

Dr. Gubán Ákos

LOGISZTIKA

FELVETÉSEK, PÉLDÁK, VÁLASZOK



GONDOLKOZZON A MIFEJÜNKKEL!

Budapest, 2013

Szerkesztette:

Dr. Gubán Ákos

PhD, tanszékvezető, főiskolai tanár
BGF Gazdaságinformatika Intézeti Tanszék

Szerzők:

Dr. Bányainé dr. Tóth Ágota

PhD, egyetemi docens, ME Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
1. fejezet

Dr. Bányai Tamás

PhD, egyetemi docens, ME Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék
2. fejezet, 7. fejezet

Dr. Gubán Miklós

PhD, intézetigazgató főiskolai tanár
GDF Informatikai Intézet
5. fejezet

Dr. Kása Richárd

PhD, tudományos munkatárs
BGF menedzsment és Emberi Erőforrások Intézet
6. fejezet

Dr. Pucsek József

főiskolai docens
BGF Számvitel Intézeti Tanszék
3. fejezet, 4. fejezet

Lektorálta:

Prof. Dr. Illés Béla

tanszékvezető, egyetemi tanár
ME Anyagmozgatási és Logisztikai Tanszék

ISBN 978-963-638-452-4

ISSN 1789-5103

Kiadja a SALDO Pénzügyi Tanácsadó és Informatikai Zrt.

Felelős kiadó: dr. Bokor Pál a SALDO Zrt. vezérigazgatója

A SALDO Kiadó az 1795-ben alapított Magyar Könyvkiadók és Könyvterjesztők Egyesülésének tagja

© A Saldo Kiadó valamennyi kiadványa szerzői jogvédelem alatt áll.

E kiadvány bármely részének sokszorosítása, bármilyen adatrendszerben való
tárolása (papír, elektronikus stb.)

a kiadó előzetes írásbeli engedélye nélkül tilos!

TARTALOMJEGYZÉK

ELŐSZÓ	7
1. LOGISZTIKA ALAPJAI	9
1.1 A logisztika történeti kialakulása	9
1.2 A logisztika fogalma	12
1.3 A logisztika célja	15
1.4 Logisztikai alapelvek	17
1.5 A logisztika, mint integrált tudomány	18
1.6 Logisztikai stratégiák	19
1.7 A logisztika fejlődési területei	20
1.8 A logisztikai rendszerek osztályozása	22
1.9 Termelővállalat logisztikai rendszerének felépítése	26
1.10 Szolgáltatások logisztikai rendszere	33
1.11 Logisztikai műveletek	35
1.12 Logisztikai menedzsment	40
Ellenőrző kérdések	42
Felhasznált irodalom	43
PÉLDÁK, ESETTANULMÁNYOK A LOGISZTIKA ALAPJAIHOZ	44
2. A TERMELÉS LOGISZTIKÁJA, KÉSZLETEZÉS, RAKTÁROZÁS	47
2.1 A termelési logisztika folyamata	47
2.2 A termelési logisztika stratégiai kérdései	51
2.3 Termelési rendszerek	52
2.4 Vállalati anyagáramlási folyamat	56
2.5 A termelési logisztikai rendszer tervezési feladatai	58
2.6 Termelésütemezés	60
2.7 Raktározás fogalma és szerepe	61
2.8 Jellegzetes raktározási rendszerek	62
2.9 Raktári folyamatok főbb műveletei	68
2.10 Konzignációs raktárak	69
2.11 Raktározás költségei	70
2.12 Készletezés	71
2.12.1 Kereslettől független termékek készletgazdálkodási alapmodelljei	72
2.12.2 MRP kereslettől függő termékek esetében	76
Ellenőrző kérdések	78
Felhasznált irodalom	79
PÉLDÁK A TERMELÉS LOGISZTIKÁJA, KÉSZLETEZÉS, RAKTÁROZÁS TÉMAKÖRHÖZ	80

3. AZ ELOSZTÁSI-, ÁRUSZÁLLÍTÁSI FOLYAMATOK LOGISZTIKÁJA . . .	99
3.1 Az elosztási-, áruszállítási folyamatok helye, szerepe, jelentősége a vállalkozásoknál	99
3.1.1 Vonali forgalom	102
3.1.2 Árugyűjtő-, áruterítő-rendszer	102
3.1.3 Szállítmányozói gyűjtőforgalom rendszere	102
3.1.4 „Hub and spoke”(csillagpontos) rendszer	102
3.2 A hagyományos áruszállítási módok jellemzői, a fuvar eszköz megválasztásának szempontjai	102
3.2.1 A közúti árufuvarozás jellemzői	105
3.2.2 A vasúti árufuvarozás jellemzői	108
3.2.3 A légi árufuvarozás sajátosságai	111
3.2.4 A vízi árufuvarozás sajátosságai	113
3.2.5 A vezetékes szállítás sajátosságai	122
3.3 Kombinált fuvarozás, egységalkományok alkalmazása.	124
3.8 Az egyes anyag- és áruféleségek sajátosságai és a szállítás kapcsolata	128
Ellenőrző kérdések	131
Felhasznált irodalom	132
PÉLDÁK, FELADATOK AZ ÉRTÉKESÍTÉSI-, ELOSZTÁSI-, ÁRUSZÁLLÍTÁSI FOLYAMATOK LOGISZTIKÁJÁHOZ	133
4. ÉRTÉKESÍTÉSI CSATORNA ÉS A LOGISZTIKA SZEREPLŐI (KÖLTSÉGEK, KOCKÁZATOK, INCOTERMS)	149
4.1 Szállítmányozók, mint logisztikai szolgáltatók	153
4.1.1 A szállítmányozó szerepe, feladatai	153
4.1.2 A szállítmányozó által kiállított okmányok	155
4.2 Az INCOTERMS szokvány szerepe a külkereskedelemben és a logisztikai döntésekben	156
4.3 Nemzetközi szállítmánybiztosítás	171
4.4 A vámmal kapcsolatos feladatok és a logisztika	174
Ellenőrző kérdések	179
Felhasznált irodalom	180
PÉLDÁK, FELADATOK AZ ÉRTÉKESÍTÉSI CSATORNA ÉS A LOGISZTIKA SZEREPLŐI (költség, kockázat...) TÉMAKÖRHÖZ.	181
5. A LOGISZTIKA INFORMATIKÁJA	197
5.1 Bevezetés	197
5.2 Az informatika szerepe a logisztikai rendszerekben	198
5.3 Logisztikai információs rendszerek	202
5.3.1 Vállalati szintű logisztikai információs rendszer	203
5.3.2 Hálózati szintű információs rendszer	204

5.3.3	Komplex információs rendszer	207
5.3.4	A logisztikai információs rendszerek fő alrendszerei	208
5.3.4.1	Logisztikai tranzakciós alrendszer.	208
5.3.4.2	A logisztikai döntéstámogató alrendszer.	209
5.3.4.3	Kommunikációs alrendszer	210
5.3.5	Logisztikai információs rendszer szoftvere	219
5.4	Az e-gazdaság hatása a logisztikai rendszerekre	220
5.5	Elektronikus kereskedelem logisztikája	221
5.5.2	Az e-kereskedelem fogalma és változatai	224
5.5.3	Az e-kereskedelmi rendszer felépítése.	227
5.5.4	Az e-kereskedelem a gyakorlatban	229
5.5.5	Az e-kereskedelem lehetőségei, előnyei és hátrányai	233
5.5.6	Változások egy vállalat életében az e-kereskedelem bevezetése során.	235
5.6	Az SAP logisztikai moduljai	237
5.7	Összefoglalás	239
	Ellenőrző kérdések	240
	Felhasznált irodalom	241
	EGY PÉLDA A LOGISZTIKA INFORMATIKÁJA FEJEZETHEZ.	242

6. SZOLGÁLTATÁSOK LOGISZTIKÁJA – A LOGISZTIKA

	SZERVEZETELMÉLETI MEGKÖZELÍTÉSE	251
6.1	A logisztika szervezetelméleti megközelítése	252
6.2	Szolgáltatások lehatárolása	262
6.3	Szolgáltatáslogisztika.	267
6.4	Logisztikai aspektusú szolgáltatáskoncepciók.	269
6.5	A logisztikai tevékenység szervezeti kereteken kívül helyezése, az outsourcing	276
	Ellenőrző kérdések	282
	Felhasznált irodalom	283
	ESETTANULMÁNY – LOGISZTIKAI TEVÉKENYSÉGEK KISZERVEZÉSE	284

7. LOGISZTIKAI FOLYAMATOK MODELLEZÉSE

7.1	A modellezés alapjai	291
7.2	Logisztikai folyamatok értékelési módszerei.	296
7.3	Logisztikai folyamatok anyagáramlási jellemzőinek leírása	297
7.3.1	Anyagáramlás leírása függvényekkel	297
7.3.2	Anyagáramlás leírása gráfokkal.	301
7.3.3	Anyagáramlás leírása mátrixokkal.	304
7.4	Centrumkeresési modellek	304
7.5	Logisztikai folyamatok objektumainak telepítése	307

7.6	Egységirakomány-képzés modellezése	311
7.6.1	Az Egységirakomány-képzés jellemzése	311
7.6.2	Az Egységirakomány-képzés tervezése	314
7.7	Tömegkiszolgálási rendszerek modellezése.	316
7.8	Járat tervezési módszerek	317
7.8.1	Járat tervezés jellegzetes modelljei.	318
7.8.2	Üresjárat nélkül megvalósítható folyamat tervezése	320
7.8.3	Üresjárat minimalizálásával megvalósítható folyamat tervezése	320
7.9	Logisztikai géprendszerek megbízhatósági vizsgálata.	321
	Ellenőrző kérdések	323
	PÉLDÁK A LOGISZTIKAI FOLYAMATOK MODELLEZÉSÉHEZ	325

2. A TERMELÉS LOGISZTIKÁJA, KÉSZLETEZÉS, RAKTÁROZÁS

Célkitűzések:

A fejezet célja, hogy megismertesse az Olvasót a termelési logisztika alapjaival. Leírásra kerül a termelési logisztika folyamata, annak kapcsolódása a beszerzési és elosztási folyamatokhoz. Bemutatásra kerülnek a termelési logisztika stratégiái, melyek elengedhetetlenek a termelési logisztikai célok megfogalmazásához. A következő nagy tartalmi egységben bemutatásra kerülnek a jellegzetes termelési rendszerek. Fontos a vállalati anyagáramlási folyamat megismerése is, s ezt jelen fejezet a vállalaton kívüli anyagáramlás, a vállalaton belüli anyagáramlás és a technológiai folyamaton belüli anyagáramlás-anyagkezelés folyamatainak keresztül tárgyalja. Megismerheti az Olvasó a termelési logisztika főbb tervezési feladatait, a tervezés lépéseit. A termelési rendszerek fontos feladata a termelés ütemezése. Bemutatásra kerülnek egyszerűbb termelésütemezési feladatok mind a job-shop, mind a flow-shop típusú feladatok köréből. A fejezet második nagy része a raktározás és készletezés témakörét tárgyalja. Cél, hogy az Olvasó megismerkedjen a raktározás funkcióival, a jellegzetes raktártípusokkal és készletgazdálkodási módszerekkel.

Kulcsszavak:

készletgazdálkodás, raktár, termelés, ütemezés

2.1 A termelési logisztika folyamata

A termelési logisztika a mikrologisztikai rendszerek csoportjába tartozó, a vállalati logisztika szerves részét képező rendszer, melynek működését döntően befolyásolják a kapcsolódó logisztikai rendszerek, így a beszerzési, elosztási és inverz logisztika. A logisztikának mind a négy funkcionális területére értelmezhetőek stratégiák. Ezen stratégiák integrált működése alapfeltétele a termelési logisztikai rendszer hatékony működésének.

A termelés logisztikai funkcióit az alapanyagraktártól a készáruraktárig szokás értelmezni, s ezt az értelmezést megtehetjük a késztermék előállításához szükséges nyersanyagok, alapanyagok, segédanyagok, alkatrészek, szerelvények, részegységek, szerszámok, készülékek, technológiai és logisztikai erőforrások, valamint humán erőforrások tekintetében.

Az anyag- és információáramlás végigköveti a termelési folyamat minden fázisát, beleértve az egyes fázisok közötti szükségszerű várakozást, tárolást is.

A termelési logisztika feladata a késztermék előállításához szükséges anyagok és technológiai erőforrások biztosítása és a késztermék előállítási folyamat összehangolt működtetése a vásárlói igények maradéktalan kielégítése céljából. Ezen cél elérése érdekében a termelési logisztikának a beszerzési és elosztási logisztikát mint kapcsolódó logisztikai funkcionális területet figyelembe véve számos feladatot kell megoldania:

- A késztermék előállításához szükséges anyagok **kivételezése a bemenő raktárból** (bemenő raktár alatt érthetünk alapanyag raktárat, alkatrésztárolót, de akár a technológiai berendezések működtetéséhez szükséges energiahordozók tárolóját is).
- **Anyagok elhelyezése** a technológiai folyamat **bemenő tárolójában**. A technológiai folyamat bemenő tárolójára nincs minden esetben szükség, hiszen a késztermék előállításához szükséges anyagok gyakran akár közvetlenül is eljuttathatóak a szükséges célállomásra.
- Anyagok **kiszállítása** a technológiai folyamat bemenő tárolójáról **a technológiai berendezéshez**. A kiszállítás általában ütemezetten, a technológia sor igényeinek megfelelően történik.
- A **technológiai berendezés kiszolgálása** a következő fázis, mely nem tévesztendő össze a technológiai berendezéshez történő kiszállítással, hiszen ezen logisztikai részfolyamat esetében a technológiai berendezés kiszolgálásáról (például bemenő tárolón, vagy megfogóban illetve készülékben történő elhelyezésről) lehet szó.
- A **közbenső raktározás** feladata a technológiai idők és ciklusidők különbségeiből adódóan megjelenő készletek tartása. A későbbiekben megismerkedhet a közbenső tárolás különböző módozataival.
- Az **áruátvétel, ellenőrzés** feladata a technológiai folyamatban elkészült termék mennyiségi és minőségi ellenőrzése.
- A **csomagolás** általában az áruátvételt követően zajlik le, természetesen lehetséges olyan folyamatváltozat is, ahol a csomagolást követően történik meg az áru átvétele, ez esetben a csomagot az áruátvétel során zárják le, vagy ami még racionálisabbá teszi a folyamatokat: az áruátvétel és ellenőrzés tevékenysége integrálódik a csomagolási folyamattal.
- Az **egységgrakomány-képzés és kiszállítás** során az átvett és ellenőrzött késztermékekből a vásárlói kiszolgálást (általában nagykereskedelmi egységek ellátását) segítő egységgrakományok, esetleg vásárlói kommissiók kerülnek kialakításra.

- A **kommissió** egy adott vásárlói igény kielégítését szolgáló inhomogén egységgrakomány. Egy búfelejtő baráti beszélgetéshez szükséges tipikus kommissió állhat például a következő áruból: 2 rekesz sör, 2 üveg unicum, 2 üveg szilvapálinka, 3 kg grillkolbász, 5 kg kenyér, torma, csípős mustár.

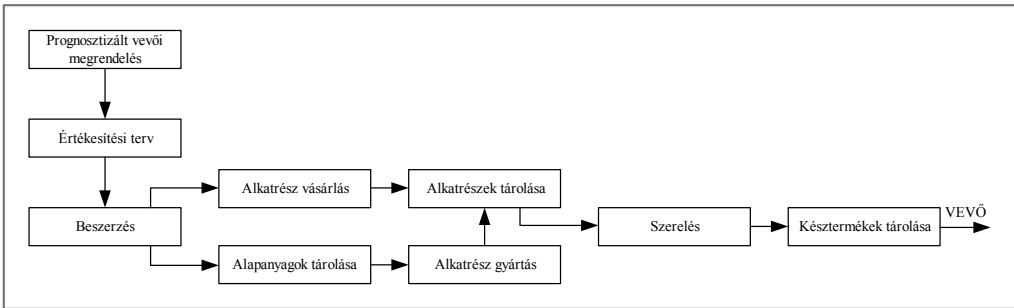
A fentiekben felsorolt feladatok végrehajtásához szorosan kapcsolódnak a következő feladatok:

- **Termelésütemezés.** A termelési vezérprogramból kiadódó vállalati tevékenységi terv alapján technológiai berendezésekre lebontva rendelkezésre kell, hogy álljanak a tevékenységek, illetve az azokhoz kapcsolódó anyag, eszköz és erőforrásigények, melyek alapján például a technológiai berendezések ellátási folyamatát ütemezni lehet.
- **Műveletközi szállítás és tárolás ütemezése.** Az egyes technológiai berendezések tevékenységi tervéből illetve a termelési rendszer tárolóinak foglaltsági állapotából lehetséges a műveletközi tárolás és szállítás ütemezése.
- **Szállítóeszközök megválasztása.** A szállítóeszköz megválasztása egy korszerű gyártórendszerben járattervezési feladatot definiál, hiszen például egy kanban rendszerű gépkiszolgálás esetében a gépeket kiszolgáló (egyek szakirodalomban milkrun névvel illetett) járatok optimális kialakítása nagymértékben hozzájárulhat a technológiai berendezéseknél lévő készletek alacsony szinten tartása mellett a megfelelő ellátási biztonság kialakításához.

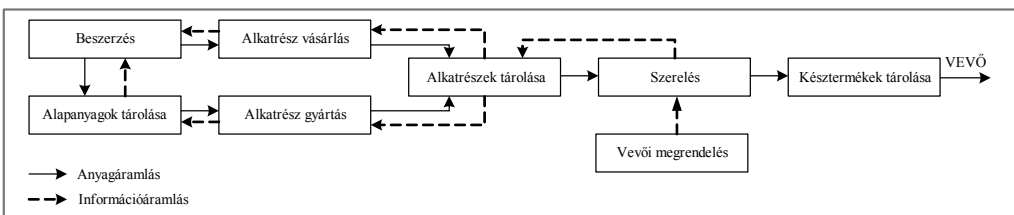
– A **kanban** egy olyan termelésszervezési eljárás, amely a pull elv alkalmazásával irányítja a gyártást, illetve beszerzést. A kanban alapvető részét képezi a just in time filozófia alapján működő termelési rendszereknek.

- A **termékkövetés** megvalósítása napjaink korszerű termelési rendszereiben egy alapvető feladat. A termékkövetési rendszerek megvalósíthatóak ugyan papír alapon is, azonban a korszerű azonosítás-technológiák segítségével egy a vállalatirányítási rendszerbe integrált termékazonosítási-termékkövetési rendszer alakítható ki.
- A termelési folyamatból történő kiszállítás a **pull** rendszerek elterjedése miatt nem kíván különösebb ütemezést, hiszen a vásárlói igények alapján gyártott késztermékeket az elkészülést követően általában minél hamarabb ki kell szállítani a készáruraktárba és át kell adni az értékesítés számára, hogy az megkezdhesse a vásárlóhoz történő kiszállítási folyamat szervezését.

– A **push** elvű gyártás tulajdonképpen prognosztizált vásárlói igényeken alapuló gyártás (2.1 ábra), míg a **pull** elvű gyártás esetében konkrét vevői megrendelések indukálják az egyes technológiai lépéseket, műveleteket (2.2 ábra). A push elvű gyártás esetében általában nagyobb átfutási idővel lehet számolni.



2.1 ábra: Push elvű gyártás



2.2 ábra: Pull elvű gyártás

A fentiekben bemutatott főként anyagáramláshoz kapcsolódó feladatokon túlmenően számos információáramláshoz kapcsolódó feladatot is végre kell hajtani egy termelési folyamat tervezése során:

- Termelési és logisztikai erőforrások **hosszútávú tervezése** a megrendelések, ke-retszerződések és prognosztizált vásárlói igények alapján. Az időhorizont a termék típusától függ, általában néhány hónaptól 1 évig terjed.
- A **középtávú tervezés** során a termelési és logisztikai erőforrások meghatározása mellett a készletek is egyre inkább előtérbe kerülnek, hiszen a néhány héttől néhány hónapig terjedő időhorizonton már pontosabban meghatározhatóak a vásárlói igények, így az azok kielégítéséhez szükséges alkatrészek, szerelvények, részegységek mennyisége is jobban becsülhető és az előállításukhoz szükséges készletek is jobban prognosztizálhatóak.
- A konkrét megrendelések alapján **rövidtávú tervezés** keretében a technológiai és logisztikai tevékenység tervezhető, ütemezhető.
- **Logisztikai műveletek meghatározása** a termelési folyamathoz kapcsolódóan. Meg kell határozni a működtetéshez szükséges információkat, ki kell alakítani a logisztikai rendszert, annak irányítási stratégiáját.

2.2 A termelési logisztika stratégiai kérdései

A termelési logisztika területén stratégiai kérdések két esetben fogalmazhatóak meg: új termelési logisztikai rendszerek tervezésénél, illetve a már meglévő termelési logisztikai rendszerek fejlesztése kapcsán. A logisztikai stratégiák feladata, hogy támogassák az alábbi termelési logisztikai célok megvalósulását:

- termelési és logisztikai erőforrások kapacitáskihasználásának növelése,
- átfutási idők csökkentése,

– Az átfutási idő csökkentésének egyik legegyszerűbb eszköze a logisztikai átfutási idő csökkentése, még termelési rendszer esetében is. Ennek oka abban keresendő, hogy a teljes átfutási idő legnagyobb részét kitevő logisztikai átfutási idő kismértékű javításával jelentősebb mértékű teljes átfutási idő csökkenés érhető el, mint a technológiai átfutási idő jelentős mértékű csökkentése révén. A másik fontos ok, ami a logisztikai átfutási idők csökkentését helyezi előtérbe, hogy míg a logisztikai átfutási idő csökkentése szervezés révén (tehát viszonylag alacsony költségek mellett) megvalósítható, addig a technológiai átfutási idők csökkentése csak a technológiai berendezések lecserélése vagy fejlesztése révén valósítható meg, ami viszont jelentős költségeket jelent.

- termelési folyamat készleteinek csökkentése az ellátási kockázat növelése nélkül,
- a technológiai és logisztikai folyamat működtetési költségeinek csökkentése,
- rugalmasság fokozása, mely egy nagyon fontos cél a dinamikusan változó vásárlói igények kielégítése érdekében,
- a technológiai folyamat áttekinthetőségének fokozása, mely elengedhetetlen feltétele a rendszer hatékony fejlesztettségének,
- környezetterhelés csökkentése,
- a termelési logisztikai folyamat integrálása a teljes vállalati logisztikai rendszerbe.

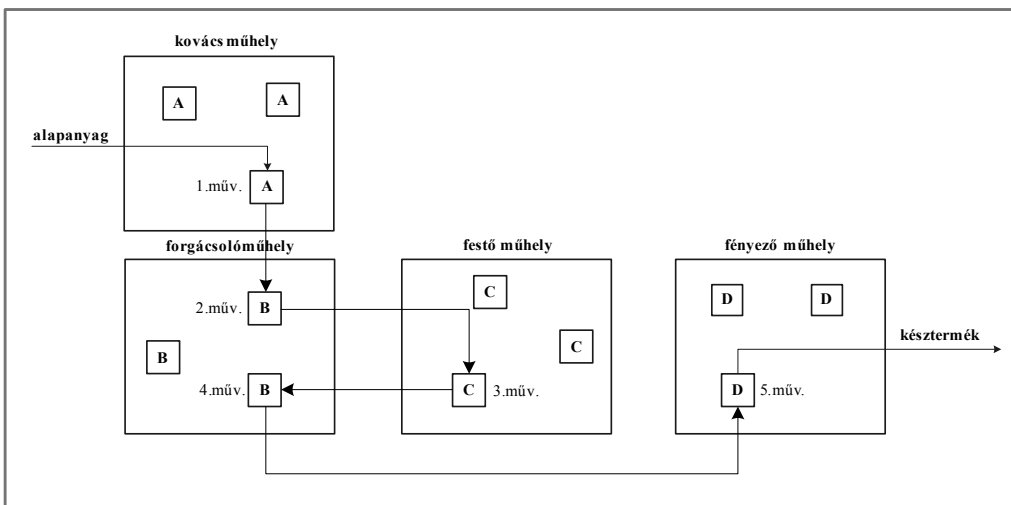
A termelési logisztika stratégiai elemei tulajdonképpen a logisztikai rendszerek tervezése során megfogalmazásra kerülő főbb feladatok termelési logisztikai folyamatban értelmezett interpretációi az alábbiak szerint:

- Hogyan végezzük el technológiai berendezések, gépcsoportok, műhelycsarnokok, üzemszerek, üzemek telephelyeinek meghatározását?
- Hogyan alakítsuk ki a technológiai berendezések, gépcsoportok, műhelycsarnokok, üzemszerek, üzemek közötti anyagmozgatási útvonalakat?
- Milyen anyagmozgató és anyagkezelő gépekkel, szállítóberendezésekkel végezzük el a technológiai berendezések, gépcsoportok, műhelycsarnokok, üzemszerek, üzemek közötti szállítási feladatokat?
- Milyen termelési struktúrát alakítsunk ki?

- Hogyan alakítsuk ki a termelési folyamaton belüli tárolókat?
- Hogyan végezzük el a termelési folyamat ütemezését? Milyen elveket érvényesítünk a technológiai berendezések és az azokat kiszolgáló logisztikai gépek feladatainak meghatározása során?
- Hogyan és milyen mélységben alkalmazzunk egységgrakomány-képző és kommissiózó eszközöket a termelési folyamaton belül, illetve a termelési folyamathoz kapcsolódó beszerzési és elosztási tevékenységek során?
- Hogyan valósítsuk meg a termelési folyamaton belül áramló termékek azonosítását?

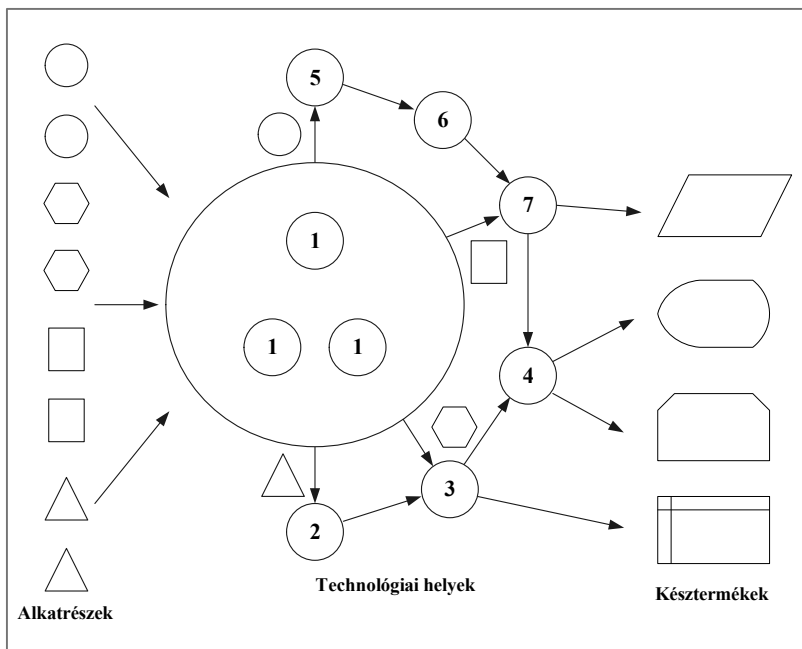
2.3 Termelési rendszerek

A **műhely rendszerű termelés** során a késztermék előállításához szükséges alkatrészek, szerelvények, részegységek a technológiai sorrendnek megfelelően haladnak az egyes műhelyek között (2.3 ábra). Mivel a műhely rendszerű gyártás során homogén gépparkok (műhelyek) kerülnek kialakításra, ezért azok jól áttekinthetőek és leterheltségük jól szabályozható az azonos típusú technológiai berendezések fizikai közelsége miatt. A műhely rendszerű gyártás hátránya a nagy átfutási idő, mely a jelentős logisztikai átfutási időből adódik. Azért nagy a műhely rendszerű gyártásban készülő termékek átfutási ideje, mert a technológiai sorrendnek megfelelő műveleteket elvégző gépek általában nagy távolságra, különböző műhelyekben helyezkednek el, így nagy szállítási távolságokat kell megoldani, illetve a nagy szállítási távolságok miatt általában nagyobb mennyiségek (sorozatok) kerülnek szállításra, így a jelentős tárolási idő is megnöveli a logisztikai átfutási időt.



2.3 ábra: Műhely rendszerű termelés

A csoportos termelési rendszerek egyik jellegzetes típusa a **bázisműveletes gépkör** (2.4 ábra). Ezen termelési rendszer jellemzője, hogy a legnagyobb termelési intenzitással működő technológiai berendezésekből egy olyan gépkört alakítanak ki, mely köré elrendezhetők a követő technológiai műveletek elvégzéséhez szükséges technológiai berendezések. Fontos tervezési szempont ezen termelési rendszerénél a ciklusidők összehangolása, hiszen amennyiben a követő technológiai berendezéseken lévő ciklusidő nagymértékben eltér a bázisművelethez tartozó technológiai berendezések ciklusidejétől, akkor olyan jelentős tárolókapacitások szükségesek a ciklusidők kiegyenlítéséhez, melyek jelentős többletköltséget és hatékonyságcsökkenést eredményeznek.



2.4 ábra: Bázisműveletes gépkör

A **homogén gépcsoportos** elrendezés során az azonos jellegű technológiai berendezések az üzemsarnok egy meghatározott részén kerülnek telepítésre, így egyszerre érvényesíthetők a műhely rendszerű gyártás és a csoportos gyártás előnyei (2.5 ábra).

2.12 Készletezés

A készletezési folyamatok igen nagy jelentőséggel bírnak egy vállalat logisztikai rendszerében, s igen nagymértékben befolyásolják annak gazdaságos működését. A készletezés, készletgazdálkodás célja az anyagi rendszerben lévő be- és kimeneti folyamatok közötti egyenetlenségekből, illetve külső környezeti zavarokból eredő mennyiségi ingadozások kiegyenlítése.

- **Nyitókészlet:** a készletezési stratégia érvényességi időszakának kezdetekor lévő készlet nagysága.
- **Zárókészlet:** a készletezési stratégia érvényességi időszakának végén lévő készlet nagysága.
- **Jelentésköteles készlet:** a megrendeléstől a rendelt tétel leszállításáig eltelt idő alatt igényelt árumennyiség nagysága.
- **Rendelési tétel nagyság:** egyszerre megrendelt mennyiség. Minél nagyobb a rendelési tétel nagyság, annál kedvezőbb fajlagos beszerzési ár érhető el.
- **Biztonsági készlet:** egy olyan tartalékolt termékmennyiség, melynek feladata az, hogy a fogyás ingadozásaiból eredő készlethiányokat megakadályozva növelje az ellátás biztonságát.
- **Utánpótlási idő:** tétel megrendelésétől a beérkezésig eltelt idő.
- **Rendelési időköz:** két rendelés között eltelt idő.
- **Forgási idő:** a készlet kicserélődésének időtartama. A gyakorlatban a forgási idő a raktár befogadóképességének és az átlagforgalomnak az aránya.

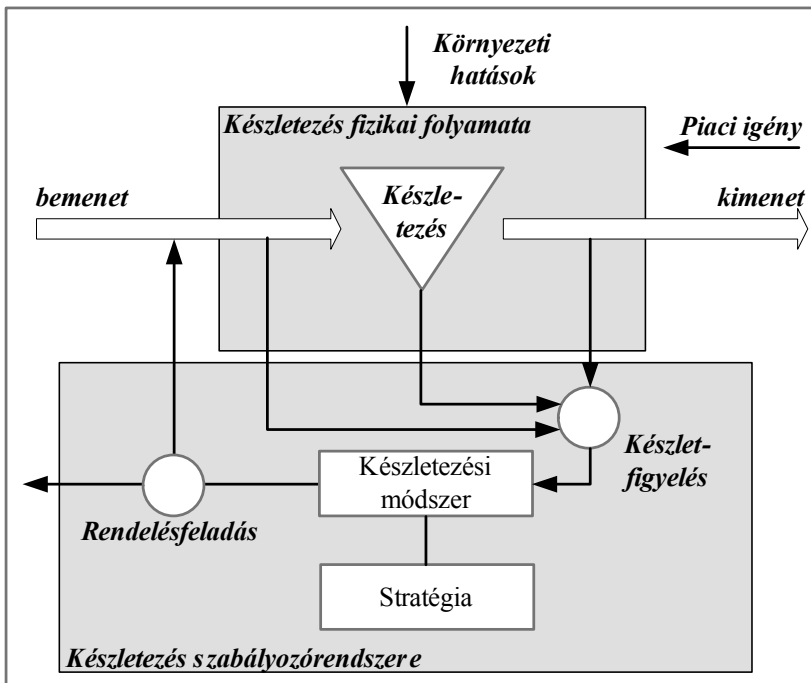
A termelés anyagellátásával kapcsolatos problémáinak megoldását különféle készletezési módszerek segítik elő. Ezek a módszerek általában két nagy csoportra bonthatóak fel:

- kereslettől függő termékek készletgazdálkodási módszerei,
- kereslettől független termékek készletgazdálkodási módszerei.

- **Kereslettől függőnek** nevezzük azt a terméket, mely iránti kereslet függ más termék iránti kereslettől, míg **kereslettől függetlennek** nevezzük azt a terméket, mely iránti kereslet nem függ más termék iránti kereslettől. Kereslettől függő termék például egy autógyárban a gumibroncs, hiszen a késztermékre vonatkozó megrendelés függvényében kell meghatározni mennyiségét, azaz minden gépkocsinhoz 5 gumibroncsra van szükség. Ezzel ellentétben a felmosórongy az egy kereslettől független termék, hiszen a vállalat termelési vezérprogramjától függetlenül egy adott időszakban egy adott mennyiségre szükség van, azaz az iránta felmerülő igény nem hozható egzakt kapcsolatba más termékek mennyiségével.

A készletezés mechanizmusa felbontható egy fizikai és egy irányítási folyamatra (2.18 ábra). A fizikai folyamat tartalmazza a termékek beérkezését és távozását, a kettő közötti tárolási folyamatot, valamint az ezt befolyásoló környezeti hatásokat és piaci igényeket. A szabályozórendszerben a készletezési módszer a logisztikai stratégia (közelebbről készletezési stratégia) alapján alakítható ki.

A készletek figyelése a beszerzés, értékesítés és készletnagyságok vonatkozásában történik meg, és a megfelelő készletszint biztosítása érdekében a megrendelések feladása ezen készletfigyelési adatok és a készletezési módszer figyelembevételével kerül megvalósításra.



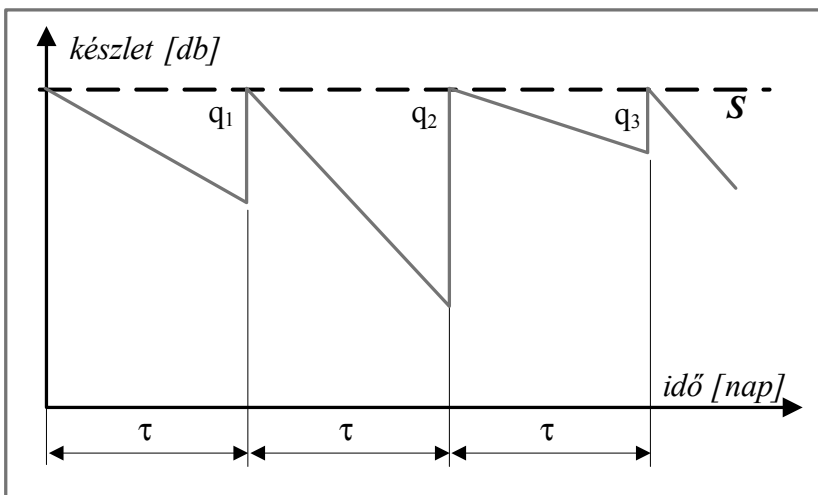
2.18 ábra: Készletezés mechanizmusa

2.12.1 Kereslettől független termékek készletgazdálkodási alapmodelljei

A készletezés során két alapvető kérdésre kell választ adni: mikor és mennyit rendeljünk egy adott termékből? Erre a két kérdésre számos válasz adható, azonban vannak olyan alapvető válaszok, melyekből a készletezés alapvető modelljei leszármaztathatóak. A mikor kérdésre két egyszerű válasz adható: azonos időközönként vagy akkor, amikor a készletszint eléri egy alsó készletszintet. A mennyit kérdésre adható két egyszerű válasz legyen a következő: mindig azonos mennyiséget vagy annyit, hogy a készletszint elérjen egy felső készletszintet.

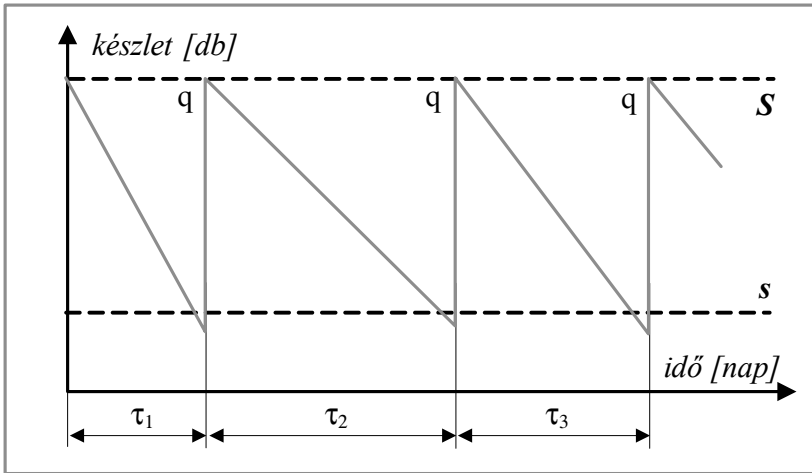
Ezen két-két egyszerű válasz alapján képezhető négy különböző készletezési modell kereslettől független termékek esetében:

- Azonos időközönként annyit rendelünk, hogy a készlet elérje a felső készletszintet. Ezt a készletezési modellt nevezzük **ciklikus készletgazdálkodási modellnek** (2.19 ábra), ahol előnyt jelent, hogy a rendelési időpontok rögzítettek, viszont a rendelési mennyiség a fogyás mértékében változik, ebből kifolyólag alkalmazása csak abban az esetben célszerű, ha a fogyás viszonylag egyenletes. Amennyiben a fogyás ingadozása nagy, akkor az ellátási biztonság fokozása érdekében nagy biztonsági készletet kell tartani és alkalmazása csak akkor előnyös, ha a készletellenőrzési és rendelési költségek viszonylag magasak a készlettartás és hiány költségeihez viszonyítva.



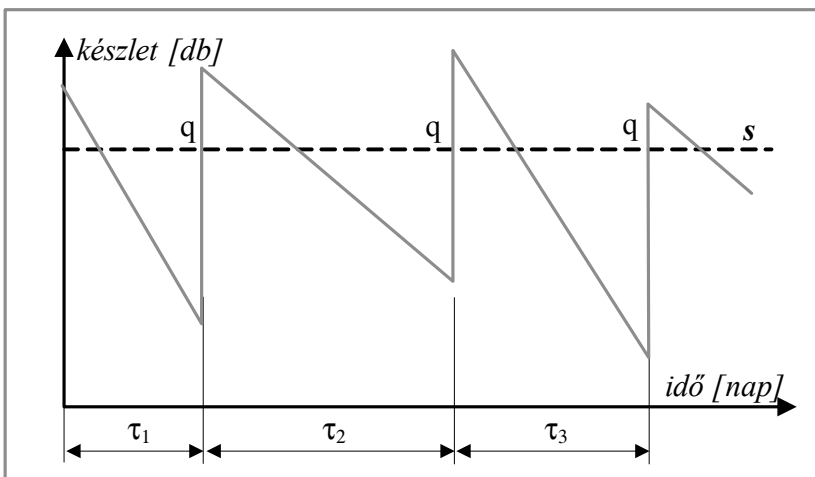
2.19 ábra: Ciklikus készletgazdálkodási modell

- Egy alsó készletszint elérése esetében olyan mennyiséget rendelünk, melynek beérkezésekor egy felső készletszintet érünk el. Ezt a készletezési modellt nevezzük **csillapítós készletgazdálkodási modellnek** (2.20 ábra), ahol előnyt jelent, hogy a rendelési mennyiség állandó, így az abból eredő alacsonyabb beszerzési árakat érvényesíteni tudjuk. Nagy hátránya, hogy a készletek figyelését igen pontosan kell elvégezni, illetve pontosan kell tudni becsülni a megrendelt tételek beérkezési idejét. Akkor célszerű az alkalmazása, ha a készletezési és hiányköltség jelentős a rendelés és készletellenőrzés költségéhez képest. Ha a fogyás felgyorsul a rendelés feladását követően, akkor előfordulhat, hogy a megrendelt mennyiség beérkezéséig készlethiány lép fel.



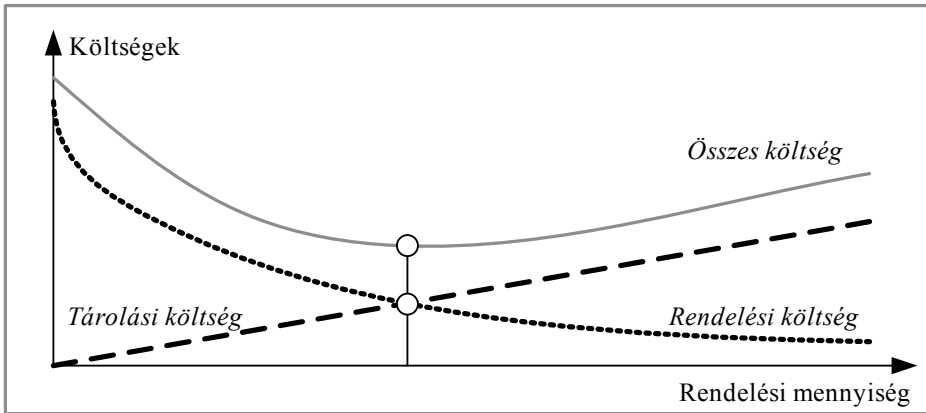
2.20 ábra: Csillapításos készletgazdálkodási modell

- Egy alsó készletszint elérése esetében állandó mennyiséget rendelünk. Ezt a készletezési modellt nevezzük **kétraktáros készletgazdálkodási modellnek** (2.21 ábra), ahol előnyt jelent, hogy a rendelési mennyiség állandó, így az abból eredő alacsonyabb beszerzési árakat érvényesíteni tudjuk. Nagy hátránya, hogy amennyiben nagy a fogyás mértékének ingadozása, akkor magas alsó készletszintet kell meghatározni, mely a tárolási költség jelentős növekedését eredményezheti. Alkalmazása akkor célszerű, ha a készlet utánpótlási idő alacsony.



2.21 ábra: Kétraktáros készletgazdálkodási modell

- Azonosan időközönként azonos mennyiség rendelése: ez csak abban az esetben működőképes stratégia, amennyiben azonos időközönként azonos mennyiség fogy. Ezen készletezési stratégia tervezésére kínál megoldást az **optimális rendelési tétel nagyság meghatározására szolgáló módszer** (2.22 ábra). Ezen módszer esetében a készlettartási költség és a mennyiségtől független megrendelési költség, valamint az időegységre számított felhasznált mennyiség alapján határozható meg az a rendelési tétel nagyság, mely a legalacsonyabb összköltséget eredményezi.



2.22 ábra: Optimális rendelési tétel nagyság meghatározására szolgáló módszer költségei

Az optimális rendelési tétel nagyság meghatározására szolgáló modellben a cél-függvény a két költség összegének minimalizálása:

$$K = K^{KT} + K^U \Rightarrow \min.$$

Mivel a készlettartás költsége és az utánpótlás mennyiségtől független költsége a következő formában írható fel:

$$K^{KT} = \frac{q}{2} \cdot k^{KT} \quad \text{és} \quad K^U = \frac{Q}{q} \cdot k^U,$$

ezért az optimális rendelési tétel nagyság felhasználva azt, hogy ott van szélső-értéke a költségfüggvénynek, ahol

$$\frac{\partial K}{\partial q} = 0,$$

a következő formában adódik:

$$q^{opt} = \sqrt{\frac{2 \cdot Q \cdot k^U}{k^{KT}}}$$

ahol Q a vizsgálati időhorizonra vonatkozó igény nagysága,
 k^U a készlet egyszeri utánpótlásának mennyiségétől független költsége,
 k^{KT} a készlettartás fajlagos költsége.

2.12.2 MRP kereslettől függő termékek esetében

A kereslettől függő termékek esetében jól alkalmazható módszer a gyártási anyagszükséglet tervezés (MRP = **Material Requirement Planning**). A módszer lényege, hogy a szerelési folyamat egyes szintjein beépülő alkatrészecskék, szerelvények és részegységek szükséges mennyiségét a felsőbb szerelési szint igényeiből származtatjuk le számos paraméter figyelembevételével.

Az MRP bemenő paraméterei a következők:

- **termelési vezérprogram**: megadja, hogy a késztermékből mikor és milyen mennyiséget kell értékesíteni;
- **szerelési családfa** vagy beépülési fa: megadja, hogy a termék strukturálisan hogyan épül fel alkatrészecskékből, szerelvényekből és részegységekbe;
- **technológiai idők**: az egyes gyártási szerelési műveletek időszükségletei;
- **készlet**: megadja, hogy az egyes alkatrészecskékből, szerelvényekből, részegységekbe milyen készletek állnak rendelkezésre;
- **biztonsági készlet**: általában az MRP esetében egy olyan készletet jelent, melyhez az adott ütemezési feladat megoldása során nem lehet hozzányúlni, mivel egy másik feladat számára van lefoglalva;
- **nyitott megrendelés**: olyan megrendelés, melynek visszaigazolása már megtörtént, beérkezési időpontja adott és nincs hozzárendelve más termékhez;
- **speciális** gyártási, rendelési vagy szerelési **feltételek**, melyek például megadhatják, hogy egy adott alkatrészecskéből milyen minimális mennyiség gyártása lehetséges, vagy hogy egy adott alkatrészecskéből milyen sorozatnagyságok gyárthatóak technológiai kötöttségekből adódóan.

Az MRP módszer alkalmazása során egy úgynevezett MRP táblát kell kitölteni (2.2 táblázat).

n. szint x alkatrész	1	2	n-1	n
Bruttó igény							
Nettó igény							
Készlet							
Szerelés kezdete <i>vagy</i> Gyártás kezdete <i>vagy</i> Megrendelés feladása							

2.2 táblázat: Példa MRP táblára

Az MRP táblák az egyes szerelési szinteknek megfelelően egymásra épülnek, így a számításokat mindig a szerelés legfelsőbb szintjén kell elkezdni, azaz a termelési vezérprogramból kell kiindulni.

Az MRP eredménye egy olyan vállalati tevékenységi terv, mely tartalmazza, hogy az egyes időszakokban milyen feladatokat kell elvégezni annak érdekében, hogy a termelési vezérprogram (s ebből kifolyólag az értékesítési terv) megvalósítható legyen.

Ellenőrző kérdések

1. Milyen feladatai vannak a termelési logisztikának?
2. Jellemezze a push és pull elvű gyártás?
3. Milyen tervezési feladatok értelmezhetők a termelési logisztika egyes időhorizontjain?
4. Milyen lehetőségek vannak egy termék átfutási idejének csökkentésére?
5. Jellemezze a különböző termelési rendszereket!
6. Milyen szintekből épül fel a vállalati anyagáramlási rendszer?
7. Határozza meg a termelési logisztikai rendszer főbb tervezési feladatait!
8. Mi a különbség a flow-shop és job-shop típusú termelésütemezési feladatok között?
9. Milyen jellegzetes darabárus raktározási rendszereket ismer?
10. Mi a különbség a fejraktár és az átmenő raktár között?
11. Ismertesse a konzignációs raktárak működési mechanizmusát!
12. Ismertesse a kereslettől függő és kereslettől független termékek közötti különbséget!
13. Mondjon példákat a készletezés mechanizmusát befolyásoló környezeti hatásokra!
14. Jellemezze a ciklikus, csillapításos és kétraktáros készletgazdálkodási modelleket!
15. Milyen termékek esetében alkalmazható az optimális rendelési tétel nagyság meghatározására?
16. Milyen paraméterei vannak az MRP módszernek és hogyan épül fel egy MRP tábla?

Felhasznált irodalom

- Cselényi József – Illés Béla (szerk.):* Anyagáramlási rendszerek tervezése és irányítása I., ISBN 9636616728, Miskolc, 2006.
- Cselényi József – Illés Béla (szerk.):* Logisztikai rendszerek, Miskolc, 2004.
- Illés Béla – Elke Glistau – Norge Coello Machado:* Logisztika és minőségmenedzsment, Miskolc. 2007. ISBN 978 963 877 38 0 7
- Illés Béla – Németh János:* Raktározott termék forgási sebessége és a befolyásoló paraméterek vizsgálata. Logisztikai Évkönyv. 2012. pp. 208-215.
- Kovács Zoltán:* Logisztika. Interaktív bevezetés a logisztikai rendszerek tervezésében, szervezésében, irányításában, Logisztikai Fejlesztési Központ. Budapest 1995.
- Prezenszki József (szerk.):* Logisztika I. Bevezető fejezetek, ISBN 963 431 796 0. BME Mérnöktovábbképző Intézet, Budapest 2004.
- Prezenszki József (szerk.):* Logisztika II., ISBN 963 03 6740 8. Logisztikai Fejlesztési Központ. Budapest 2004.

PÉLDÁK A TERMELÉS LOGISZTIKÁJA, KÉSZLETEZÉS, RAKTÁROZÁS TÉMAKÖRHÖZ

2.1 feladat: Egy gépes termelésütemezési feladat a legnagyobb késés minimalizálásával

Feladat: Végezzük el az alábbi táblázatban adott termékek optimális megmunkálási sorrendjének meghatározását, amennyiben ismertek a megmunkálási idők, illetve az elkészülésének határideje és a cél a legnagyobb késés minimalizálása! **Hasonlítsa össze a megoldást az 1-3-5-7-2-4-6 sorrendű ad hoc megoldással!**

j	t_j <i>műveleti idő</i>	τ_j <i>elkészülés határideje</i>
1	12	20
2	9	14
3	7	7
4	14	50
5	5	37
6	3	42
7	8	28

2.3 táblázat: Egy gépes termelésütemezési feladat paramétereit

Megoldás:

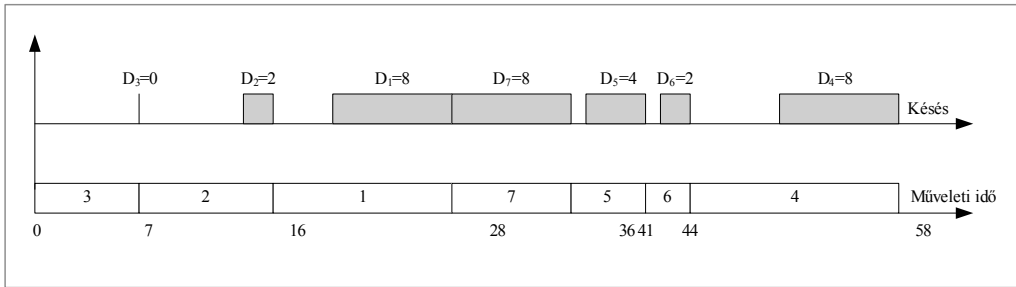
Ezen feladat esetében mivel a célfüggvény a legnagyobb késés minimalizálása, ezért az úgynevezett **határidő szabály** alkalmazásával elvégezhető az optimális gyártási sorrend meghatározása.

- **Határidő szabály:** Az összes terméket rendezzük az elkészülési határidejük szerinti sorrendbe és kezdjük az ütemezést mindig a legsürgősebb feladattal.

Meg kell jegyezni, hogy létezik a feladatnak egy olyan változata is, melyben az elkészülés határideje nincs megadva, ekkor bármelyik megoldás az optimális megoldást adja meg. Amennyiben az egyes termékek rendelkezésre állási idejei adottak (azaz korlát van minden egyes művelet leghamarabbi elkezdési idejére vonatkozóan), akkor a feladat a határidő szabállyal nem oldható meg. Az alábbi táblázat tartalmazza a határidő szabály segítségével elkészített megoldást. Az alkatrészek összes késése 32 perc, a **legnagyobb késés 8 perc**.

j	t_j műveleti idő	C_j elkészülési idő	τ_j elkészülés határideje	D_j késés
3	7	7	7	0
2	9	16	14	2
1	12	28	20	8
7	8	36	28	8
5	5	41	37	4
6	3	44	42	2
4	14	58	50	8

2.4 táblázat: Egy gépes termelésütemezési feladat megoldása határidő szabállyal

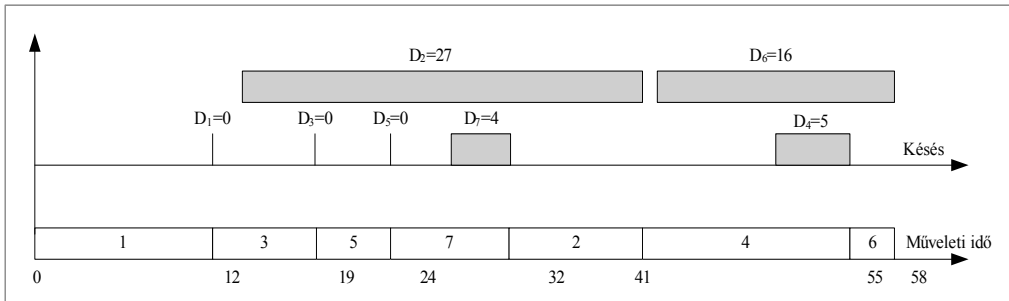


2.23 ábra: Egy gépes termelésütemezési feladat megoldásának ábrázolása Gantt-diagramban

Vizsgáljunk meg az alábbi ad hoc sorrendet, mint lehetséges megoldást!

j	t_j műveleti idő	C_j elkészülési idő	τ_j elkészülés határideje	D_j késés
1	12	12	20	0
3	7	19	7	0
5	5	24	37	0
7	8	32	28	4
2	9	41	14	27
4	14	55	50	5
6	3	58	42	16

2.5 táblázat: Egy gépes termelésütemezési feladat egy ad hoc sorrend kiválasztásával



2.24 ábra: Egy gépes termelésütemezési feladat ad hoc sorrendű megoldásának ábrázolása Gantt-diagramban

Mint látható, a véletlenszerű sorrendből előállított megoldás esetében a legnagyobb késés 27 perc, míg az összes késés 52 perc.

2.2 feladat: Egy gépes termelésütemezési feladat az átfutási idők összegének minimalizálásával

Feladat: Végezzük el az alábbi táblázatban adott termékek optimális megmunkálási sorrendjének meghatározását, amennyiben ismertek a megmunkálási idők, az elkészülések határideje és a cél az átfutási idők összegének minimalizálása! **Hasonlítsa össze a megoldást az 1-3-5-7-2-4-6 sorrendű megoldással!**

j	t_j műveleti idő
1	7
2	4
3	5
4	6
5	9
6	2
7	6

2.6 táblázat: Egy gépes termelésütemezési feladat paramétereit

Megoldás:

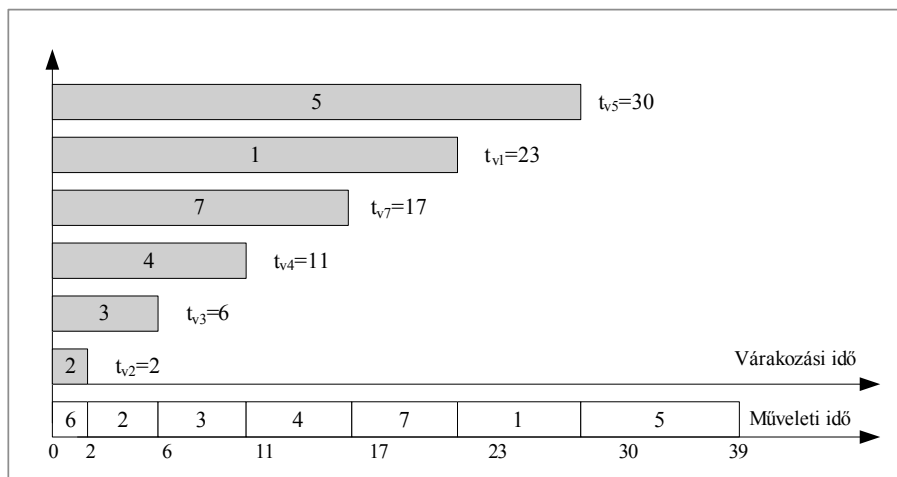
Ezen feladat esetében mivel a célfüggvény az átfutási idők összegének minimalizálása, ezért az úgynevezett **legkisebb műveleti idő szabály** alkalmazásával elvégezhető az optimális gyártási sorrend meghatározása.

- **Legkisebb műveleti idő szabály:** Az összes terméket rendezzük műveleti idejük szerinti növekvő sorrendbe. Ez a sorrend adja az optimális megoldást a kiválasztott célfüggvény esetében.

j	t_j műveleti idő	C_j elkészülési idő	kumulált elkészülési idő
6	2	2	2
2	4	6	8
3	5	11	19
4	6	17	36
7	6	23	59
1	7	30	89
5	9	39	128

2.7 táblázat: Egy gépes termelésütemezési feladat megoldása a legkisebb műveleti idő szabállyal

A fenti megoldás szerint a legkisebb műveleti idő szabályával megalkotott megoldás esetében az **összesített átfutási idő 128 perc**. Ezen átfutási idő két részből tevődik össze: a műveleti időből, mely az ütemezéstől függetlenül állandóan 39 perc, illetve a várakozási időből, melyet az ütemezés befolyásol. Az alábbi Gantt-diagramban láthatóak a technológiai átfutási idők és a várakozási idők is.



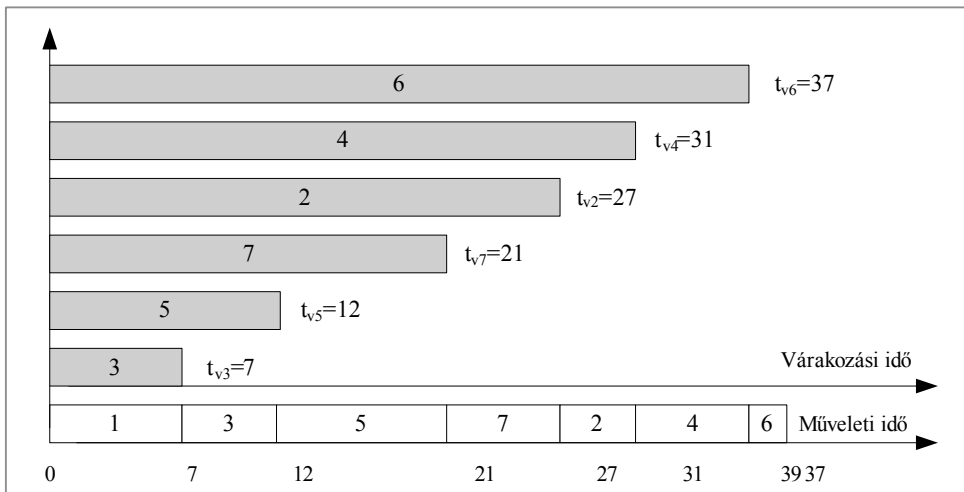
2.25 ábra: Egy gépes termelésütemezési feladat megoldásának ábrázolása Gantt-diagramban

Vizsgáljuk meg az 1-3-5-7-2-4-6 sorrendet!

j	t_j műveleti idő	C_j elkészülési idő	kumulált elkészülési idő
1	7	7	7
3	5	12	19
5	9	21	41
7	6	27	68
2	4	31	99
4	6	37	136
6	2	39	175

2.8 táblázat Egy gépes termelésütemezési feladat egy ad hoc megoldása

Mint látható, az 1-3-5-7-2-4-6 ad hoc sorrend szerinti megoldás esetében jelentősen nagyobb az átfutási idő, 175 perc.



2.26 ábra: Egy gépes termelésütemezési feladat egy ad hoc megoldásának ábrázolása Gantt-diagramban

2.3 feladat: Két gépes flow-shop termelésütemezési feladat

Feladat: Két esztergagépen kell elvégezni 10 alkatrész nagyoló és simító esztergálását. A műveleti idők az alábbi táblázat szerint adottak. Az egyik esztergagépen csak a nagyoló, a másikon csak a simító esztergálási feladatokat lehet elvégezni. A simító esztergálást a nagyoló esztergálás sorrendjében végezzük el, a termékek nem előzhetik egymást. **Határozza meg az optimális megmunkálási sorrendet!**

<i>termék</i>	<i>nagyoló esztergálás technológiai ideje</i>	<i>simító esztergálás technológiai ideje</i>
1	4	1
2	5	7
3	1	10
4	5	2
5	7	3
6	4	6
7	6	5
8	3	8
9	6	4
10	2	9

2.9 táblázat: Két gépes flow-shop feladat bemenő paraméterei

Megoldás:

A két gépes előzés nélküli permutáció flow-shop feladatok megoldására kínál remek módszert a Johnson algoritmus. Az algoritmus első lépéseként a megmunkálandó termékeket két csoportba sorolhatjuk be. Az első halmazba kerülnek azok a termékek, melyek megmunkálási ideje kevesebb az első gépen, mint a második gépen, míg a második halmazba azokat a termékeket tesszük, melyeknél a második gépen történő megmunkálás technológiai ideje a kevesebb.

$$\Theta^1 = (2, 3, 6, 8, 10) \text{ és } \Theta^2 = (\text{üüüü} \quad)$$

Az ütemezés algoritmusában innen nagyon egyszerű: elsőként azt a terméket munkáljuk meg, melynek technológiai ideje az első gépen a legkisebb, utolsóként pedig azt a terméket munkáljuk meg, melynek technológiai ideje a második gépen a legkisebb. Ezt az elosztást mindaddig folytatjuk, míg az összes termék ütemezésre nem kerül.

	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	O ₅		Belépő üresjárat	
R=	O ₁	0	2	3	3	3	11	3
	O ₂	2	0	3	2	4	11	2
	O ₃	3	4	0	2	1	10	0
	O ₄	2	1	3	0	4	10	0
	O ₅	1	2	3	3	0	9	0
		8	9	12	10	12		
Kilépő üresjárat	0	0	2	0	3			

Következő feladat a redukált útmátrix előállítás. Tudjuk, hogy az 1. objektumba 3 üresjárat lép be, a 2. objektumba 2 üresjárat lép be, míg a távozó üresjáratok száma a 3. objektum esetében 2, az 5. objektum esetében 3. Ennek megfelelően egy olyan redukált útmátrixot kell létrehozni, melyben csak az ezen objektumok közötti távolságok találhatóak meg:

	O ₁	O ₂		
L ^{red} =	O ₃	7	2	3
	O ₅	2	6	2
		2	3	

Ezt követően a feladat egy olyan hozzárendelési mátrix meghatározása, mely megmutatja, hogy mely kilépő üresjáratoknak mely objektumokba kell beérkezniük. Amennyiben a hozzárendelési mátrixot az alábbi formában adjuk meg:

$$X = [x_{ij}]$$

akkor a következő feltételeknek kell teljesülni a hozzárendelési mátrix elemeire vonatkozóan:

$$x_{31} + x_{32} = 3$$

$$x_{51} + x_{52} = 2$$

$$x_{31} + x_{51} = 2$$

$$x_{32} + x_{52} = 3$$

Ezen feltételeket három fajta megoldás is kielégíti, így három hozzárendelési mátrix képezhető:

$$X^1 = \begin{array}{c} \begin{array}{cc} O_1 & O_2 \\ O_3 & \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 1 \\ \hline \end{array} \\ O_5 & \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 2 \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 3 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 3 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$X^2 = \begin{array}{c} \begin{array}{cc} O_1 & O_2 \\ O_3 & \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 2 \\ \hline \end{array} \\ O_5 & \begin{array}{|c|c|} \hline 1 & 1 \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 3 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 3 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

$$X^3 = \begin{array}{c} \begin{array}{cc} O_1 & O_2 \\ O_3 & \begin{array}{|c|c|} \hline 0 & 3 \\ \hline \end{array} \\ O_5 & \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 0 \\ \hline \end{array} \end{array} \begin{array}{|c|} \hline 3 \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline 2 & 3 \\ \hline \end{array} \end{array}$$

Ezen három megoldási változat esetében meg kell határozni az üresjáratok összegzett hosszát, majd azok közül a legkisebbet kiválasztva adódik az optimális megoldás:

$$L_1^{\text{üres}} = (2 \cdot 7 + 1 \cdot 2 + 0 \cdot 2 + 2 \cdot 6) \cdot 10 \text{ m} = 280 \text{ m}$$

$$L_2^{\text{üres}} = (1 \cdot 7 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 6) \cdot 10 \text{ m} = 190 \text{ m}$$

$$L_3^{\text{üres}} = (0 \cdot 7 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 0 \cdot 6) \cdot 10 \text{ m} = 100 \text{ m}$$

A fenti számítást látva megállapítható, hogy az optimális (legkisebb üresjáratok anyagmozgatási úthosszát biztosító) megoldás abban az esetben adódik, ha a 3. objektumból kilépő üresjáratok a 2. objektumba érkeznek, illetve az 5. objektumból kilépő üresjáratok az 1. objektumba érkeznek és ebben az esetben az üresjáratok úthossza 100 méter.

7.10. feladat: Logisztikai géprendszerek megbízhatósága

Feladat: Két szállítószalag mindegyikének zavartényezője 10%. **Határozza meg az eredő megbízhatóságát az ezen két szállítószalagból összeállított szállítási gépláncnak soros illetve párhuzamos működés esetében!**

Megoldás:

A feladat első lépéseként meg kell határozni egy szállítózsalag megbízhatóságának valószínűségét:

$$p_{üzem} = \frac{1}{1 + \kappa} = \frac{1}{1,1} = 0,909$$

Ezt követően vizsgálható a két kapcsolási mód esetében a rendszer eredő megbízhatósága. Soros működési mód esetében a megbízhatóság az alábbi összefüggéssel számítható:

$$p_{üzem} = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n$$

Mivel jelen esetben két azonos zavartényezővel rendelkező eszközből alkotott soros rendszer vizsgálata a feladat, ezért az eredő megbízhatóság az alábbi módon határozható meg:

$$p_{üzem}^{soros} = p_{üzem}^2 = 0,909^2 = 0,826$$

Mivel ismert, hogy a meghibásodás és a zavartalan üzem valószínűségének összege 1, ezért a sorosan kapcsolt két szállítózsalag esetében a meghibásodás valószínűsége szintén meghatározható:

$$p_{hiba}^{soros} = 1 - p_{üzem}^{soros} = 1 - 0,826 = 0,174$$

Végezzük el ugyanezen vizsgálatot a párhuzamosan kapcsolt szállítózsalagok esetére is:

$$p_{üzem}^{párhuzamos} = 1 - (1 - p_{üzem})^2 = 1 - (1 - 0,826)^2 = 0,969.$$

A meghibásodás valószínűsége a soros rendszerhez hasonlóan határozható meg:

$$p_{hiba}^{párhuzamos} = 1 - p_{üzem}^{párhuzamos} = 1 - 0,969 = 0,031$$

Elvégezve a fenti számításokat megállapítható, hogy a **párhuzamosan kapcsolt** szállítózsalagokból kialakított **géplánc eredő megbízhatósága 96,9%**, míg ugyanezen érték **sorosan kapcsolt** gépek esetében **82,6%**.