formában előforduló paraméterek (pl.: távolság),
- eltérő formában megadandó paraméterek (pl.: tömegkategória),
- egyedi, kötelező paraméterek (pl.: mozgatási mód),
- opcionális paraméterek (pl.: szintváltás),

a minél könnyebb kezelhetőség és átláthatóság érdekében a grafikus felületen (ablakban) beállítandó paraméterek a szállítási eszközhöz kötötten jelennek meg, és minden esetben azonos sorrendben (tömegkategória, szintkategória (ha van), mozgatási mód, szintváltás, pótkocsi fel- vagy lekapcsolás (ha van), távolság).

A5. mellékleten látható, hogy az egyes szállítóeszközök esetében csak a hozzájuk tartozó AIM táblázatok paraméterei adhatók meg a fentebb említett struktúrában.

A szállítóeszközökhöz tartozó blokkok eltérnek azonban abból a szempontból, hogy azzal megvalósítható-e rakományfelvétel / rakományelhelyezés vagy csupán szállítási funkciót tud ellátni (lásd kézi szállítóeszköz, szállító vagy vontató targonca). Ez utóbbi esetben nem definiáltam „Felvétel” és „Lerakás” oldalt, hiszen nincsenek ezen pontokhoz köthető paraméterek.

Az adatbevitelt megkönnyítendő, amilyen tömegértéket megadunk a rakomány felvételi oldalon, azon érték jelenik meg a lerakási oldalon is. Ezen logika alkalmazásának másik oka, hogy standard esetben nem képzelhető el az, hogy a felvett rakomány tömege a szállítás során megváltozik; a „felvételi tömeg” kell, hogy determinálja a szállítási tömeget, és a lerakásit is.

Amennyiben nem standard esetet veszünk és a felvételi tömeg, az átlagos szállítási tömeg és a lerakási tömeg különbözik, akkor vagy veszünk a tervezés során egy átlagos kezelési tömeget vagy két szállítási eszköz blokkal közelítjük a valóságot. Ilyen nem standard esetre azonban még valós példát hozni is nehéz, így a felvételi, szállítási és lerakási tömegek külön történő kezelése és bevitele csak a „felhasználói élményt” és átláthatóságot rontaná. A program extrém, abnormális esetekre történő felkészítése nem volt cél.

A kizárólag szállítást megvalósítani képes eszközöket leszámítva, minden esetben kettő távolságértéket adhatunk meg. A „felvétel” esetében beállítandó távolságérték a felrakótól a következő pontig (lerakási pozícióig) megteendő úthosszt, míg a „Lerakáshoz” tartozó távolságérték a visszaút hosszát jelöli. Ez csak abban az esetben szerkeszthető, ha a „Visszatérés” opció jelölőnégyzet értéke igaz. Alapesetben, ha van a lerakási pozíciótól a felvételi pozícióra való visszatérés, a visszaút hosszértékét a kötelezően megadandó „oda” irány determinálja. Minthogy azonban a kettő eltérésére a gyakorlatban is számos példa van (például irányonként terelt targoncajáratok), a visszaút hossza szabadon változtatható.

A kézi szállítóeszköz és a szállító vagy vontató targonca esetében azért nem kell foglalkoznunk a visszaúttal, mert nem fordulhat elő racionális olyan eset, hogy az említett szállítóeszközökkel elindulva A-ból B pozícióba úgy térjünk vissza ismét az A-ba, hogy közben ne történjen rakodási művelet. S minthogy ezen eszközök csak

helyváltoztatásra képesek, kell, hogy kövesse őket egy rakodásra képes szállítási eszköz műveletblokkja.

Ezen esetekben tehát az oda- és visszaút külön műveleti blokként is kell, hogy megjelenjen.

Bár az nem AIM táblázat paraméter,itt ejtek szót a gyakoriság beállításáról is: amennyiben az adott szállítási eszköz a hozzá tartozó ciklust többször végzi el, vagyis a gyakoriság nagyobb, mint 1, és ezt így is állítjuk be, úgy a visszatérés feltételnek automatikusan teljesülnie kell, azt külön nem szükséges beállítania a felhasználónak. A fentebbi logika alapján a gyakoriság a kézi szállítóeszköz és a szállító vagy vontató targonca esetében egy műveleti blokkon belül nem lehet nagyobb, mint 1, így ezeknél a gyakoriságérték állítása korlátozott: alapértelmezett 1.

3.2. Több gép alkotta mozgásciklus definiálása

Csupán a legegyszerűbb esetekben fordul elő, hogy egy folyamatban egyetlen szállítási eszköz vegyen részt, így elengedhetetlen, hogy lehetőség legyen több gép megadására is.

A program írása során kellő komplexitásánál fogva egy többlépéses mintafolyamat kidolgozására törekedtem. Természetesen ez nem jelenti azt, hogy a használt programozástechnikai megfontolások erre az esetre lennének korlátozva; azok univerzalitását menet közben, minden logikai egység után több példán ellenőriztem.

A mintafolyamat – paramétereiben és pontos kivitelezésében egyelőre határozatlan módon – a következő:

1. Egységakomány összeállításakézi anyagmozgatás útján.
2. Az egységakományok szállítása homlokvillás targoncával (villamos, vagy belsőégésű motoros gépi emelőtargonca) az összeállítási ponttól egy szállító vagy vontatótargoncához.
3. A rakomány elvitele szállító vagy vontatótargonca segítségével egy adott pontból a másikba.
4. A szállító vagy vontatótargonca lepakolása homlokvillás targonca segítségével.
5. A rakomány szétszedése kézi anyagmozgatás segítségével.

6. A szállító vagy vontatótargonca eredeti pozícióba történő visszatérése.

A folyamatban tehát három szállítási mód (kézi anyagmozgatás, homlokvillás targonca, szállító vagy vontató targonca) szerepel, melyek összesen hat műveletblokkot határoznak meg.

Látható egyébiránt, hogy ezen műveletblokkok megfelelnek a valóságban is elkülönülő folyamatrészeknek, így azok követése a program felhasználási oldaláról nézve is kedvezőnek mondható.

Felvetődik azonban a kérdés, hogy mennyi az a maximális műveletblokk szám, amit program szinten érdemes kezelni tudni.

Ehhez a következő szempontokat vettem figyelembe:

- A meghatározott többlépéses mintafolyamat modellezésének lehetősége:
Elvárás, hogy az előbbieken leírt, viszonylag komplex folyamat modellezhető legyen.
- A valóságban, elsősorban raktári környezetben előforduló, szakaszos anyagmozgatási folyamatok számbavétele:
Általánosságban tapasztalható, hogy ha egy folyamat több részfolyamatból, pontosabban egy ciklus több szubciklusból áll, akkor ezek száma nem túl nagy.
Ennek legfőbb okai:
 - a felmerülő koordinációs nehézségek,
 - a rendelkezésre állás problematikája.

Vagyis, ha egy szubciklus inputja egy másik szubciklus outputja, az nem jelenti azt, hogy időben is a két megfelelő műveletsor közvetlenül egymás után zajlik.

Erre példa egy tehergépjárműből történő kipakolás a raktári előtérbe, ahonnan megtörténik a paletták betárolása. Ha a betárolásra alkalmas gépek egyéb feladatokat látnak el (például áttárolás, kitárolás), vagy más műszakrendben dolgoznak, akkor akár felesleges is lehet szekvenciában vizsgálni a két említett folyamatot.

Mindezek mellett ha a rakomány pozícióváltoztatása csak sok gép segítségével oldható meg, akkor valószínűleg az adott folyamat önmagában is átgondolásra szorul, így arra értelmetlen tervezni.

- A kezelőfelület átláthatósága:

Célszerű a műveletblokkokat egy ablakban megjeleníteni, hiszen így teljes folyamat egyszerre áttekinthető, és a paraméterek utólagos állítása is egyszerűbb, nem szükséges "képernyőt váltani", és a megfelelő ablakot keresni, ha módosítani szeretnénk a paramétereken.

Mindezen tényezőket figyelembe véve 8 blokk (azaz 8 szállítási eszköz) egyidejű kezelésének lehetőségét elegendőnek találtam a vizsgálatunk tárgyait képező valós szakaszos anyagmozgatásra épülő logisztikai folyamatok modellezésére, úgy hogy az átláthatóság és kezelhetőség sem romlik.

Ha viszont az anyagmozgatási folyamatban több szállítási eszköz is részt vesz, akkor – ahogy az a mintapéldából is látszik – ezek között meghatározott szekvencia kell, hogy érvényesüljön az adott igény kielégítése érdekében.

A valóságban megkülönböztethető soros és párhuzamos ciklusokat. A mintapélda második részét tekintve láthatunk mindkét esetre példát (9. ábra).

Soros esetben egyértelmű, hogy az részfolyamatok között függőség áll fenn, a későbbi csak akkor indulhat, ha az előző részfolyamat befejeződött.⁶ Ugyanakkor természetesen nem szükségszerű az sem, hogy az egymással párhuzamos folyamatok ugyanattól az részfolyamattól függjenek.

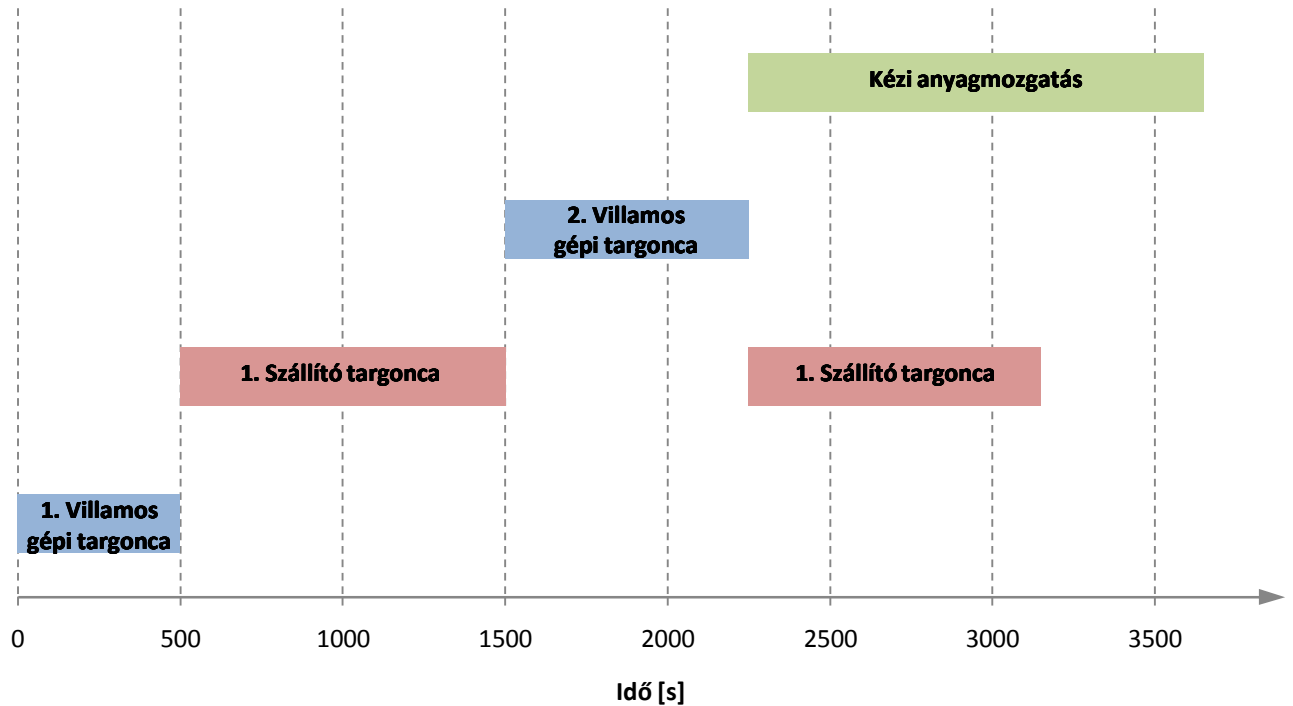
Vagyis kell, hogy a folyamat programbeli összeállítása során legyen lehetőség megadni, hogy melyik szállítási eszköz (blokk) melyik szállítási eszköztől függ, hiszen ehhez köthető majd az indítási feltétel is.

Egy teljes folyamatot tekintve egy adott szállítási eszköz többször is kiválasztható (ahogyan az a 9. ábra is látható). Ennek két oka lehet:

- Ugyanazon géphez több részfolyamat (blokk) tartozik:
 - szállító targonca rakott menete és üres menete (9. ábra) vagy
 - például egy villamos gépi targonca egyik gépi ciklusában szállító targoncát szolgál ki, másikban rakományáthelyezést végez.
- Különböző részfolyamatokat azonos típusú szállítási eszközzel végeznek el. Pl.:
 - szállító targoncára történő felpakolás és lepakolás azonos típusú géppel történik (9. ábra) vagy

⁶ Ez a megállapítás a későbbiek során pontosításra kerül.

- például egységtrakomány képzése, egységtrakomány szétszedése segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatással.



9. ábra Példa soros és párhuzamos folyamatokra egy teljes cikluson belül

Ebből adódóan a szállítási eszközt és az adott részfolyamatot meg kell tudnunk különböztetni. A részfolyamatot legegyszerűbben a műveleti blokk sorszámával azonosíthatjuk, míg a szállítási eszköz azonosítóját egyénileg adhatjuk meg (6. melléklet).

Ahogy az a 6. mellékleten is látható, a műveleti blokkok sorszáma azok jobb alsó sarkában adott és nem változtatható, míg az elsőt leszámítva az adott gépnek a gép megnevezése melletti léptető gombokkal lehet kódot adni.

A6. mellékleten levő blokkok és definiált kapcsolataik alkalmasak a mintapélda szállító vagy vontató targonca szakaszától érvényes folyamatát modellezni.

”Átadási pontként” annak a blokknak a sorszámát kell megadni, mely a megelőző részfolyamatot hivatott kezelni (nyilvánvalóan az első blokk esetében értelmetlen függőséget megadni):

- A villamos gépi targonca a szállító vagy vontató targonca által leszállított egységtrakományt rakja le. Az, hogy a kettő lehetséges blokk (1, 4) közül melyiket kell figyelembe venni: az átadási pont rögzíti (1).
- A kézi anyagmozgatás (rakomány szétszedése, szortírozása) akkor kezdődhet, amikor a villamos gépi targonca elvégezte feladatát, így az átadási pont az utóbbi gép blokkjának sorszáma.
- A kezdeti árumozgatást megvalósító 1-es számú szállító vagy vontató targonca pedig szintén akkor térhet vissza eredeti pozíciójába, amikor a villamos gépi targonca végzett a lepakolással.

Ezzel a megvalósítással kezelhetők a soros és párhuzamos részfolyamatok is.

A függőségek ilyen módon történő definiálása vagyis, hogy egy gép csak egy géptől (és önmagától (lásd később)) függhet, de egy géptől több gép is függhet, jól lefedik a valóságban is előforduló eseteket.

3.3. Gépek közti folyamatátadási pontok definiálása

Azzal, hogy a programmal lehetséges az egyes részfolyamatok párhuzamosítása, és nem csupán a szubciklusok összes műveletidejének összegével számol, mint ahogyan azt egy egyszerű szekvencia esetén kell tenni, már nagyban megközelítettük a valóságos folyamatokat.

A tervezés következő fázisának – további pontosítás végett – az átadási pontok definiálását határoztam meg.

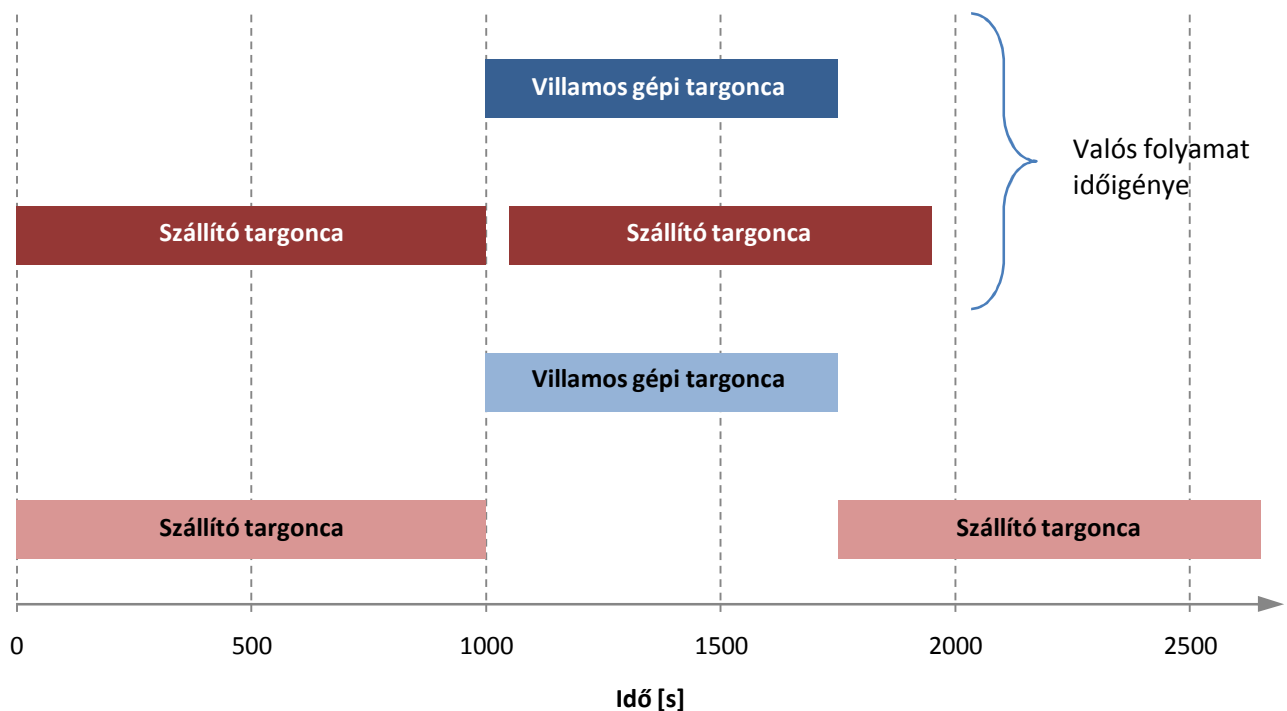
Átadási pontnak nevezem azt a pontot (műveletet), melynek végrehajtása egy következő, jellemzően más típusú vagy másik szállítási eszköz indítási feltételeként szolgál.

Az eddigiek során ugyanis azt a logikát követtük, hogy ha egy gép a rá vonatkozó ciklussal végez, akkor indítja el a tőle függő folyamatokat.

A 9. ábra által mutatott esetben például a szállító vagy vontató targonca akkor kezdi meg visszaútját, amikor a villamos gépi targonca befejezte saját gépi ciklusát. Ehhez

hasonlóan jár el a segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás ciklusa is: amint a villamos gépi targonca végzett, megkezdődhet a rakományok szétszedése.

Vegyük viszont azt az esetet, hogy a 9. ábra példájának megfelelően, a szállító vagy vontató targonca és a villamos gépi targonca gépi ciklusideje közel azonos és a folyamatot nem a segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás (rakományszétszedés) zárja, hanem a szállító vagy vontató targoncának az üresjárata mely az egység rakomány villamos gépi targonca által végleges pozícióba történő juttatását (pl.: rakodóterületre történő betárolás) és a felvételi pozícióba való visszatérését követi (10. ábra).



10. ábra Átadási pont szerepe a ciklusidő meghatározásában

A 10. ábra is mutatja, hogy igen nagy hibát (~25 %) vihetünk a teljes ciklusidő meghatározásakor a tervezésbe, ha a szállítási eszközök egyszerű szekvenciáját vesszük ahelyett, hogy a tényleges átadási pontokat vennénk figyelembe. Hiszen a szállító vagy vontató targonca azután rögtön megkezdheti a visszaútját (üresfutását), amint a villamos gépi targonca leemelte róla a rakományt. És mivel a rakományfelvétel műveletideje akár nagyságrenddel is kisebb lehet a gépi ciklusidőhöz képest, közel ez utóbbi mértékű hibával számolunk az részfolyamatok szigorú egymást követése esetén.

A következőkben megnézem tehát, hogy az egyes szállítási eszközök (részfolyamatok) esetében mik lehetnek átadási pontok:

- A segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás folyamata kezdetét veheti, ha az őt megelőző:
 - kézi szállítóeszköz / szállító vagy vontatótargonca megérkezett, illetve ha
 - egy másik segédeszköz nélküli kézi anyagmozgató vagy kisemelésű / nagyemelésű emelőtargonca lerakta az árut.
- A kézi szállítóeszköz / szállító vagy vontató targonca anyagmozgatási folyamata akkor indulhat, ha az őt megelőző folyamatok eredményeképpen az említett szállítóeszközökre az – adott rakodási pozícióban az – utolsó rakomány lehelyezésre vagy levételre került.
- Az emelőtargoncák esetében, azok mozgásciklusa akkor kezdődhet, ha az őt megelőző:
 - emelőtargonca az első rakományt lerakta, ha
 - a segédeszköz nélküli kézi anyagmozgató az utolsó szállítási egységét lerakta vagy felvette (a palettára / palettáról), illetve ha
 - a kézi szállítóeszköz / szállító vagy vontatótargonca megérkezett.

Mivel egy részfolyamat, a korábban tárgyaltaknak megfelelően több másik részfolyamatot is kiszolgálhat, azonban egy részfolyamat csak maximum egy másiktól függhet, a szállítási eszközök esetében valójában nem a tőle függő részfolyamatokra vonatkozó átadási pontokat kell tudnunk definiálni, hiszen ebből több is lehet, hanem a megelőző részfolyamatokra vonatkozó átvételi pontot. Ennek leginkább programozástechnikai jelentősége van: utóbbi ugyanis jóval egyszerűbben kivitelezhető, és nem utolsó sorban konzekvens, mindig csak 1 átvételi pont megadása szükséges.

Bár már utaltam rá, az 1-nél nagyobb gyakoriságú részfolyamatok vizsgálatakor felvetődik a kérdés, hogy melyik (hányadik) átadási-átvételi pontot kell figyelembe venni. Ha ugyanis az előző példát tekintve a szállító vagy vontató targonca kapacitása 2 raklap, akkor bár az első egység rakomány szétszedését a kézi anyagmozgatók megkezdhetik annak lerakása után, de a szállító targonca csak a 2. paletta levétele után indulhat vissza.

Hasonló a helyzet, ha a mintafeladat 1. részét vizsgáljuk. A segédeszköz nélküli kézi anyagmozgató kisebb kezelési egységekből (pl.: dobozokból, rekeszekből) összeállítja

az egységtrakományt – ebből is hármat –, majd ezen palettákat nagyemelésű gépi targonca segítségével egy három rakodólap kapacitású szállító vagy vontató targoncára helyezik. A nagyemelésű gépi targonca már akkor megkezdheti saját ciklusát, amint az első egységtrakomány elkészült (vagyis arra az utolsó kézi kezelési egység lehelyezésre került), azonban a szállító vagy vontató targonca "kénytelen bevárni" az indulással a harmadik egységtrakományt. Ezt a különbözőséget a továbbiakban, mint indítási feltételt fogom figyelembe venni, melynek megadási módjára a későbbiekben térek ki.

Vagyis nem elég meghatározni az átvételi-átadási pontokat, ismernünk szükséges azt is, hogyhányszor indulhat a következő részfolyamat. Az viszont az előző esetből is látszik, hogy a kapcsolódó gépi ciklusok eltérnek egymástól a műveletvégzés gyakorisága, a kezelési egység típusa, és az indítási feltétel

szempontjából.

Ez alapvetően megnehezíti az egységes, felhasználóbarát paraméterbekérés kialakítását, figyelembe véve a program egyik kimeneteleként szolgáló műveletsor intelligens kiírását. Ebben ugyanis szerepeltetni akarjuk az 2. táblázatnak megfelelően a műveletelem megnevezését és gyakoriságát is. Kiírás szempontjából kettő végletet lehet elképzelni, melyet az előbbieken ecsetelt mintapélda 1. részének segítségével szemléltetetek. Vegyük ezen belül is azt az esetet, hogy egy egységtrakomány 20 kisebb kezelési egységből áll.

A kiírás történhet az összes, ciklikusan ismétlődő műveletelemek felsorolásával (10. táblázat) vagy a műveletek 1 csoportba való összefogásával (11. táblázat).

10. táblázat Ismétlődő műveletelemek kiírása egyesével

Sorszám	Műveletelem	Műveletidő t_i [10^{-2} min/db]	Gyakoriság f_i [db]	$t_i \cdot f_i$ [10^{-2} min]	Eltelt idő t_i [10^{-2} min]
1	F-3-II	12	1	240	905
2	H-10-III	17	1	340	922
3	L-1-II	7	1	140	929
4	H-10-I	11	1	220	940
...
237	F-3-II	12	1	240	1845
238	H-10-III	17	1	340	1862
239	L-1-II	7	1	140	1869
240	H-10-I	11	1	220	1880

11. táblázat Ismétlődő műveletelemek kiírása 1 csoportban

Sorszám	Művelelem	Műveletidő t_i [10^{-2} min/db]	Gyakoriság f_i [db]	$t_i \cdot f_i$ [10^{-2} min]	Eltelt idő t_i [10^{-2} min]
1	F-3-II	12	60	240	905
2	H-10-III	17	60	340	922
3	L-1-II	7	60	140	929
4	H-10-I	11	60	220	940

Az előbbi (10. táblázat) esete egyrészt feleslegessé teszi a gyakoriság értékek kiírását, hiszen az mindig 1, másrészt 1 szállítási eszköz esetén is feleslegesen sok sort generálhat, melyek nagy részére a tervezés során nincs is szükségünk.

Az 1 csoportban történő megjelenítés (11. táblázat) ugyanakkor nem részletezi kellőképpen az adott szállítási eszköz által megvalósított munkafolyamatot, így nem is hordoz információt arra vonatkozóan, hogy több gépi ciklus esetén azok egymáshoz képest időben hogyan valósultak meg. Szintén ebből a problémából adódóan az sem állapítható meg (ránézésre), hogy adott esetben melyik ciklus végén történt a függő részfolyamatok indítása.

Számunkra az lenne a kedvező, ha – mivel a segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás során 60-szor hajtják végre a hozzá tartozó ciklust, miközben 3 egység rakományt készítenek össze – 3 csoportra lenne tagolva a teljes kézi anyagmozgatási ciklus a 12. táblázat megfelelően.

12. táblázat Célszerűen tagolt műveletsor kiírás

Sorszám	Művelelem	Műveletidő t_i [10^{-2} min/db]	Gyakoriság f_i [db]	$t_i \cdot f_i$ [10^{-2} min]	Eltelt idő t_i [10^{-2} min]
1	F-3-II	12	20	240	905
2	H-10-III	17	20	340	922
3	L-1-II	7	20	140	929
4	H-10-I	11	20	220	940
5	F-3-II	12	20	240	1845
6	H-10-III	17	20	340	1862
7	L-1-II	7	20	140	1869
8	H-10-I	11	20	220	1880
9	F-3-II	12	20	240	2785
10	H-10-III	17	20	340	2802
11	L-1-II	7	20	140	2809
12	H-10-I	11	20	220	2820

A 12. táblázat azonnal látszik, hogy az adott példában az első egységtrakomány 9,4 perc alatt lett kész, így annak emelőtargoncával történő mozgatása is ekkor kezdődhet meg.

Nyilvánvalóan arra, hogy ebben az egységes formában jelenjen meg a kiíratás, csak a paraméterbekérés révén lehet ráhatásunk. Ez annyit tesz, hogy a programnak a legutóbb definiált átvételi-átadási pont, és indítási feltétel paraméterek felhasználásával kell tudnia eldönteni, hogy hogyan kell tagolni a kiíratást.

Bár láttuk, hogy mivel 3 egységtrakomány összeállítása volt a feladat, ezért 3 csoportba tagolva célszerű az előbbi példa dokumentációjának megjelenítése, valójában a tagolás és az "egységtrakomány" között ilyen egyértelmű kapcsolat nem áll fenn. A nehézséget az okozza, hogy ilyen szempontból az egységtrakomány is és a kezelési egység is relatív fogalom: szállítási eszközönként mindkettő eltérhet. Az 13. táblázat az elemzett mintafeladat első részéhez tartozó kezelési egységeket és egységtrakományokat foglaltam össze.

13. táblázat Példa a szállítási eszközönként eltérő egységtrakományra és kezelési egységre

Szállítási eszköz	Kezelési egység	Egységtrakomány
Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás	rekesz, doboz	paletta
Nagyemelésű gépi targonca	paletta	paletta
Szállító vagy vontató targonca	paletta	3 paletta

Ez természetesen még bonyolítható is további más kapacitású(vagy a programban nem szereplő, pl.: bakdaru) szakaszos anyagmozgató eszközök és hozzájuk tartozó "egységtrakományok" (pl.: konténer) felvételével.

Mivel az említett egységek (kezelési egység, egységtrakomány) eltérnek szállítási eszközönként, célszerű az átadási-átvételi ponttal kapcsolatba hozni a kiíratást is.

A programban alkalmazott „szubciklus szám” valójában az adott szállítási eszköz esetén a többi vele kapcsolatban levő szállítási eszközhöz köthető átadási-átvételi pontok, azaz a megengedhető indítási feltételek darabszáma közül a maximálissal egyezik meg. Ezt hívom a továbbiakban szubciklusnak. Mindezt (mármint a szubciklusok számát) pedig a már bevezetésre került, de be nem mutatott indítási paraméter szabályozza.

Az indítási paraméter – mely az első szállítási eszköz kivételével mindig megadható – azt mondja, meg, hogy az előző szállítási eszköz hányadik gépi ciklusába eső átadási pont indítja az adott részfolyamatot.

A nagyemelésű gépi targonca– adott példa számainál maradva – (legkorábban) minden 20. kézi anyagmozgatási ciklus rakományelhelyezése után veheti fel az így elkészített palettát. A szállító vagy vontató targonca minden 3. nagyemelésű gépi targonca ciklus rakományelhelyezési művelete után indulhat. Ezután a nagyemelésű gépi targonca, megkezdheti a vontató vagy szállító targonca lepakolását, ha az megérkezett a kijelölt helyre, vagyis az indítási feltétel itt 1. A további értékeket a mintafeladat esetében a 14. táblázat tartalmazza.

14. táblázat Szubciklusok számának kialakítása

Vizsgált szállítási eszköz	Függő szállítási eszköz	Átadási-átvételi pontok száma [db]	Szubciklusok száma [db]
Kézi anyagmozgatás	Nagyemelésű gépi targonca	3	3
Nagyemelésű gépi targonca	Kézi anyagmozgatás	3	3
	Szállító vagy vontató targonca	1	
Szállító vagy vontató targonca	Nagyemelésű gépi targonca	1	1
Nagyemelésű gépi targonca	Kézi anyagmozgatás	3	3
	Szállító vagy vontató targonca	1	
Kézi anyagmozgatás	Nagyemelésű gépi targonca	3	3
Szállító vagy vontató targonca	Nagyemelésű gépi targonca	1	1

A szubciklusok számának bevezetésével a cél az volt, hogy univerzálisan lehessen kezelni a szállítási eszközönként (blokkonként) eltérő kezelési egységeket, egységtrakomány fogalmakat és kapacitásokat.

Segítségével tehát a programfelület olvasási (és kitöltési) logikája a következő (11. ábra):

- A kézi anyagmozgatás során összesen 60 azonos műveletsort kell elvégezni, melynek eredményeképpen 3, a következő részfolyamat bemeneteleként szolgáló egység áll rendelkezésre.
- Minden 20., az 1. blokk szállítási eszköze (kézi anyagmozgatás) által elvégzett lerakási művelet után indulhat a villamos gépi targonca gépi ciklusa.

- Minden 3., a 2. blokk szállítási eszköze (villamos gépi targonca) által elvégezett lerakási művelet után indulhat a szállító vagy vontató targonca gépi ciklusa.

Felhasználói részről ugyan megadtuk az egyes szubciklusok indítási feltételét, ez azonban nem automatikusan azonos a hozzá tartozó legkorábbi kezdési időponttal⁷. A programnak a teljes ciklus időszükségletének meghatározásakor tekintettel kell lennie a legkorábbi részfolyamat kezdési időpontokra. Ezeket az egyes szubciklusok időszükségleteinek egymáshoz viszonyulása adja meg.

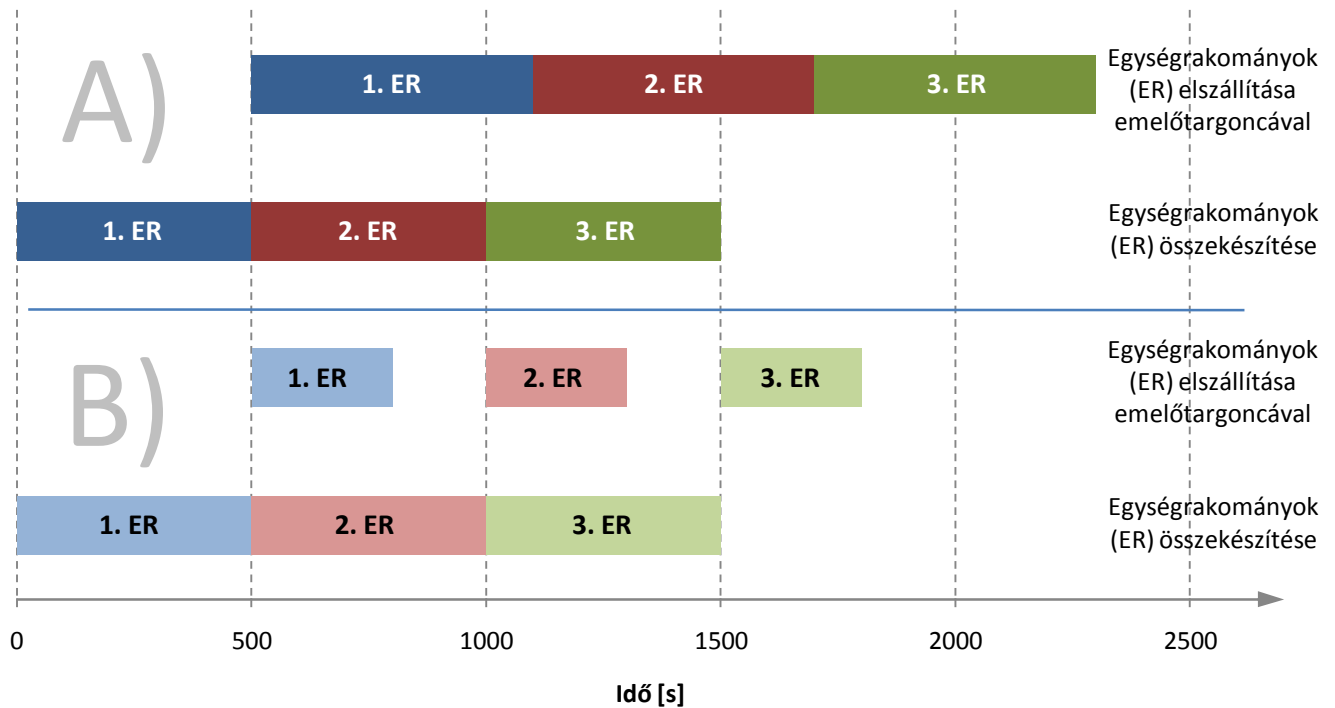
Példaként hozható az előbbieken vizsgált eset kapcsán a nagyemelésű gépi targonca 2. és 3. szubciklusának indulása. Ennek ugyanis nem csupán az a feltétele, hogy a szállítandó egységgrakományok össze legyenek készítve, hanem az is, hogy az emelőtargonca rendelkezésre álljon.

Vagyis, ha az őhozá tartozó szubciklus időszükséglete nagyobb, mint 1 paletta összekészítésének az ideje (12. ábra A) eset), akkor a targoncának nem kell várnia 2 szubciklusa között, amint visszaérkezett a rakományfelvételi pozíciójába, kezdheti a következő paletta felvételét és szállítását. Ha azonban a rakományelőkészítés ideje meghaladja az emelőtargonca egy műveletsorának az idejét (12. ábra B) eset), úgy esetében várakozási idővel kell számolnunk.

Kézi anyagmozgatás <input type="text" value="1"/>		Villamos gépi targonca <input type="text" value="2"/>		Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="3"/>																																																						
<table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td>Tömeg [kg]</td> <td>Tömeg [kg]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="60"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text" value="3"/></td> <td></td> </tr> </table>		Felvétel	Lerakás	Tömeg [kg]	Tömeg [kg]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="60"/>		Szubciklus szám <input type="text" value="3"/>		<table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="3"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text" value="3"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel <input type="text" value="20"/></td> <td></td> </tr> </table>		Felvétel	Lerakás	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="3"/>		Szubciklus szám <input type="text" value="3"/>		Átadási pont <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/>		Indítási feltétel <input type="text" value="20"/>		<table border="0"> <tr> <td>Szállítás</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel <input type="text" value="3"/></td> </tr> </table>		Szállítás	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.	Távolság [m]	<input type="text"/>	Gyakoriság <input type="text" value="1"/>	Szubciklus szám <input type="text" value="1"/>	Átadási pont <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/>	Indítási feltétel <input type="text" value="3"/>
Felvétel	Lerakás																																																									
Tömeg [kg]	Tömeg [kg]																																																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																									
Szint [m]	Szint [m]																																																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																									
Távolság [m]	Távolság [m]																																																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																									
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																									
Gyakoriság <input type="text" value="60"/>																																																										
Szubciklus szám <input type="text" value="3"/>																																																										
Felvétel	Lerakás																																																									
<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																																									
Szint [m]	Szint [m]																																																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																									
<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás																																																									
Távolság [m]	Távolság [m]																																																									
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																																									
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																									
Gyakoriság <input type="text" value="3"/>																																																										
Szubciklus szám <input type="text" value="3"/>																																																										
Átadási pont <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/>																																																										
Indítási feltétel <input type="text" value="20"/>																																																										
Szállítás																																																										
<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																																										
<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.																																																										
Távolság [m]																																																										
<input type="text"/>																																																										
Gyakoriság <input type="text" value="1"/>																																																										
Szubciklus szám <input type="text" value="1"/>																																																										
Átadási pont <input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/>																																																										
Indítási feltétel <input type="text" value="3"/>																																																										
1		2		3																																																						

11. ábra A mintafeladat áruösszekészítési és szállítási szakaszának függőségi paraméterei

⁷ Valójában a felhasználói feltételrendszer csupán az adott szállítási eszköz szubciklusainak lehetséges legkorábbi kezdési időpontjait determinálja.



12. ábra Várakozási idő a vizsgált részfolyamatok időszükségletének viszonyától függően

3.4. Alkalmazott főbb programozási módszerek

Miután bemutattam a felhasználói felület kialakításának logikáját, és azt hogy melyik objektum mire való, miért szükséges, a következőkben vázlatosan bemutatom a program fő részének, motorjának a felépítési elvét.

- Az adatbevitel ellenőrzése után futó program logikailag kettő részre bontható:
- művelet sor és hozzá tartozó műveletelemek idejének generálása, meghatározása, valamint
- az így felépített művelet sor és idő sor vektorokból történő dokumentációt és grafikai megjelenítést támogató adathalmaz generálása.

Azt már láttuk, hogy minden kiválasztott szállítási eszközhöz, a kiválasztás sorrendjében, ismétlődés megengedésével létrejönnek a szállítási eszközökhöz és állítható paramétereikhez alkalmazkodó blokkok, ahol az anyagmozgatási jellemzőket és kapcsolatokat lehet definiálni.

A blokkokkal párhuzamosan azok számától függő hosszúságú paramétervektorok jönnek létre. Vagyis 1 típusú paraméterhez 1 vektor tartozik, és ez az összes blokk adott paraméter értékét tartalmazza. Szemléletesen mindezt a 15. táblázat tartalmazza (a választott paraméterekre nézve).

15. táblázat Paramétervektorok képzése

Blokk sorszáma	1.		2.		3.		4.		
	Kézi anyagmozgatás		Kézi szállítóeszköz		Villamos gépi targonca		Szállító vagy vontató targonca		
Paraméterek	Távolság [m]	15	15	100	-	500	520	30	-
	Tömeg [kg]	10	10	150	-	R	Ü	R	-
	Szint [m]	1,4	0,5	-	-	2,1	0,8	-	-
	Szállítás módja	-	-	H	-	-	-	-	-

Látható, hogy adott paramétervektorok adott indexű eleme érték nélküli is lehet, ha például nincs értelmezve visszaút vagy az adott paraméter az adott szállítási eszköz esetében nem létezik.

A paraméterspecifikus (paraméterhez kötött) mellett szóba jöhet még a blokkhoz (szállítási eszközhöz), mint objektumhoz kötött vektorképzési logika is, amikor minden blokkhoz tartozik – visszaút meglététől függően – 1 vagy 2 vektor és az, annak az összes paraméterét tartalmazza. A paraméterhez kötött vektorképzés a 15. táblázat vörös szegéllyel, a szállítási eszközhöz kötött vektor zöld szegéllyel szerepel.

A 2 vektorképzési logika előnyei és hátrányai a következő pontokban fogalmazhatók meg.

Paraméterhez kötött vektorképzés:

- A vektorok hossza nem fix, az függ a blokkok számától.
- A vektorok logikailag csak 1 típusú adatot tartalmaznak (pl.: tömeg vagy távolság).
- A vektorok száma a paraméterek számától függ.
- 1 szállítási eszközhöz legalább a paraméterszámmal egyező darab vektor tartozik.

Szállítási eszközhöz kötött vektorképzés:

- A vektorok hossza (állandó paraméterlista esetén) fix.

- A vektorok értékei egymástól eltérő típusúak.
- A vektorok száma csak a szállítási eszközök számától függ.
- 1 szállítási eszközhöz legfeljebb 2 vektor tartozik.

A fix hosszúságú vektor egyszerre jelenthet előnyt és hátrányt is, hisz nem igényel dinamikus méretkezelést a program futtatásakor, ugyanakkor szállítási eszköztől független felépítés esetén sokszor feleslegesen sok üres értéket kell tartalmaznia, mivel nem minden paraméter értelmezett minden blokk esetében. Ha a vektor felépítését a szállítási eszköztől függően határozzuk meg, akkor további esetszétválasztást kell megvalósítani, így az egységes vektorok adta előny elvész.

Hibakezelés szempontjából egyszerűbbnek mondható az 1 típusú adatokat tartalmazó vektorok, hiszen az adott teljes vektorra csak 1 féle feltételrendszert kell alkalmazni a vizsgálat során.

Újabb paraméterek bevezetése esetén a paraméterhez kötött vektorképzésnél újabb vektor definiálása szükséges, míg a másik esetben a meglévő vektorok bővítése szükséges.

Összességében mindkét eset ugyanakkora adathalmazt tartalmaz, csak eltérő adatstruktúrában. Mivel a blokkszám 2-szeresénél kevesebb paraméter esetén a paraméterhez kötött vektorképzés dolgozik kevesebb vektorral én ezt a logikát követtem a program megírásánál, jóllehet újabb szállítási eszközök és további paraméterek bevezetésével az „ami az egyik kimenete, az a másik bemenete” típusú szállítási eszközök közti kapcsolatok definiálása a szállítási eszközhöz kötött vektorképzéssel valósítható meg könnyebben.

A paraméterek felhasználó által történő megadása után tehát:

- a paramétervektorok felveszik a hozzájuk tartozó, beállított értékeket,
- egy adott ciklusban az összes blokk megvizsgálásra kerül, és blokkról-blokkra haladva (a ciklusváltozó értékének növekedésével) egy a műveletelemeket gyűjtő közös tömbbe (*műveletek*[]) kerülnek a blokkhoz tartozó szállítási eszköznek megfelelő műveletek.

Az így előálló *műveletek*[] tömb tehát a kiválasztott szállítási eszközökhöz tartozó (korábban meghatározásra került) irreducibilis műveletsorokat tartalmazza.

- Külön vektorban tárolásra kerül:

- az adott blokkhoz tartozó műveletek száma: *blokkhossz*[i](ami függ az opcionálisan megadott műveletektől, valamint a visszaút meglététől),
- a minden szállítási eszköznél előforduló távolságparaméter(ek) (*távolság*[i]), és
- a műveletelem gyakorisága (*elemgyakoriság*[i]).

A mintafeladat első része (paletták képzése, szállító vagy vontató targoncára pakolása és elszállítása) így a következő vektorokat generálja (adott paraméterek megadásakor):

16. táblázat A műveletsor előállításával párhuzamosan képzett vektorok a mintafeladat példáján

i	k (blokk sorszáma)	műveletek[i]	távolság[i] [m]	elemgyakoriság[i] [db]	blokkhossz[i]
1	1	F-3-II	-	60	4
2		H-10-III	10	60	
3		L-1-II	-	60	
4		H-10-I	10	60	
5	2	F/V-1-R	-	3	8
6		IM/V	-	3	
7		IV/V	-	3	
8		H/V-50-R	50	3	
9		L/V-2-R	-	3	
10		IM/V	-	3	
11		IV/V	-	3	
12		H/V-50-Ü	50	3	
13	3	IM/VT	-	1	3
14		IV/VT	-	1	
15		H/VT-60-R	60	1	

A vektorok előállítása a következő egyszerűsített pszeudo kódnak megfelelően történik.

```

Forminden blokkindex
  CaseBasedOnSzállításiEszköz[blokkindex]
    Case "Szállítási eszköz 1"
      proc1()
    Case "Szállítási eszköz 2"
      proc1()

```

//⁸

⁸ Minden blokk vizsgálatra kerül.


```

...
...
...
Case "Szállítási eszköz N - 1"
    proc1()
Case "Szállítási eszköz N"
    proc1()
End Case
End For

```

```

proc1()
    If visszatérés=True Then //9
        műveletszám = x1 //10
        Call proc
        For minden műveletre //11
            műveletek[hossz2+1] = adott műveletkód //12
            elemgyakorosság[hossz2+1] = megadott gyakoróság
            If műveletek[hossz2+1] = helyváltoztatás Then
                távolság[hossz2+1] = megadott távolság
                Incrementhossz2
            End If
        End For
    Else //13
        műveletszám= x2
        Call proc
        For minden műveletr e //14
            műveletek[hossz2+1]= adott műveletkód //15
            elemgyakorosság[hossz2+1]= megadott gyakoróság
            If műveletek[hossz2+1] = helyváltoztatás Then
                távolság[hossz2+1] = megadott távolság
                Increment hossz2
            End If
        end For
    End If
End proc1

```

```

proc()
    blokkhossz[blokkindex]=műveletszám
    kezdet[blokkindex]=[műveletek] elemszáma + 1
    hossz = [műveletek] elemszáma
    hossz2 = [műveletek] elemszáma
    Resize műveletek[hossz + műveletszám]
    Resize távolság[hossz + műveletszám]

```

⁹ Ha történik visszatérés.
¹⁰ A műveletszám a végzendő opcionális műveletektől függően értéket kap.
¹¹ Összes adott szállítási eszköznél előforduló műveletre (a visszaút figyelembevételével).
¹² Adott műveletkód a megadott paraméterek felhasználásával.
¹³ A műveletszám a végzendő opcionális műveletektől függően értéket kap.
¹⁴ Összes adott szállítási eszköznél előforduló műveletre a visszaút mellőzésével.
¹⁵ Adott műveletkód a megadott paraméterek felhasználásával

Resize elemgyakorítás[hossz + műveletszám]
End proc

Ezen tömbök segítségével már viszonylag egyszerűen meghatározhatók a műveletelemek időszükségei (*idő*[]). Mivel standardizált módon épülnek fel a műveletelem jelölések, azokhoz elegendő az adattáblában feltüntetett értékeket megkeresni és szükség esetén adott tényezővel (távolságértékkel) megszorozni. A műveletelemek időszükségletét ezután már csak a gyakoriságértékkel kell szorozni a kívánt táblázatos forma (lásd 2. táblázat) előállításához.

Ezzel azonban még nem kapjuk meg a Gantt-diagram bemeneti tartományát. A kiíratást úgy kell megvalósítani, hogy annyiszor írja ki minden blokkhoz tartozó műveletsort, ahány szubciklus valósul meg. Az eljárás folyamatát a 13. ábra szemlélteti.

A program kezelése során megadott paraméterek vektorai (melyek a kiíratáshoz szükségesek):

- részfolyamat gyakorisága: *gyakorítás*(60; 3; 1; 3; 60; 1);
- szubciklusok száma: *szubciklus*(3; 3; 1; 3; 3; 1);
- indítási feltétel: *indítás*(–; 20; 3; 1; 1; 3);
- átadási-átvételi pont: *átadás*("L"; "L"; "L"; "H"; "L"; "F");

A megadott vektorokból már a műveletsor generálásakor előállítottunk egy újabb vektort a *blokkhossz*(4; 8; 3; 8; 4; 3) tömböt, mely az adott blokkokhoz tartozó műveletszámokat tárolja.

Ebből előállítható az a vektor, mely a minden blokkra megmondja a kezdő műveletéhez tartozó egyszerű (szubciklusok figyelembevétele nélküli) kiíratási sorszámát:

$$kezdet[0] = 1,$$

$$kezdet[i] = kezdet[i - 1] + blokkhossz[i - 1], \quad \text{ha } i > 1,$$

vagyis:

$$kezdet(1; 5; 13; 16; 24; 28).$$

A *blokkhossz* és *szubciklus* vektorból pedig rekurzív módon előáll a ténylegesen szükséges kiíratási rendet meghatározó vektor (*kezdet2*):

$$kezdet2[0] = 1,$$

$$\mathit{kezdet2}[i] = \mathit{kezdet2}[i - 1] + \mathit{szubciklus}[i - 1] \cdot \mathit{blokkhossz}[i - 1], \quad \text{ha } i > 1,$$

vagyis:

$$\mathit{kezdet2}(1; 13; 37; 40; 64; 76).$$

A szubciklusokhoz tartozó (kiírandó) gyakoriságértékeket (*kiírgyak*) egy egyszerű hányados képzéssel kapjuk meg:

$$\mathit{kiírgyak} = \frac{\mathit{gyakoriság}}{\mathit{szubciklus}},$$

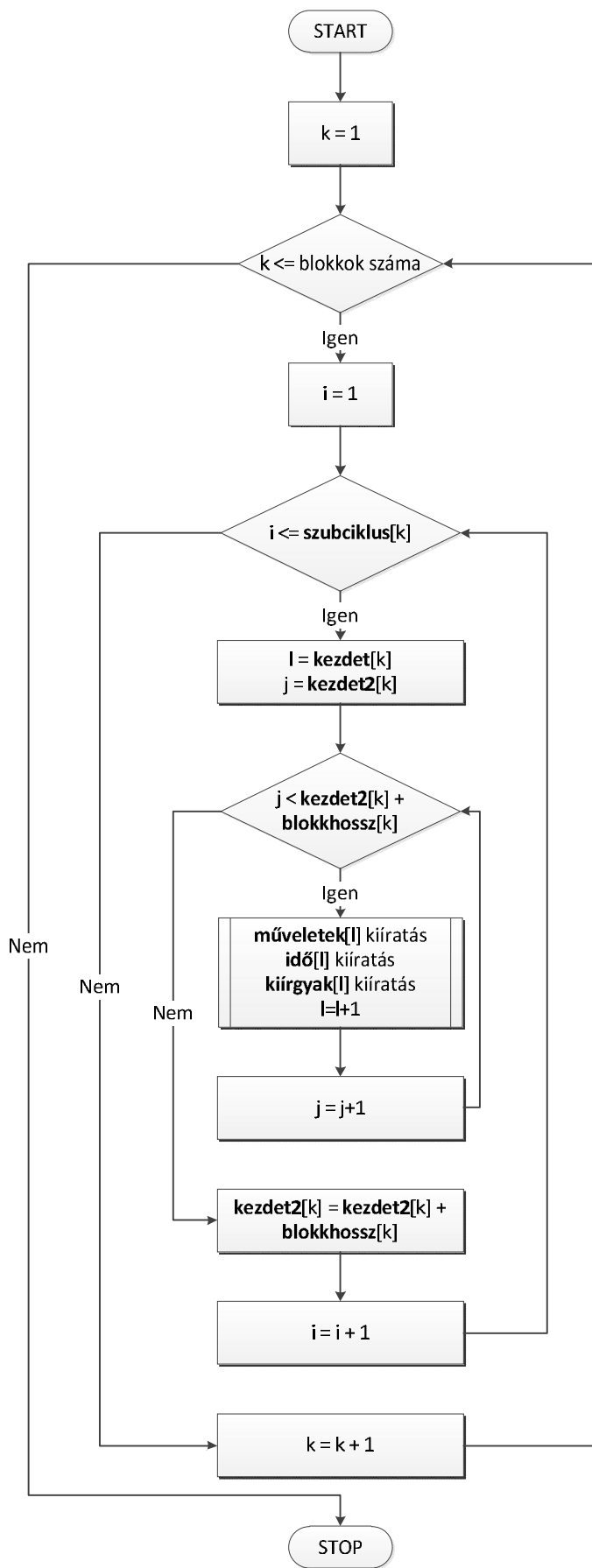
ezzel:

$$\mathit{kiírgyak}(20; 1; 1; 1; 20; 1).$$

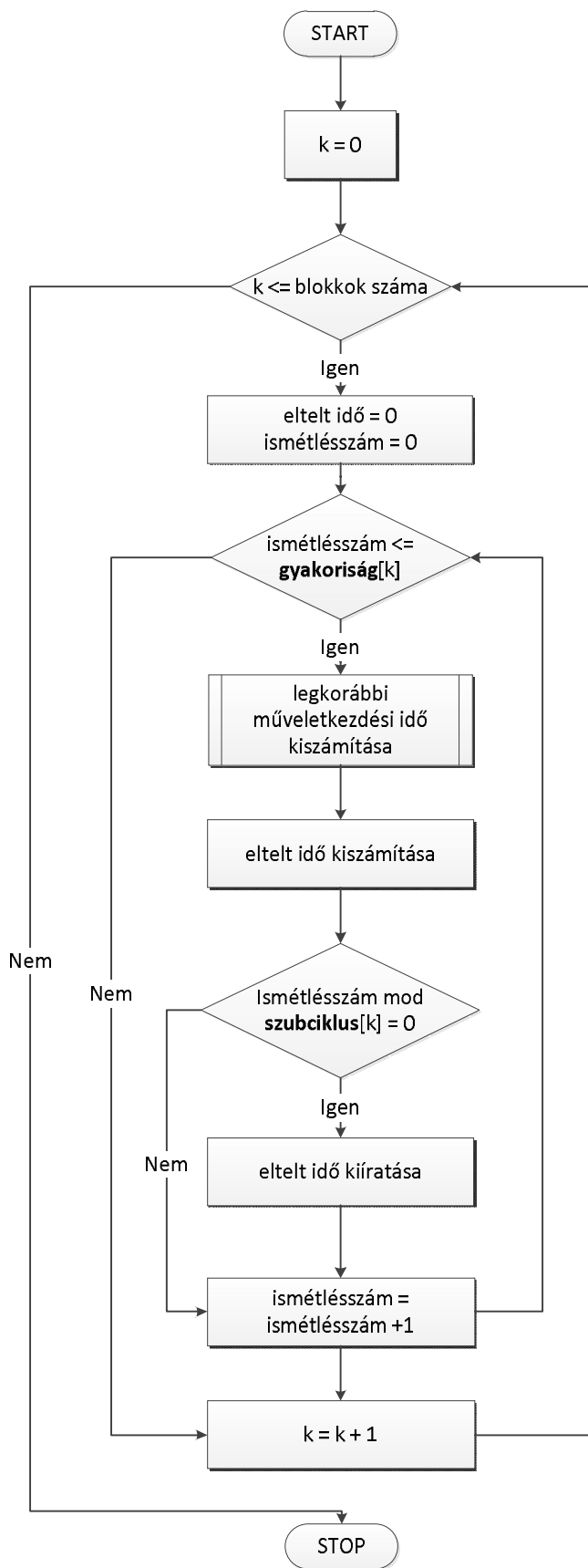
Ezen vektorok segítségével nemcsak a dokumentációnak és diagramábrázolásnak megfelelő adatstruktúrát tudjuk előállítani, de a tényleges kumulált idősort is.

Ez utóbbi számítása során figyelembe vesszük, hogy minden feltétel adott-e a következő részfolyamat indulásakor. Ha igen, akkor az adott szubciklus szempontjából ez lesz a referenciaidő. (Vagyis nem a számítások során kapott legnagyobb idő, hanem a legkorábbi idő, amikor az adott szubciklus elindulhat.) Az ábrázolhatósági és értelmezhetőségi okokból célszerűen leegyszerűsített ábra a következő (14. ábra).

Miután a műveletsor a kívánt formában kiíratásra került – mely egyből mutatja minden szubciklus esetén a kezdési időtartamot és a befejezési időtartamot – ebből, az egyes műveletelemek kihagyásával, csupán a szállítási eszközökhöz tartozó szubciklusok, azok kezdési és foglaltsági idejének (befejezési idő és kezdési idő különbsége) felhasználásával ábrázolható a teljes folyamat időhorizontja. Bár az Excelben nincsen alapértelmezett Gantt-diagram készítő, ehhez hasonló a beépített szalagdiagram, mely kis módosításokkal az elvárt képet mutatja. Ezzel az előterv szinten elérni kívánt dokumentáció teljesnek mondható.



13. ábra A teljes folyamat műveletsorának szubciklusokra való felosztása



14. ábra Szubciklusokhoz tartozó kumulált idősorok képzése és kiíratása

4. Példák a program futási eredményeire

A következőkben bemutatom a mintafeladatra adott paraméterek esetén kapott futási eredményeit, majd egy további tetszőleges esetet.

1) Mintafeladat

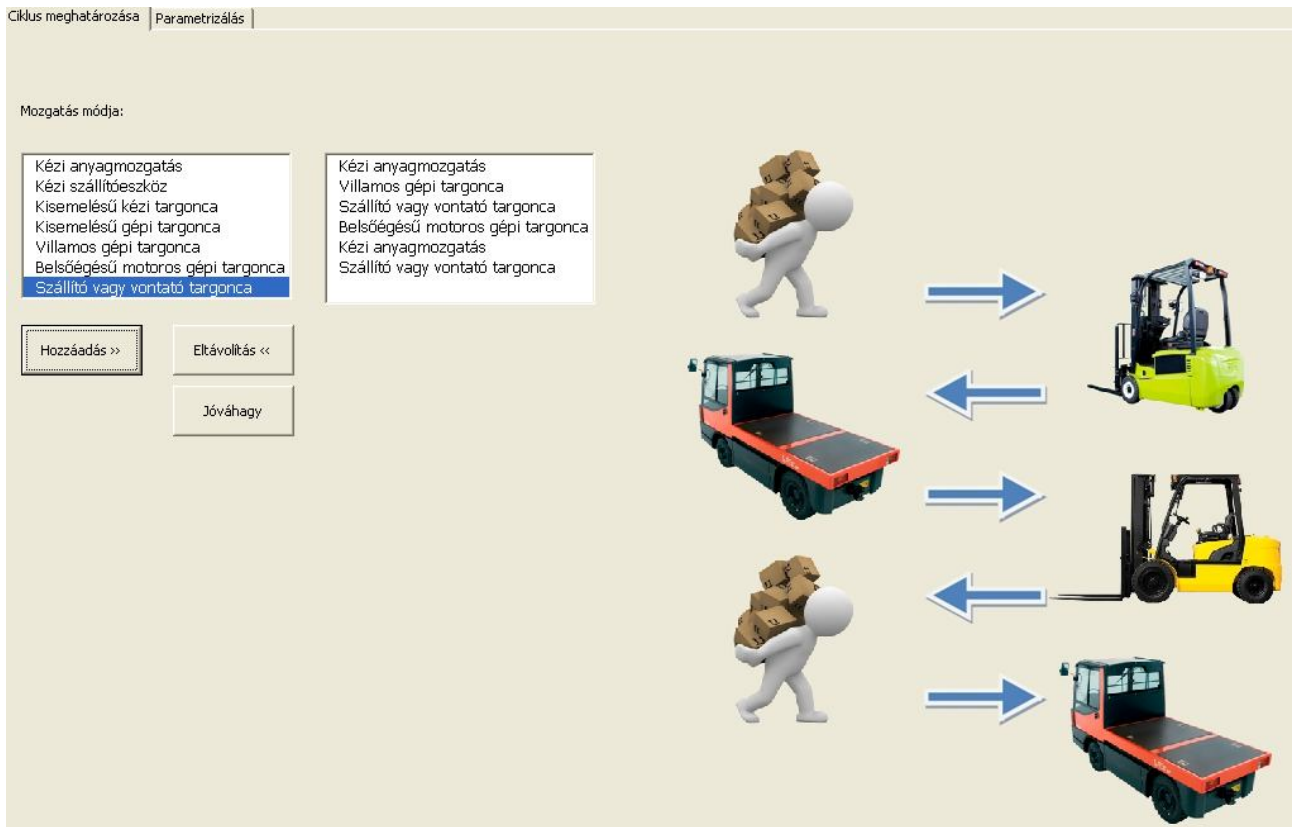
A folyamat 3 db egységtrakomány összeállításával veszi kezdetét. Ez segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatással történik, átlagosan s_1 úton. Egy egységtrakomány összesen 20 (inhomogén) kartondobozból (és a rakodólappól) áll. A dobozok átlagos tömege 15 kg. Amint egy egységtrakomány elkészült – a lehető legrövidebb teljes folyamatra vonatkoztatott ciklusidő érdekében – azt egy villamos gépi emelőtargonca átlagosan s_2 úton egy szállítótargoncához mozgatja és arra ráteszi. Amikor mind a 3 összekészített paletta ily módon a szállítótargoncára került, az elviszi rakományát egy s_3 távolságra levő lerakóhelyre. Ott egy belsőégésű motoros gépi targonca leveszi a palettákat, és egy s_4 távolsággal arrébb levő helyre mozgatja. Ezen a helyen további műveletvégzés céljából (pl.: homogén egységek képzése) az inhomogén egységeket szétszedik. Ezt szintén segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatók végzik dobozonként átlagosan s_5 mozgatósi távolságok megtételével. A kézi anyagmozgatók akkor kezdhetik a munkát, amikor az első egységtrakományt a targonca lehelyezte a megfelelő pozícióba. Amint pedig az utolsót is leemelte a szállítótargonca platójáról, az visszaindulhat üresen s_3 úton az újabb rakomány felvételének helyszínére. A megadott és a további adatokat a 17. táblázat tartalmazza.

Az adatok tehát a következők:

17. táblázat Az 1. feladat adatai

	Paraméterek		
Doboz	$m=15$ [kg]		
1. kézi anyagmozgatás	$s_1=5$ [m]	$h_{11}=0,2$ [m]	$h_{12}=0,75$ [m]
Villamos gépi targonca	$s_2=25$ [m]	$h_{21}=0,1$ [m]	$h_{22}=1$ [m]
Szállító targonca	$s_3=200$ [m]		
Belsőégésű motoros targonca	$s_4=20$ [m]	$h_{41}=1$ [m]	$h_{42}=0,1$ [m]
2. kézi anyagmozgatás	$s_5=3$ [m]	$h_{51}=0,75$ [m]	$h_{52}=0,8$ [m]

A folyamatot az alábbi (15. ábra) képernyőn lehet megadni.



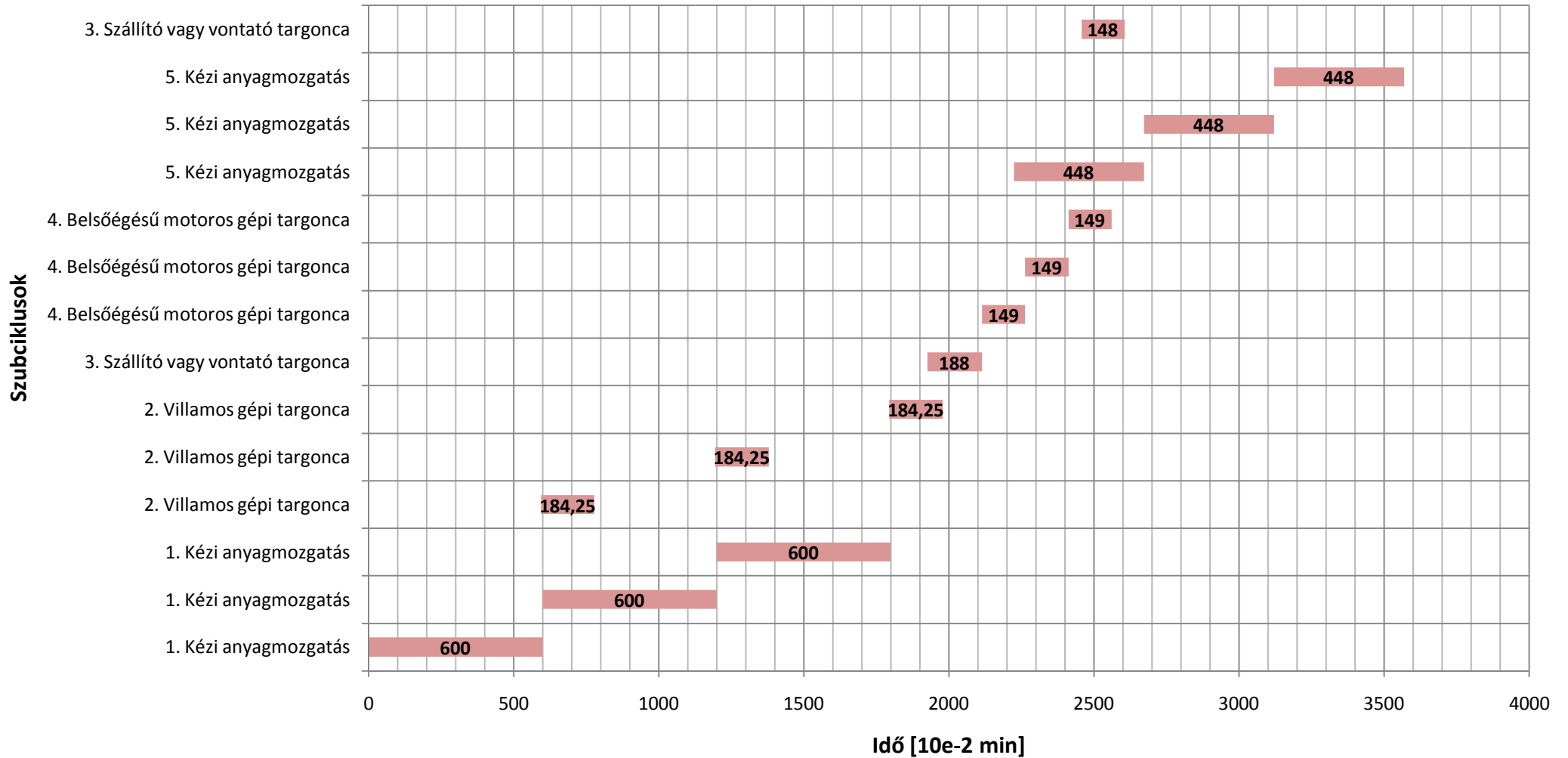
15. ábra A folyamat megadása a szállítási eszközök kiválasztásával

A paramétereket egy a korábban már látott blokkstruktúrában adhatjuk meg az 7. melléklet látható módon. A program futásának eredményeképpen kapott Gantt-diagramot a 16. ábra mutatja. A dokumentációt további részeként kapott művelet- és adatsor táblát a 8. melléklet tartalmazza.

A Gantt-diagram szemléletesen mutatja az egyes paraméterek gépi ciklusidőre, szubciklus időre gyakorolt hatását (lásd üres menet – rakott menet, rakományfelvételi és lerakási szintek stb.), és mivel az részfolyamatok közti átvételi-átadási pontok értelmezése megtörtént, ezáltal a teljes folyamat szimulációja is realisabb lett, a levonható következtetések megbízhatósága is jelentős mértékben nő. A 16. ábra mutatja, hogy a valamivel több, mint 35,5 perces (35,68 perc) ciklusidő nagy részét az egységgrakományok kézi manipulációs részfolyamatai teszik ki (~31 perc).

Ebből adódóan a teljes ciklusidőt változatlan topológiai paraméterek mellett csak úgy lehet csökkenteni, ha a szétszedési folyamatot hozzuk minél előrébb.

Gantt-diagram



16. ábra Az 1. feladat Gantt-diagramja

2) Feladat

A 2. feladatban megvizsgálom az előbb felvázolt eset módosított változatát, szemlélítve ezzel a tervezés egyszerűségét.

A kezdő és befejező részfolyamat legyen ugyanaz: inhomogén egységakományok összekészítése folyik egy raktár adott részén, majd az összekészített egységeket egy másik pozícióban szortírozzák. A 2 részfolyamat paraméterei az előzőekben látottakkal megegyezik, azonban a kettő között kiiktatjuk a szállító targonca ciklust. Azt láttuk, hogy a szállító targonca operációs ideje nem volt meghatározó a teljes folyamatot illetően, ugyanakkor az a tény, hogy 3 egységakomány elkészültét kellett bevárnia, nagyban megnövelte a folyamat ciklusidejét. Ugyanis ennek volt köszönhető, hogy a szortírozási folyamat meglehetősen későn vehette csak kezdetét. Azt várjuk tehát, hogy a szállító vagy vontató targonca folyamatból való kiemelésével redukálhatjuk a teljes időszükségletet.

Jelen esetben tehát a 2 segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatási folyamatot közvetlenül, 1 gép kösse össze. A szállító targonca mellőzésével viszont elegendő kisemelésű gép alkalmazása is. Logikus választásnak egy vezetőállásos kisemelésű gépi targonca tűnik. Azonban a jelenlegi programba nincs ilyen gép implementálva, csak gyalogkíséretű kisemelésű gépi targonca vagy villamos gépi targonca az ami szóba jöhet. Mivel a rakomány mozgatásakor a helyzetváltoztatás lesz a meghatározó tényező, ezért a villamos gépi targoncával szimulálható legjobban az említett eset.

Ne feledjük azonban, hogy:

- egyrészt ennek a gépnek a szállítási kapacitása az 1 paletta,
- másrészt neki kell megtennie a szállító targonca útját is.

Az adatok a 18. táblázatban kerültek összefoglalásra. Ezeket és a blokkok (szállítási eszközök) közötti kapcsolatokat a programban a 17. ábrának megfelelően lehet megadni.

18. táblázat A 2. feladat adatai

Paraméterek			
Doboz	$m=15$ [kg]		
1. kézi anyagmozgatás	$s_1=5$ [m]	$h_{11}=0,2$ [m]	$h_{12}=0,75$ [m]
Villamos gépi targonca	$s_2=245$ [m]	$h_{21}=0,1$ [m]	$h_{22}=0,1$ [m]
2. kézi anyagmozgatás	$s_3=3$ [m]	$h_{31}=0,75$ [m]	$h_{32}=0,8$ [m]

The screenshot shows a software interface for parameter configuration. At the top, there are tabs for 'Ciklus meghatározása' and 'Parametrizálás'. Below, there are three main sections, each with a dropdown menu to select a stage (1, 2, or 3). Each section contains two columns: 'Felvétel' (Pickup) and 'Lerakás' (Storage). The parameters for each stage are as follows:

- Stage 1 (Kézi anyagmozgatás):**
 - Mass [kg]: 15
 - Height [m]: 0,2
 - Distance [m]: 5
 - Frequency: 60
 - Sub-cycle count: 3
 - Return:
- Stage 2 (Villamos gépi targonca):**
 - Mode: Rakott, Üres
 - Height [m]: 0,1
 - Distance [m]: 245
 - Frequency: 3
 - Sub-cycle count: 3
 - Return:
 - Transfer point: 1 (Lerakás)
 - Start condition: 20
- Stage 3 (Kézi anyagmozgatás):**
 - Mass [kg]: 15
 - Height [m]: 0,75
 - Distance [m]: 3
 - Frequency: 60
 - Sub-cycle count: 3
 - Return:
 - Transfer point: 2
 - Start condition: 1

17. ábra A 2. feladat paraméterbeállítási képernyője

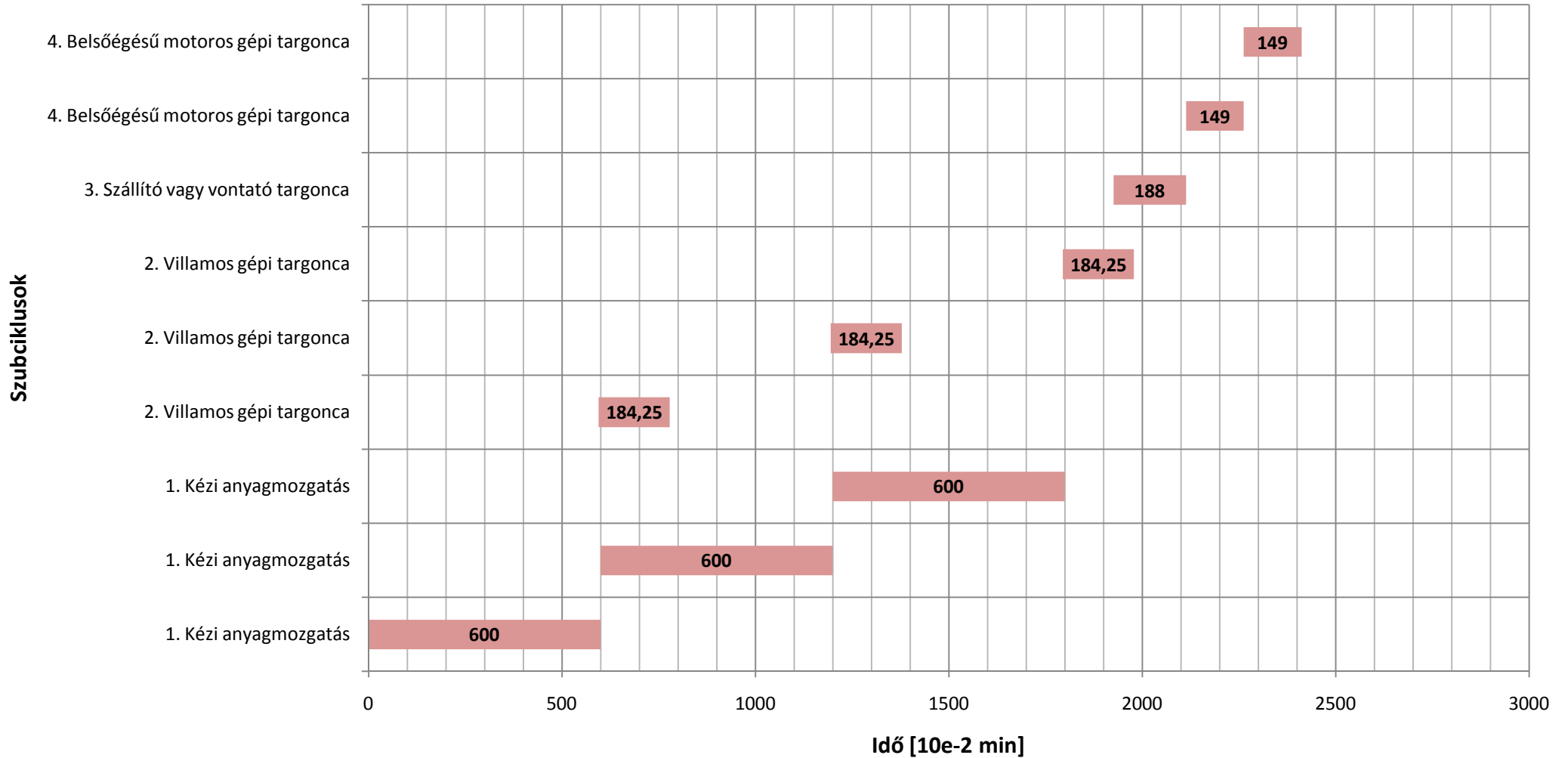
A program futtatásának eredményeképpen a 18. ábrán látható Gantt-diagramot kapjuk.

Látható, hogy ez alapján:

- nem egyszerűen csak megspórolhatjuk egy gépnek (szállító vagy vontató targonca) beruházását, de
- még a teljes folyamat ciklusidejét is jelentősen sikerült faragni ~35,5 percről ~25,5 percre, vagyis majdnem az eredeti idő harmadával.

Változott abban a tekintetben is a folyamat, hogy most már a szortírozás kezdetét nem az előző egység szortírozásának befejezése határozza meg, hanem a villamos targonca megérkezése és rakományelhelyezése.

Gantt-diagram



18. ábra A 2. feladat Gantt-diagramja

Összefoglalás

Az anyagmozgatási időszükséglet-tervezés vitathatatlanul az egyik legfontosabb része egy logisztikai rendszerterv fizikai folyamatainak kialakítása során. Szoros összefüggésben áll az adott logisztikai rendszer telepítési elrendezésével, meghatározza a szükséges gépszámot, hatással van a megvalósuló folyamatokra és munkarendre is.

Dolgozatom első fejezetében az alkalmazási terület és tervezési folyamat lehatárolását követően az elsősorban előtervezési szinten alkalmazott eljárásokat mutattam be, hangsúlyozva egyúttal azok jelentőségét. Kitértem a táblázatokon alapuló módszerekre – ezek közül is külön bemutatva a szakaszos működésű anyagmozgató gépek időszükséglet tervezésére megalkotott AIM (Anyagmozgatási Időszükséglet Meghatározás) eljárást.

A táblázatos időszükséglet meghatározását támogató módszerek előnyeit és hátrányait megvilágítva, azok módszertanának egy szoftveres támogatással egybekötött frissítését tűztem ki célul. Ehhez először, a második fejezetben:

- a későbbi kiegészítéseket, táblázatbővítéseket szem előtt tartva újragondoltam és standardizáltam az AIM jelölésrendszeréből kiindulva a táblázatos technikák műveletjelölési eljárását, valamint
- definiáltam az AIM táblázatokban előforduló szállítási eszközök standard irreducibilis műveletsorait, megteremtve ezzel a vizsgált szállítási módok által végzett tetszőleges folyamatok építőköveit.

A standardizálási folyamatok eredményeképpen megkezdődhetett az időszükséglet-tervezés szoftveres megvalósításának kiépítése. A harmadik fejezetben bemutatam többek között egy felhasználóbarát kezelőfelület felépítésével párhuzamosan:

- a szállítási eszközökhöz tartozó részfolyamatok paraméterezésének egy lehetséges kialakítását,
- tüzetesen megvizsgáltam a több gép alkotta folyamatok esetén felmerülő átadási-átvételi pontok problémáját.

Ez utóbbival a valóságos folyamatokat jobban modellező algoritmust építhettem fel, elkerülve a részfolyamatok egyszerű szekvenciális logikájából adódó felülméretezés problematikáját. Mindez egyúttal követi a "papír alapú" manuális tervezés megfontolásait, ugyanakkor azt a program számítási ideje (~1 s) alatt.

A kialakított program automatikusan létrehozza tetszőleges számú részfolyamat esetén a teljes folyamat Gantt-diagramját, támogatva ezzel is a tervezést, valamint az előterv szintű folyamatváltozatok összehasonlítását.

A negyedik fejezetben a program használata illetve futási eredményei kettő példán keresztül került részletesebben bemutatásra.

Célom a dolgozattal annak kézzelfogható eredményén kívül az volt, hogy egy hosszabb folyamat indulásaként egy olyan tervezéstámogató szoftver kerüljön megalkotásra, mely a standardizálásra támaszkodva és az általánosság elvét szem előtt tartva a későbbiek során új, tetszőleges géppel bővíthető legyen vagy akár alkalmas legyen gépspecifikus adatokkal való számolásra, ezzel is növelve a tervezési pontosságot.

Ábra- és táblázatjegyzék

1. ábra Az AIM táblázatok használatának főbb lépései [3].....	9
1. táblázat Az AIM módszer előnyei, hátrányai.....	10
2. táblázat Az AIM módszer során általánosságban alkalmazott jelölésrendszer [4].....	13
2. ábra A lehetséges műveletelemek előállítása.....	15
3. táblázat Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	18
3. ábra Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás ismétlődő műveletblokkja.....	18
4. táblázat Kézi szállítóeszkőzzel történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése.....	19
4. ábra Kézi szállítóeszköz ismétlődő műveletblokkja	18
5. ábra Kisemelésű kézi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja	19
5. táblázat Kisemelésű kézi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	19
6. táblázat Kisemelésű gépi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	20
6. ábra Kisemelésű gépi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja	20
7. táblázat Villamos gépi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	21
7. ábra Villamos és belsőégésű motoros gépi emelőtargonca ismétlődő műveletblokkja	20
8. táblázat Belsőégésű motoros gépi emelőtargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	21
9. táblázat Villamos szállító vagy vontatótargoncával történő anyagmozgatás műveletsora és annak értelmezése	22
8. ábra Villamos szállító vagy vontatótargonca ismétlődő műveletblokkja.....	22
9. ábra Példa soros és párhuzamos folyamatokra egy teljes cikluson belül	28
10. ábra Átadási pont szerepe a ciklusidő meghatározásában	30
10. táblázat Ismétlődő műveletelemek kiírása egyesével.....	32
11. táblázat Ismétlődő műveletelemek kiírása 1 csoportban	33
12. táblázat Célszerűen tagolt műveletsor kiírás.....	33
13. táblázat Példa a szállítási eszközönként eltérő egységgrakományra és kezelési egységre.....	34
14. táblázat Szubciklusok számának kialakítása.....	35
11. ábra A mintafeladat áruösszekészítési és szállítási szakaszának függőségi paraméterei.....	36
12. ábra Várakozási idő a vizsgált részfolyamatok időszükségletének viszonyától függően.....	37
15. táblázat Paramétervektorok képzése.....	38

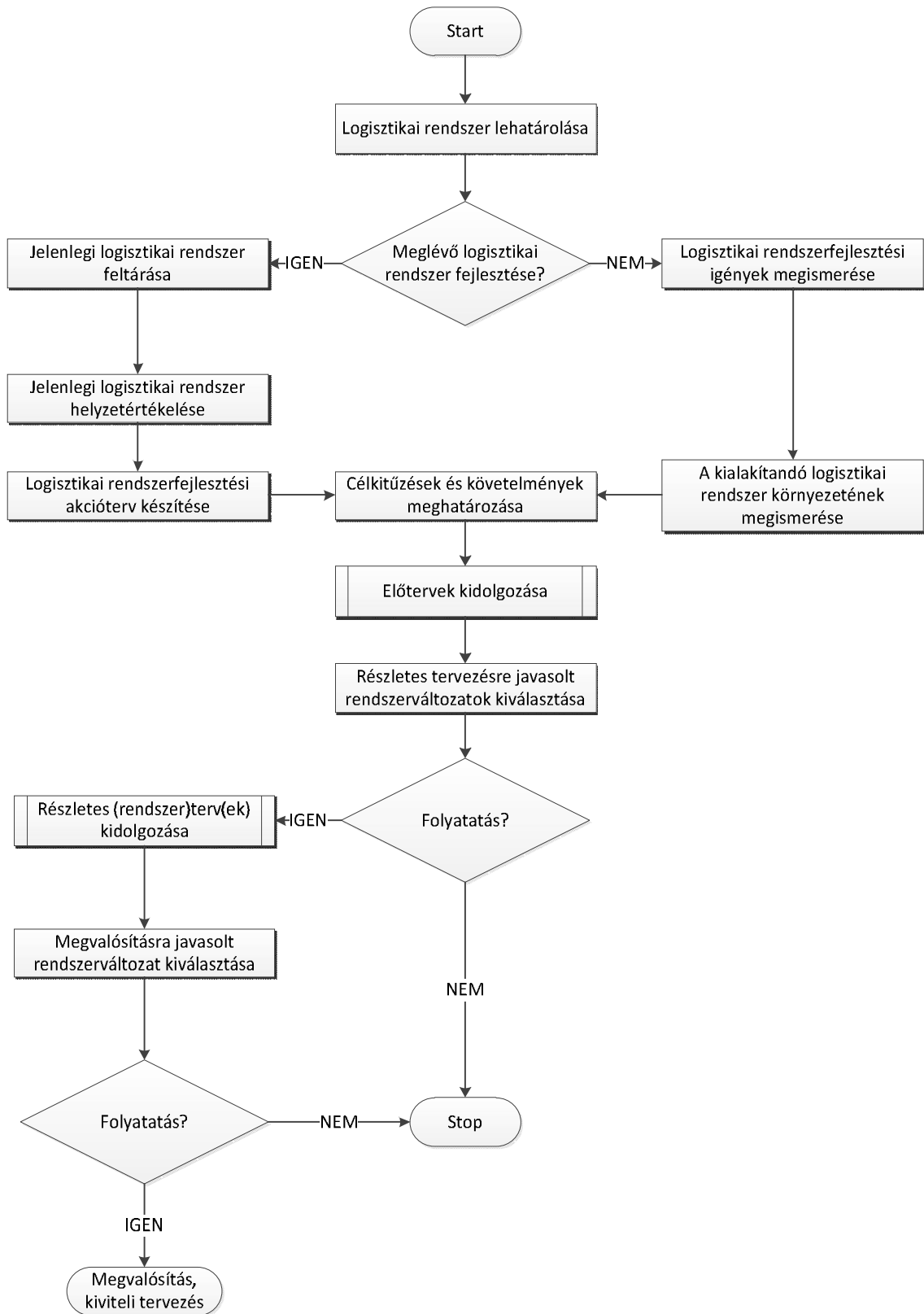
16. táblázat A művelet sor előállításával párhuzamosan képzett vektorok a mintafeladat példáján.....	40
13. ábra A teljes folyamat művelet sorának szubciklusokra való felosztása.....	44
14. ábra Szubciklusokhoz tartozó kumulált idősorok képzése és kiírása	45
17. táblázat Az 1. feladat adatai	46
15. ábra A folyamat megadása a szállítási eszközök kiválasztásával	47
16. ábra Az 1. feladat Gantt-diagramja	48
18. táblázat A 2. feladat adatai.....	50
17. ábra A 2. feladat paraméterbeállítási képernyője	50
18. ábra A 2. feladat Gantt-diagramja	51

Felhasznált irodalom

- [1] BÓNA Krisztián (2013) *Anyagmozgatási, raktározási rendszerek tervezése - Logisztikai rendszerek tervezése* [egyetemi előadás]. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest.
- [2] KOVÁCS Péter (2010) *Üzemszervezés* [egyetemi előadás jegyzet]. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest.
- [3] PREZENSZKY József (2002), *Logisztika II*, Budapest, Műegyetemi Kiadó
- [4] KOVÁCS Gábor (2013) *Anyagmozgatási folyamatok – Az anyagmozgatás időszükségletének meghatározása* [egyetemi előadás]. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest.

Melléklet

1. melléklet A tervezés menetének egyszerűsített folyamatábrája [1]



2. melléklet AIM táblázat I.

Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás						Anyagmozgatás kézi szállítóeszkővel					
H Helyváltotatás						HKK Helyváltotatás					
Jel		A rakomány tömege [kg]		Időigény [10 ⁻² min/m]		Jel		A rakomány tömege [kg]		Időigény [10 ⁻² min/m]	
										Húzás	Tolás
H-...-I		< 2		1,1		HKK-...-I		< 100		1,2	1,4
H-...-II		2..5		1,4		HKK-...-II		100..250		1,4	1,7
H-...-III		5...20		1,7		HKK-...-III		250..500		1,7	2,2
H-...-IV		20...50		2,0		HKK-...-IV		500..1000		2,4	3,0
F Rakományfelvétel						I Indítás és megállás					
Időigény [10 ⁻² min/m]						Jel		A rakomány tömege [kg]		Időigény [10 ⁻² min/m]	
A rakomány tömege [kg]		0..10	10..20	20..30	30..40					40..50	Húzás
Szint [m]	Jel	I	II	III	IV	V					
0..0,7	1	8	10	11	15	16	IM - I	< 100	6,0	3,5	
0,7..1,4	2	6	8	10	13	14	IM - II	100..250	7,0	5,5	
1,4..2,1	3	10	12	13	15	17	IM - III	250..500	9,0	7,0	
L Rakománylehelyezés						IM - IV	500..1000	11,0	9,0		
Időigény [10 ⁻² min/m]						Rakodás kisemelésű kézi emelőtargoncával					
A rakomány tömege [kg]		0..10	10..20	20..30	30..40	40..50	F Rakományfelvétel		L Rakománylehelyezés		
Szint [m]	Jel	I	II	III	IV	V					
0..0,7	1	6	7	8	11	12	Időigény [10 ⁻² min/m]		Időigény [10 ⁻² min/m]		
0,7..1,4	2	4	6	8	9	11					
1,4..2,1	3	8	9	10	11	12	30		25		

3. melléklet AIM táblázat II.

Anyagmozgatás villamos gépi emelőtargonccal					Anyagmozgatás belsőégésű motoros gépi emelőtargonccal					Anyagmozgatás kisemelésű gépi emelőtargonccal				
HV Helyváltoztatás					HB Helyváltoztatás					HKT Helyváltoztatás				
Mód	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]			Mód	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]			Mód	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]		
Üresen	HV-...Ü	0,75			Üresen	HB-...Ü	0,45			Üresen	HKT-...Ü	1,0		
Rakottan	HV-...R	0,90			Rakottan	HB-...R	0,50			Rakottan	HKT-...R	1,5		
F Rakományfelvétel					F Rakományfelvétel					F Rakományfelvétel		L Rakománylehelyezés		
Időigény [10 ⁻² min/m]					Időigény [10 ⁻² min/m]									
Szintmagasság [m]	0..0,7	0,7..1,2	1,2..2,4	2,4..3,6	Szintmagasság [m]	0..0,7	0,7..1,2	1,2..2,4	2,4..3,6	Időigény [10 ⁻² min/m]				
Rakódólap	Jel	1	2	3	4	Rakódólap	Jel	1	2	3	4	22	20	
Üres	Ü	25	35	60	85	Üres	Ü	25	40	60	95	Egyéb tevékenység		
Rakott	R	30	40	65	90	Rakott	R	30	45	65	100	Megnevezés	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]
L Rakománylehelyezés					L Rakománylehelyezés					Indítás és megállás		IM	18	
Időigény [10 ⁻² min/m]					Időigény [10 ⁻² min/m]					Írányváltás		IV	11	
Szintmagasság [m]	0..0,7	0,7..1,2	1,2..2,4	2,4..3,6	Szintmagasság [m]	0..0,7	0,7..1,2	1,2..2,4	2,4..3,6	Anyagmozgatás villamos szállító vagy vontatótargonccal				
Rakódólap ¹⁶	Jel	1	2	3	4	Rakódólap	Jel	1	2	3	4	HVT Helyváltoztatás		
Üres	Ü	25	40	60	95	Üres	Ü	20	40	65	85	Mód	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]
Rakott	R	30	45	65	100	Rakott	R	25	45	70	90	Üresen	HVF-...-Ü	0,6
Egyéb tevékenységek					Egyéb tevékenységek					Rakottan		HVF-...-R	0,8	
Egyéb tevékenységek					Egyéb tevékenységek					Egyéb tevékenység				
Megnevezés	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]			Megnevezés	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]			Megnevezés	Jel	Időigény [10 ⁻² min/m]		
Indítás és megállás	IM	16			Indítás és megállás	IM	17			Indítás és megállás	IM	15		
Írányváltás	IV	18			Írányváltás	IV	13			Írányváltás	IV	13		
Szintváltás	SZV	15			Szintváltás	SZV	11			Pótkocsi fel- vagy lekapcs.	PK	80		

¹⁶ Vagy emelőtargonccal mozgatott egyéb egységgrakomány.

4. melléklet AIM eljárás korrekciós tényezői

A pihenési tényező (p) értékei				
A tevékenység megnevezése		A rakomány tömege [kg]	A pihenési tényező	
Segédeszköz nélküli kézi anyagmozgatás		< 2	0,05	
		2...5	0,1	
		5...20	0,2	
		20...50	0,3	
Kézi szállítóeszközzel végzett anyagmozgatás		< 100	0,1	
		100...250	0,2	
		250...500	0,25	
		500...1000	0,3	
Gépi anyagmozgatás			0,05	
Szellemi tevékenység			0,1	
A környezeti tényező (k) értékének meghatározása				
A minősítés szempontjai			Minősítő pontszám	
	(B-l) értéke egyirányú	(B-2·l) értéke kétirányú forgalom esetén		
A közlekedő utak szélessége 10 m-nél hosszabb utak esetén (KSZ)		> 0,6 m	> 0,9 m	1
		0,4...0,6 m	0,4...0,9 m	3
		0,2...0,4 m	0,3...0,6 m	5
		< 0,2 m	< 0,3 m	8
A közlekedő utak lejtése (UL)	A teljes úthosszon	0 %		1
	A teljes úthossz 50 %-ánál kisebb hosszón	< 1 %		1
		1...5 %		2
		5...10 %		3
		> 10 %		4
	A teljes úthossz 50 %-ánál nagyobb hosszón	< 1 %		2
		1...5 %		4
		5...10 %		6
> 10 %		8		
A megvilágítás erőssége (ME)		> 150 lx nappali fény		1
		100...150 lx jó		2
		75...100 lx közepes		3
		< 75lx gyenge		4
A minősítő pontszámok összege (MPÖ)	A környezeti tényező értéke (k)			
3	0,05			
4...6	0,1			
7...9	0,15			
10...12	0,2			
13...15	0,25			
16...17	0,3			
18	0,4			

B: a közlekedő út szélességi mérete [m]

l: a rakománynak, illetve a szállítóeszköznek a haladás irányára merőleges maximális mérete [m]

KSZ=1 veendő akkor is, ha az útszélessége nem korlátozott

5. melléklet Az egyes szállítási eszközök során beállítható AIM paraméterek¹⁷

<p>Kézi anyagmozgatás <input type="text" value="1"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td>Tömeg [kg]</td> <td>Tömeg [kg]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">1</p>	Felvétel	Lerakás	Tömeg [kg]	Tömeg [kg]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="1"/>		Szubciklus szám <input type="text"/>		<p>Kézi szállítóeszköz <input type="text" value="1"/></p> <p>Szállítás</p> <p>Tömeg [kg]</p> <p><input type="text"/></p> <p><input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás</p> <p>Távolság [m]</p> <p><input type="text"/></p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p style="text-align: right;">1</p>	<p>Kisemelésű kézi targonca <input type="text" value="1"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td>Tömeg [kg]</td> <td>Tömeg [kg]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás</td> <td><input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">1</p>	Felvétel	Lerakás	Tömeg [kg]	Tömeg [kg]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás	<input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="1"/>		Szubciklus szám <input type="text"/>	
Felvétel	Lerakás																																							
Tömeg [kg]	Tömeg [kg]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
Szint [m]	Szint [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
Távolság [m]	Távolság [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
	<input type="checkbox"/> Visszatérés																																							
Gyakoriság <input type="text" value="1"/>																																								
Szubciklus szám <input type="text"/>																																								
Felvétel	Lerakás																																							
Tömeg [kg]	Tömeg [kg]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
<input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás	<input type="radio"/> Húzás <input type="radio"/> Tolás																																							
Távolság [m]	Távolság [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
	<input type="checkbox"/> Visszatérés																																							
Gyakoriság <input type="text" value="1"/>																																								
Szubciklus szám <input type="text"/>																																								
<p>Kisemelésű gépi targonca <input type="text" value="1"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">1</p>	Felvétel	Lerakás	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="1"/>		Szubciklus szám <input type="text"/>		<p>Villamos gépi targonca <input type="text" value="1"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> <td><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text"/></td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Szubciklus szám <input type="text"/></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">1</p>	Felvétel	Lerakás	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text"/>	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság <input type="text" value="1"/>		Szubciklus szám <input type="text"/>		<p>Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="1"/></p> <p>Szállítás</p> <p><input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</p> <p><input type="checkbox"/> Pótkocsi felvagy lekapcs.</p> <p>Távolság [m]</p> <p><input type="text"/></p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p style="text-align: right;">1</p>				
Felvétel	Lerakás																																							
<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																							
Távolság [m]	Távolság [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
	<input type="checkbox"/> Visszatérés																																							
Gyakoriság <input type="text" value="1"/>																																								
Szubciklus szám <input type="text"/>																																								
Felvétel	Lerakás																																							
<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																							
Szint [m]	Szint [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás																																							
Távolság [m]	Távolság [m]																																							
<input type="text"/>	<input type="text"/>																																							
	<input type="checkbox"/> Visszatérés																																							
Gyakoriság <input type="text" value="1"/>																																								
Szubciklus szám <input type="text"/>																																								

¹⁷ A belsőégésű motoros gépi targonca blokkja nem került külön feltüntetésre, az megegyezik a villamos gépi targoncaéval.

6. melléklet Átadási - átvételi pont megadása a programban

<p>Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="1"/></p> <p>Szállítás <input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</p> <p><input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.</p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p>1</p>	<p>Villamos gépi targonca <input type="text" value="2"/></p> <p>Felvétel <input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</p> <p>Lerakás <input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</p> <p>Szint [m] <input type="text"/></p> <p>Szint [m] <input type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> Szintváltás</p> <p><input type="checkbox"/> Szintváltás</p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> Visszatérés</p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p>Átadási pont <input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Érkezés"/></p> <p>Indítási feltétel <input type="text"/></p> <p>2</p>
<p>Kézi anyagmozgatás <input type="text" value="3"/></p> <p>Felvétel Tömeg [kg] <input type="text"/></p> <p>Lerakás Tömeg [kg] <input type="text"/></p> <p>Szint [m] <input type="text"/></p> <p>Szint [m] <input type="text"/></p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p><input type="checkbox"/> Visszatérés</p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p>Átadási pont <input type="text" value="2"/> <input type="text"/></p> <p>Indítási feltétel <input type="text"/></p> <p>3</p>	<p>Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="1"/></p> <p>Szállítás <input type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</p> <p><input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.</p> <p>Távolság [m] <input type="text"/></p> <p>Gyakoriság <input type="text" value="1"/></p> <p>Szubciklus szám <input type="text"/></p> <p>Átadási pont <input type="text" value="2"/> <input type="text"/></p> <p>Indítási feltétel <input type="text"/></p> <p>4</p>

7. melléklet Az 1. feladat paraméterbeállítási képernyője

<p>Kézi anyagmozgatás <input type="text" value="1"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td>Tömeg [kg]</td> <td>Tömeg [kg]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="15"/></td> <td><input type="text" value="15"/></td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="0,2"/></td> <td><input type="text" value="0,75"/></td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="5"/></td> <td><input type="text" value="5"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> <td><input type="text" value="60"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">1</p>	Felvétel	Lerakás	Tömeg [kg]	Tömeg [kg]	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0,75"/>	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság	<input type="text" value="60"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>	<p>Villamos gépi targonca <input type="text" value="2"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> <td><input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="0,1"/></td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="25"/></td> <td><input type="text" value="25"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont</td> <td><input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel</td> <td><input type="text" value="20"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">2</p>	Felvétel	Lerakás	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text" value="0,1"/>	<input type="text" value="1"/>	<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="25"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság	<input type="text" value="3"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>	Átadási pont	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/>	Indítási feltétel	<input type="text" value="20"/>	<p>Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="3"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Szállítás</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="200"/></td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">3</p>	Szállítás	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.	Távolság [m]	<input type="text" value="200"/>	Gyakoriság	<input type="text" value="1"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="1"/>	Átadási pont	<input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/>	Indítási feltétel	<input type="text" value="3"/>				
Felvétel	Lerakás																																																														
Tömeg [kg]	Tömeg [kg]																																																														
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>																																																														
Szint [m]	Szint [m]																																																														
<input type="text" value="0,2"/>	<input type="text" value="0,75"/>																																																														
Távolság [m]	Távolság [m]																																																														
<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="5"/>																																																														
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																														
Gyakoriság	<input type="text" value="60"/>																																																														
Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>																																																														
Felvétel	Lerakás																																																														
<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																																														
Szint [m]	Szint [m]																																																														
<input type="text" value="0,1"/>	<input type="text" value="1"/>																																																														
<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás																																																														
Távolság [m]	Távolság [m]																																																														
<input type="text" value="25"/>	<input type="text" value="25"/>																																																														
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																														
Gyakoriság	<input type="text" value="3"/>																																																														
Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>																																																														
Átadási pont	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Lerakás"/>																																																														
Indítási feltétel	<input type="text" value="20"/>																																																														
Szállítás																																																															
<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																																															
<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.																																																															
Távolság [m]																																																															
<input type="text" value="200"/>																																																															
Gyakoriság																																																															
<input type="text" value="1"/>																																																															
Subciklus szám																																																															
<input type="text" value="1"/>																																																															
Átadási pont																																																															
<input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Lerakás"/>																																																															
Indítási feltétel																																																															
<input type="text" value="3"/>																																																															
<p>Belsőgégésű motoros gépi targonca <input type="text" value="4"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> <td><input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1"/></td> <td><input type="text" value="0,1"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> <td><input type="checkbox"/> Szintváltás</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="20"/></td> <td><input type="text" value="20"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont</td> <td><input type="text" value="3"/> <input type="text" value="Érkezés"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel</td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">4</p>	Felvétel	Lerakás	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0,1"/>	<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság	<input type="text" value="3"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>	Átadási pont	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="Érkezés"/>	Indítási feltétel	<input type="text" value="1"/>	<p>Kézi anyagmozgatás <input type="text" value="5"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Felvétel</td> <td>Lerakás</td> </tr> <tr> <td>Tömeg [kg]</td> <td>Tömeg [kg]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="15"/></td> <td><input type="text" value="15"/></td> </tr> <tr> <td>Szint [m]</td> <td>Szint [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="0,75"/></td> <td><input type="text" value="0,8"/></td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="3"/></td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés</td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> <td><input type="text" value="60"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont</td> <td><input type="text" value="4"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel</td> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">5</p>	Felvétel	Lerakás	Tömeg [kg]	Tömeg [kg]	<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>	Szint [m]	Szint [m]	<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,8"/>	Távolság [m]	Távolság [m]	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés	Gyakoriság	<input type="text" value="60"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>	Átadási pont	<input type="text" value="4"/>	Indítási feltétel	<input type="text" value="1"/>	<p>Szállító vagy vontató targonca <input type="text" value="3"/></p> <table border="0"> <tr> <td>Szállítás</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Rakott <input checked="" type="radio"/> Üres</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.</td> </tr> <tr> <td>Távolság [m]</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="200"/></td> </tr> <tr> <td>Gyakoriság</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Subciklus szám</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Átadási pont</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="4"/> <input type="text" value="Felvétel"/></td> </tr> <tr> <td>Indítási feltétel</td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="3"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: right;">6</p>	Szállítás	<input type="radio"/> Rakott <input checked="" type="radio"/> Üres	<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.	Távolság [m]	<input type="text" value="200"/>	Gyakoriság	<input type="text" value="1"/>	Subciklus szám	<input type="text" value="1"/>	Átadási pont	<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="Felvétel"/>	Indítási feltétel	<input type="text" value="3"/>
Felvétel	Lerakás																																																														
<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres	<input checked="" type="radio"/> Rakott <input type="radio"/> Üres																																																														
Szint [m]	Szint [m]																																																														
<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="0,1"/>																																																														
<input type="checkbox"/> Szintváltás	<input type="checkbox"/> Szintváltás																																																														
Távolság [m]	Távolság [m]																																																														
<input type="text" value="20"/>	<input type="text" value="20"/>																																																														
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																														
Gyakoriság	<input type="text" value="3"/>																																																														
Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>																																																														
Átadási pont	<input type="text" value="3"/> <input type="text" value="Érkezés"/>																																																														
Indítási feltétel	<input type="text" value="1"/>																																																														
Felvétel	Lerakás																																																														
Tömeg [kg]	Tömeg [kg]																																																														
<input type="text" value="15"/>	<input type="text" value="15"/>																																																														
Szint [m]	Szint [m]																																																														
<input type="text" value="0,75"/>	<input type="text" value="0,8"/>																																																														
Távolság [m]	Távolság [m]																																																														
<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="3"/>																																																														
	<input checked="" type="checkbox"/> Visszatérés																																																														
Gyakoriság	<input type="text" value="60"/>																																																														
Subciklus szám	<input type="text" value="3"/>																																																														
Átadási pont	<input type="text" value="4"/>																																																														
Indítási feltétel	<input type="text" value="1"/>																																																														
Szállítás																																																															
<input type="radio"/> Rakott <input checked="" type="radio"/> Üres																																																															
<input type="checkbox"/> Pótkocsi fel- vagy lekapcs.																																																															
Távolság [m]																																																															
<input type="text" value="200"/>																																																															
Gyakoriság																																																															
<input type="text" value="1"/>																																																															
Subciklus szám																																																															
<input type="text" value="1"/>																																																															
Átadási pont																																																															
<input type="text" value="4"/> <input type="text" value="Felvétel"/>																																																															
Indítási feltétel																																																															
<input type="text" value="3"/>																																																															

8. melléklet Az 1. feladathoz tartozó műveletsor táblája.

Sorszám	Művelet	Műveletidő $\left[10^{-2} \frac{\text{perc}}{\text{db}}\right]$	Gyakoriság [db]	Műveletidő·Gyakoriság $[10^{-2} \text{perc}]$	Eltelt idő $[10^{-2} \text{perc}]$
1	F-1-II	10	20	200	580
2	H-5-III	8,5	20	170	588,5
3	L-2-II	6	20	120	594,5
4	H-5-I	5,5	20	110	600
5	F-1-II	10	20	200	1180
6	H-5-III	8,5	20	170	1188,5
7	L-2-II	6	20	120	1194,5
8	H-5-I	5,5	20	110	1200
9	F-1-II	10	20	200	1780
10	H-5-III	8,5	20	170	1788,5
11	L-2-II	6	20	120	1794,5
12	H-5-I	5,5	20	110	1800
13	F/V-1-R	30	1	30	624,5
14	IM/V	16	1	16	640,5
15	IV/V	18	1	18	658,5
16	H/V-25-R	22,5	1	22,5	681
17	L/V-2-R	45	1	45	726
18	IM/V	16	1	16	742
19	IV/V	18	1	18	760
20	H/V-25-Ü	18,75	1	18,75	778,75
21	F/V-1-R	30	1	30	1224,5
22	IM/V	16	1	16	1240,5
23	IV/V	18	1	18	1258,5
24	H/V-25-R	22,5	1	22,5	1281
25	L/V-2-R	45	1	45	1326
26	IM/V	16	1	16	1342
27	IV/V	18	1	18	1360
28	H/V-25-Ü	18,75	1	18,75	1378,75
29	F/V-1-R	30	1	30	1824,5
30	IM/V	16	1	16	1840,5
31	IV/V	18	1	18	1858,5
32	H/V-25-R	22,5	1	22,5	1881
33	L/V-2-R	45	1	45	1926
34	IM/V	16	1	16	1942
35	IV/V	18	1	18	1960
36	H/V-25-Ü	18,75	1	18,75	1978,75

Sorszám	Művelet	Műveletidő $\left[10^{-2} \frac{\text{perc}}{\text{db}}\right]$	Gyakoriság [db]	Műveletidő·Gyakoriság $[10^{-2} \text{perc}]$	Eltelt idő $[10^{-2} \text{perc}]$
37	IM/VT	15	1	15	1941
38	IV/VT	13	1	13	1954
39	H/VT-200-R	160	1	160	2114
40	F/B-2-R	45	1	45	2159
41	IM/B	17	1	17	2176
42	IV/B	13	1	13	2189
43	H/B-20-R	10	1	10	2199
44	L/B-1-R	25	1	25	2224
45	IM/B	17	1	17	2241
46	IV/B	13	1	13	2254
47	H/B-20-Ü	9	1	9	2263
48	F/B-2-R	45	1	45	2308
49	IM/B	17	1	17	2325
50	IV/B	13	1	13	2338
51	H/B-20-R	10	1	10	2348
52	L/B-1-R	25	1	25	2373
53	IM/B	17	1	17	2390
54	IV/B	13	1	13	2403
55	H/B-20-Ü	9	1	9	2412
56	F/B-2-R	45	1	45	2457
57	IM/B	17	1	17	2474
58	IV/B	13	1	13	2487
59	H/B-20-R	10	1	10	2497
60	L/B-1-R	25	1	25	2522
61	IM/B	17	1	17	2539
62	IV/B	13	1	13	2552
63	H/B-20-Ü	9	1	9	2561
64	F-2-II	8	20	160	2657,6
65	H-3-III	5,1	20	102	2662,7
66	L-2-II	6	20	120	2668,7
67	H-3-I	3,3	20	66	2672
68	F-2-II	8	20	160	3105,6
69	H-3-III	5,1	20	102	3110,7
70	L-2-II	6	20	120	3116,7
71	H-3-I	3,3	20	66	3120
72	F-2-II	8	20	160	3553,6
73	H-3-III	5,1	20	102	3558,7
74	L-2-II	6	20	120	3564,7

Sorszám	Művelet	Műveletidő $\left[10^{-2} \frac{\text{perc}}{\text{db}}\right]$	Gyakoriság [db]	Műveletidő·Gyakoriság $[10^{-2} \text{perc}]$	Eltelt idő $[10^{-2} \text{perc}]$
75	H-3-I	3,3	20	66	3568
76	IM/VT	15	1	15	2472
77	IV/VT	13	1	13	2485
78	H/VT-200-Ü	120	1	120	2605
				Össz. műveletidő $[10^{-2} \text{perc}]$	Ciklusidő $[10^{-2} \text{perc}]$
				4479,75	3568

9. melléklet A 2. feladathoz tartozó művelet sor táblája

Sorszám	Művelet	Műveletidő [$10^{-2} \frac{perc}{db}$]	Gyakoriság [db]	Műveletidő·Gyakoriság [$10^{-2} perc$]	Eltelt idő [$10^{-2} perc$]
1	F-1-II	10	20	200	580
2	H-5-III	8,5	20	170	588,5
3	L-2-II	6	20	120	594,5
4	H-5-I	5,5	20	110	600
5	F-1-II	10	20	200	1180
6	H-5-III	8,5	20	170	1188,5
7	L-2-II	6	20	120	1194,5
8	H-5-I	5,5	20	110	1200
9	F-1-II	10	20	200	1780
10	H-5-III	8,5	20	170	1788,5
11	L-2-II	6	20	120	1794,5
12	H-5-I	5,5	20	110	1800
13	F/V-1-R	30	1	30	624,5
14	IM/V	16	1	16	640,5
15	IV/V	18	1	18	658,5
16	H/V-245-R	220,5	1	220,5	879
17	L/V-1-R	30	1	30	909
18	IM/V	16	1	16	925
19	IV/V	18	1	18	943
20	H/V-245-Ü	183,75	1	183,75	1126,75
21	F/V-1-R	30	1	30	1224,5
22	IM/V	16	1	16	1240,5
23	IV/V	18	1	18	1258,5
24	H/V-245-R	220,5	1	220,5	1479
25	L/V-1-R	30	1	30	1509
26	IM/V	16	1	16	1525
27	IV/V	18	1	18	1543
28	H/V-245-Ü	183,75	1	183,75	1726,75
29	F/V-1-R	30	1	30	1824,5
30	IM/V	16	1	16	1840,5
31	IV/V	18	1	18	1858,5
32	H/V-245-R	220,5	1	220,5	2079
33	L/V-1-R	30	1	30	2109
34	IM/V	16	1	16	2125
35	IV/V	18	1	18	2143
36	H/V-245-Ü	183,75	1	183,75	2326,75
37	F-2-II	8	20	160	1342,6
38	H-3-III	5,1	20	102	1347,7

Sorszám	Művelet	Műveletidő [$10^{-2} \frac{perc}{db}$]	Gyakoriság [db]	Műveletidő·Gyakoriság [$10^{-2} perc$]	Eltelt idő [$10^{-2} perc$]
39	L-2-II	6	20	120	1353,7
40	H-3-I	3,3	20	66	1357
41	F-2-II	8	20	160	1942,6
42	H-3-III	5,1	20	102	1947,7
43	L-2-II	6	20	120	1953,7
44	H-3-I	3,3	20	66	1957
45	F-2-II	8	20	160	2542,6
46	H-3-III	5,1	20	102	2547,7
47	L-2-II	6	20	120	2553,7
48	H-3-I	3,3	20	66	2557
				Össz. műveletidő [$10^{-2} perc$]	Ciklusidő [$10^{-2} perc$]
				4740,75	2557