

Értékünk AZ **Ember**

Humánerőforrás-fejlesztési Operatív Program



Pánczél Zoltán

ANYAGMOZGATÁS, CSOMAGOLÁS, RAKTÁROZÁS



SZÉCHENYI ISTVÁN
EGYETEM
GYŐR

Magyarország célba ér



Készült a HEFOP 3.3.1-P.-2004-09-0102/1.0 pályázat támogatásával.

Szerző: dr. Pánczél Zoltán
főiskolai docens

Lektor: dr. Rixer Attila
főiskolai tanár

A dokumentum használata

Mozgás a dokumentumban

A dokumentumban való mozgáshoz a Windows és az Adobe Reader megszokott elemeit és módszereit használhatjuk.

Minden lap tetején és alján egy navigációs sor található, itt a megfelelő hivatkozásra kattintva ugorhatunk a használati útmutatóra, a tartalomjegyzékre, valamint a tárgymutatóra. A ◀ és a ▶ nyilakkal az előző és a következő oldalra léphetünk át, míg a Vissza mező az utoljára megnézett oldalra visz vissza bennünket.

Pozicionálás a könyvjelzőablak segítségével

A bal oldali könyvjelző ablakban tartalomjegyzékfa található, amelynek bejegyzéseire kattintva az adott fejezet/alfejezet első oldalára jutunk. Az aktuális pozíciókat a tartalomjegyzékfában kiemelt bejegyzés mutatja.

A tartalomjegyzék használata

Ugrás megadott helyre a tartalomjegyzék segítségével

Kattintsunk a tartalomjegyzék megfelelő pontjára, ezzel az adott fejezet első oldalára jutunk.

Keresés a szövegben

A dokumentumban való kereséshez használjuk megszokott módon a Szerkesztés menü Keresés parancsát. Az Adobe Reader az adott pozíciótól kezdve keres a szövegben.

Tartalomjegyzék

Előszó.....	6
1. Az anyagmozgatás alapjai	8
1.1. Az anyagmozgatás fogalma	8
1.2. Az anyagmozgatás műszaki és gazdasági jelentősége	10
1.3. Az anyagmozgatás rendszerszemléletű értelmezése	12
1.4. A szállítási lánc anyagmozgatási vonatkozásai.....	19
1.5. Az anyagmozgatási feladat fogalma és összetevői	21
1.6. Anyagmozgatási teljesítmény	24
1.7. Mozgató anyagok jellemzése.....	26
1.8. Az anyagok jelölési rendszere	42
2. Csomagolási alapismeretek.....	46
2.1. Fogalmak.....	46
2.2. A csomagolás feladata és jelentősége	49
2.3. A szállítási csomagolások tervezése	57
2.4. Az árukat érő igénybevételek	64
2.5. A szállítási és tárolási (logisztikai) igénybevételek laboratóriumi szimulációja.....	80
2.6. A szállítási csomagolások leggyakrabban előforduló csomagolóanyagai és az azokból készített csomagoló eszközök	91
2.7. Veszélyes áruk csomagolása	113
2.8. Az üzemi anyagmozgatásban alkalmazott tároló dobozok, egységládák és egységrakomány-képző eszközök	137
3. Raktározástechnikai alapok	140
3.1. A raktározás szerepe a gazdaságban.....	140
3.2. A raktározás és a tárolás (raktár és tárolóhely)	142
3.3. A raktározási módok és megválasztásukat befolyásoló tényezők.....	143
3.4. A raktárak osztályozása	144
3.5. 3.5. A tárolandó árumennyiség (készlet) meghatározási lehetőségei, a készletgazdálkodás	146
3.6. Raktárak és tárolók telepítése	166
3.7. Darabáruk (egységrakományok) raktározása hagyományos raktárakban	168

3.8. Darabáruk raktározása magasraktárakban.....	244
3.9. Darabáruk szabadtéri tárolása.....	257
3.10. Ömlesztett anyagok tárolása	259
<i>Irodalomjegyzék</i>	266

Előszó

Ez a jegyzet a BSc szintű gépészmérnökképzés hallgatói számára készült. A gépészmérnökök feladata napjainkban nagyon gyakran nem a konstrukcióra, hanem a gyártási folyamatok logisztikai szempontú, összehangolt irányítására, szervezésére, a berendezések és az emberi erőforrás optimális hozzárendelésére irányul.

A gépészmérnök feladata már ott kezdődik, hogy amikor egy gyártmány konstrukciója készül, gondoljon arra, hogy ez a termék a logisztikába kerülve mozgatási, tárolási és szállítási folyamatokon keresztül jut a következő felhasználóhoz, vagy fogyasztóhoz. Ahhoz, hogy ez a termék racionálisan kezelhető legyen, figyelembe kell venni, hogy a logisztikában a terméket számos külső hatás, igénybevétel éri, amely a terméket károsíthatja. Ezek ellen általában csomagolástechnikai módszerekkel kell védekezni. A csomagolás költsége akkor lesz a legkisebb, ha a terméket már a konstrukció fázisában olyan szerkezetűre tervezzük, amely relatíve kis védelmet igényel. Másik fontos logisztikai szempont, hogy a termék méretei, alakja, tömege olyan legyen, hogy abból egy olyan termék–fogyasztói csomagolás–gyűjtőcsomagolás–egységrakomány rendszer legyen képezhető, hogy a logisztikában alkalmazott anyagmozgató gépek és szállítóeszközök, vagy teherbírásra, vagy térfogatra jól kihasználhatók legyenek.

A fentieknek megfelelően a jegyzet első nagy részében azt tárgyaljuk, hogy a termékeket a termelési és elosztási logisztikában milyen típusú igénybevételek érik, ezeket az igénybevételi fajtaakat hogyan lehet műszaki tervezésre korrekten definiálni és miután ezt megtettük, milyen csomagolástechnikai védelmi rendszert kell alkalmazni a termék sérülésmentes megérkezése érdekében. Külön tárgyaljuk, hogy ez a védelmi rendszer milyen anyagok felhasználásával történhet célszerűen, hiszen minden csomagolóanyag a funkciója megszűnése után előbb-utóbb hulladékká válik és itt részben törvényi szabályozások, másrészt praktikus megfontolásokból nem mindegy, hogy ezek az anyagok újra feldolgozhatók, esetleg energetikailag hasznosíthatók, illetve könnyen megsemmisíthetők-e. A jegyzetben például illusztráljuk, hogy a logisztikai igénybevételek laboratóriumi modellezésével, iterációs módszerrel hogyan lehet a minimális anyagfelhasználással a szükséges, éppen megfelelő csomagolási és egységrakomány képzési rendszert megtervezni.

A jegyzet tárgyalja azt a szintén gépészmérnöki feladatot, hogy egy termék előállítása során milyen műszaki és szervezési megoldásokkal lehet azt biztosítani, hogy az anyagáramlási folyamat a szükségesnél nem nagyobb teljesítmény ráfordítással és a zavarok lehető legkisebbre redukálásával legyenek elvégezhetők. Ehhez a gépészmérnöknek ismernie kell a különböző anyagmozgató gépeket, azt, hogy ezek az anyagmozgató gépek hogyan fűzhetők fel géprendszerré, milyen a megbízhatóságuk és zavarok esetén milyen tartalékok építhetők be.

A jegyzet második nagy része, részben a termelési folyamatok egyes fázisaiba beiktatandó átmeneti tárolók, másrészt a logisztikai szerepet betöltő nyersanyag félkész és késztermék raktárak, valamint a kereskedelmi és közlekedési logisztikai tároló létesítmények műszaki tervezését és üzemeltetési, irányítási megoldásait tárgyalja.

Végezetül megemlítjük, hogy a jegyzet főként arra hívja fel a figyelmet, hogy minden üzemeltető mérnöknek rendszerszemléletben kell gondolkodnia és mindig lehetőleg a legteljesebb termelési és elosztási folyamatot kell vizsgálat alá vetnie, mivel a részmegoldások nagyon sokszor a teljes folyamat szempontjából igen kedvezőtlen eseteket hoznak létre.

1. Az anyagmozgatás alapjai

1.1. Az anyagmozgatás fogalma

Az anyagmozgatás feladata a különféle alap- és segédanyagok, félkész és késztermékek termelési célok vagy az elosztás-felhasználás érdekében üzemi keretek között végzett helyváltoztatása, vagyis lényegében a technológia, illetve az alapvető üzemi tevékenység szükségszerű kiegészítése. A feladatkörbe nem csupán a tulajdonképpeni horizontális vagy vertikális (ill. a kettő kombinációjából álló) helyváltoztatás tartozik, hanem az ehhez kapcsolódó rakodásoknak (fel- és lerakás, ill. be- és kirakás, átrakás) a végzése is. Az anyagmozgatás feladatkörébe tartoznak, a különböző termelési és fogyasztási ütemekben, valamint a szállításhoz szükséges időráfordításokban megnyilvánuló, időbeli különbségeket kiegyenlítő tárolás bevezetésekként és befejezésekként (és esetleg közben is) felmerülő rakodások is.

Az anyagmozgatás feladatköre a gazdaság teljes szférájára, tehát a termék-előállítás mellett a kereskedelmi, a raktározási és a közlekedési jellegű tevékenységre is kiterjed.

Az anyagmozgatás fogalmának hagyományos értelmezése szerint, az anyagmozgatás a társadalmi újratermelési folyamat minden fázisában előforduló, az anyagok, félkész- és késztermékek, ill. áruk nem nagy távolságú helyváltoztatását (és rakodását) célzó olyan tevékenység, amely nem jár együtt alak- vagy állapotváltozással, és amely kézi munkával, vagy sajátos eszközökkel, gépekkel, berendezésekkel, adott – elsősorban területi – korlátokon belül megy végbe. A hagyományos értelmezés jellemzője az a fel fogás, amely az üzemi belső anyagmozgatást a segédüzemi tevékenységek egyikének, ill. különálló segédfolyamatnak tekinti.

Az anyagmozgatás fogalmának korszerű értelmezése a rendszerelméleti szemléletmódon alapul. Ez a szemléletmód elemekből és alrendszeréből, optimumra törekedve építi fel az egyébként egymással szoros kapcsolatban álló folyamat és berendezésszisztemeket. A szisztemeknek, alrendszernek és elemeknek jól definiált funkciója vagy célja van.

A termelési-üzemi folyamatrendszernek technológiai, anyagmozgatási, ellenőrzési, tárolási, csomagolási részfolyamatokból állíthatók össze. Az egyes részfolyamatok – önmagukban – folyamatrendszerként is kezelhetők.

A rendszerelméleti szemléletmód szerinti értelmezés tehát az anyagmozgatást a termelési-üzemi folyamatrendszerek alrendszereként kezeli, ill. az anyagmozgatás rendszerteremtő szerepét hangsúlyozza.

A meghatározott üzemi területen belül lebonyolódó műveleteket összekapcsoló belső anyagmozgatás a funkcióját – és sok esetben az eszközeit is – tekintve elkülönül a külső szállítástól, amely az üzem külső kapcsolatait hozza létre az alaptevékenységhez szükséges anyagoknak stb. az üzem területére juttatása, ill. a félkész és késztermékek, továbbá a hulladékok elszállítása révén.

A belső anyagmozgatás az érkező áruk átvételével kezdődik s a félkész-, ill. a készáruraktárban fejeződik be, az áruknak a kiszállító járművekre felrakását megelőző átadással.

A belső anyagmozgatás és a külső szállítás együttes szakmai kezelésére nézve napjainkban tapasztalható törekvés, – ami az ún. szállítási láncok szervezésében nyilvánul meg, – a mindkét oldali harmonikus fejlődés fontos tényezője. A termelési, ill. az ahhoz csatlakozó tárolási, továbbá a felhasználói rendszerek a saját belső anyagmozgatási részrendszereiket csak a közlekedési-szállítási üzemek folyamatrendszereivel összhangban alakíthatják ki.

Az üzemi belső anyagmozgatás megjelenési formái a következők: 1. üzemrészek, ill. üzemek közötti anyagmozgatás, 2. a termelési egységeken, ill. épületeken belüli anyagmozgatás, 3. munkahelyi anyagmozgatás.

Az üzemrészek közötti anyagmozgatás jellemzőit főként az üzemi épületek egymáshoz viszonyított helyzete, ill. az üzemi terület kiterjedése és adottságaik befolyásolják, de az ilyen anyagmozgatás mindenképpen az üzem anyagmozgatási kapcsolatainak a váza.

A termelési egységeken belüli anyagmozgatás jellemzőit is befolyásolja a térbeli elrendezés és az építészeti jellegű adottságok, azonban itt – főként a termelőberendezésekhez kapcsolódás révén – fokozottabban szerephez jut a gyártási technikával való kapcsolat.

A munkahelyi anyagmozgatás kapcsolata a termelőberendezésekkel és az emberi munkaerővel még szorosabb, ami a kölcsönös alkalmazkodás igényét támasztja.

1.2. Az anyagmozgatás műszaki és gazdasági jelentősége

Az anyagmozgatás jelentőségének felismerése tulajdonképpen a legutolsó 25-30 év eredménye. Természetesen már ezt jóval megelőzően is voltak olyan iparágak, amelyek nagyon komolyan foglalkoztak anyagmozgatási problémák megoldásával, de az utolsó két évtized hozott csak forradalmi változást ezen a téren, a fejlett iparral rendelkező országokban egészen új üzemi szemlélet kialakulását eredményezve.

Napjainkban már nemcsak az anyagmozgatási szempontok különösen érintett olyan iparágak üzemei, mint az autóipar, elektro- vagy vegyipar törekszenek az anyagmozgatás fejlesztésére, hanem a legkülönbözőbb rendeltetésű és nagyságrendű üzemek is.

Az anyagmozgatás racionalizálásának indokai közül mindenekelőtt az általános technikai fejlődést kell kiemelni. A gyártástechnika általános fejlődése láncreakcióként kiváltotta a gyártási módszerek, gyártásszervezés és az anyagmozgatás, valamint a költségalakulás közötti összefüggések vizsgálatát. Ez azonban tudatossá, rendszerezettebbé és főleg általánossá Európa szerte csak gazdasági és műszaki kényszerítő körülmények hatására vált.

A felismert racionalizálódási lehetőség realizálása azonban rendszerint nehézségekbe ütközik, a megvalósításhoz szükséges előkészítés, és végrehajtási idő hiánya, vagy egyszerűen az üzemben dolgozók ellenállása miatt. A megszokotthoz ragaszkodás „pszichológiai béklyóinak” megszüntetése nem csupán az üzemek végrehajtó szerveinél, hanem a vezetőinél is problémákat okozhat. Utóbbiaknál csak a rendszerint nagy munkaráfordítással elkészíthető kellő gazdasági alátámasztás vezethet eredményre.

Az üzemben belüli anyagmozgatás magas költséghányadának, továbbá annak felismerése, hogy egyedül az anyagmozgatással és raktározással kapcsolatos költségek csökkentése jelenti nagyon sok esetben a még kiaknázható tartalékokat, ráébresztette az érdekelt üzemi vezetőket arra, hogy az anyagmozgatás korszerűsítésének milyen jelentősége lehet az egyébként egyforma költségalakulású üzemekben.

Eltekintve a kitermelő és a viszonylag alacsony termelési költségű iparágaktól (pl. élelmiszeripar) és a nagykereskedelemtől, a legtöbb üzemben az anyagmozgatás rendkívül erősen összefonódott az összes többi tevékenységgel. Egy egyszerű termék előállítása is rendszerint többszöri anyagmozgatást idéz elő és az anyagmozgatási műveletek száma a termék

bonyolultságával együtt nő (pl. egy gépkocsi sebességváltójának összeszerelése összesen kb. 20...30 anyagmozgatási műveletet igényel).

Az anyagmozgatás költséghányadának értékére nézve egyébként nagyon nehéz pontos választ adni, mert a kapcsolatos költségek nemcsak országonként, de iparáganként, sőt üzemenként is különböznek, egy sor ezirányú vizsgálat eredményeként azonban képet alkothatunk erről.

Különböző országokból származó adatok szerint az anyagmozgatási költségek a termelési költségek 15...85%-át (átlagosan 25%-át) teszik ki. A magasabb hányad az ömlesztett tömegárak kitermelését és feldolgozását végző üzemekre vonatkozik.

Az anyagmozgatás korszerűsítését sürgető gazdasági tényezők közül nem hagyható ki a munkaerőhiány motívuma sem, amely az egyes országok munkaerő helyzetétől függően előbb vagy utóbb önmagában is felveti az e problémával foglalkozás szükségességét, annál is inkább, mert az anyagmozgatással együtt járó nehéz fizikai munkától való vonakodás már a tényleges munkaerőhiány jelentkezése előtt is érezteti hatását.

Ugyaníde számíthatók a kézi anyagmozgatás balesetveszélyességével és a megerőltető voltából fakadó káros egészségügyi hatásokkal kapcsolatos gazdasági következmények is.

Az anyagmozgatás fejlesztésének vannak az általános műszaki fejlődés mellett egyéb műszaki indokai is, amelyek az egyes területek sajátos műszaki fejlődéséből következnek. Az új gyártási eljárások kialakítása nélkülözhetetlenné teszi az anyagmozgatás és az egyéb kiszolgáló tevékenységek alkalmazkodását.

Számos példát lehet említeni arra, hogy egyes technológiai műveleteket (pl. festés, szárítás, hűtés, mosás, keverés, mérlegelés, számlálás stb.) célszerű összekapcsolni az anyagmozgatással. A raktározás területén az ún. mozgó műveletét kapcsolja össze az anyagmozgatással.

Sok esetben az anyagmozgatást végző gép nemcsak kiszolgáló jellegű tevékenységet végez, hanem egyúttal vezérlő szerve is a technológiai jellegű műveleteket végző elemeknek. Vagyis egyre inkább tapasztalhatjuk az anyagmozgatásnak és a termelésnek a hagyományosnál sokkal szorosabb kapcsolatát, műveleteinek átfedését, egymásba nyúlását.

Itt említhető meg a termelési volumenek növekedéséből fakadóan állandóan növekvő tárolótér-igény problémája is. Ez ugyanis általában szükségessé teszi a tárolási magasság növelését, ami elképzelhetetlen erre alkalmas anyagmozgató gépek kialakítása és alkalmazása nélkül.

A csomagolással szemben támasztott igények növekedése, a korszerű csomagológépek bevezetése is általában jelentős követelményeket támaszt az anyagmozgatással szemben.

Ugyanígy az egységrakományokban történő áruszállítás fejlődése, az egységrakományos szállítási láncok képzése is egyre inkább kényszerítően hat a gazdasági élet legkülönbözőbb területein az anyagmozgatás műszaki színvonala emelése irányában.

A fejlődés hazánkban tehát ezen a területen is megindult. A fejlődést közvetlenül kiváltó ok először az átmenetileg tapasztalható munkaerőhiány volt, amihez nem sokkal később az iparpolitika és a műszaki fejlesztés új irányzatainak logikus követelményei járultak.

Az ezirányú fejlesztésre nyújtott lehetőségek nyilván csakis akkor ösztönöznek, ha ez az érintett vállalatok részére kimutatható gazdasági előnyöket nyújt.

Bár az anyagmozgatási fejlesztés hatékonysága kimutatásának a munkabér mellett egyéb tényezői is vannak, ezek a legtöbb esetben vagy egyáltalán nem, vagy csak nehezen számszerűsíthetők, egyrészt számvetési okokból, illetve az anyagmozgatási munka egyes részeinek „rejtett” volta, másrészt a kedvező hatások közvetett megjelenése miatt. Egyes tényezők nem a beruházó vállalatnál, hanem másutt éreztetik hatásukat, vagyis a vállalati szintű gazdaságossági számításnál nem vehetők figyelembe. Mindez arra utal, hogy az anyagmozgatási fejlesztés olyan terület, amelyet sem vállalatilag, sem gazdaságilag nem lehet teljesen a szabályozott piac automatizmusára bízni.

1.3. Az anyagmozgatás rendszerszemléletű értelmezése

Rendszer alatt bizonyos számú elem összessége, és az ezek között az elemek között fennálló kapcsolatok összessége értendő. A „rendszer” és az „elem” fogalmak – relatív fogalmak.

Az anyagmozgatási rendszerek elemei egymásra hatást fejtenek ki. Az anyagmozgatási rendszerek így dinamikus rendszerek, elemeik aktív elemek.

Valamely elem (E) és a környezete (K) – vagyis a további elemek és a rendszer környezete – között meghatározott kapcsolatok állnak fenn. A környezet (K) hat E-re (input) és E-nek bizonyos állapotát idézi elő. Mivel E bizonyos állapotot felvesz, hat a maga részéről is K-ra (output).

A rendszer minden elemének kell legalább egy „kimenetének” lennie. Az outputok mindig inputok következményei, noha bizonyos outputok sokszor csak hosszabb reakcióidő eltelte után váltódnak ki az inputok hatására.

A bemeneti határelemek azok az elemek, amelyek a rendszert – a környezet felől – érő hatásokra reagálnak, a kimeneti határelemek azok az elemek, amelyek hatást fejtenek ki a környezetükre.

A különféle anyagok – termelési vagy egyéb igények kielégítésére végzett mozgatása során – gyakran sok egyedi gépből és berendezésből álló jelentékeny komplexumokat foglalkoztatnak. E gépek, és berendezések viselkedését a közöttük fennálló számos kölcsönös kapcsolat jellemzi, és azt kielégítő pontossággal csak akkor lehet meghatározni, ha ezeket a komplexumokat dinamikus rendszerekként tekintjük. E rendszerek az anyagmozgatási rendszerek, nagyon sokfélék lehetnek.

Az anyagmozgatási rendszerek matematikai módszerekkel történő vizsgálatához általános érvényű fogalom-meghatározásokra és absztraháló gondolkodásmódra van szükség. Ezek segítségével a rendszerek tekintélyes csoportját azonos módszerekkel lehet kezelni.

Az anyagmozgatási rendszerek elemei:

- a) szállítóelemek,
- b) feladóelemek és
- c) leadóelemek.

Az anyagmozgatási rendszer E_2 eleme szállítóelemnek minősíthető, amennyiben a rendszer másik két (E_1 , E_3) elemére fennáll, hogy $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3$. A „szállítóelem” kifejezés lényegében fedí az anyagmozgatás fogalmát. Azonban nem csupán valamely anyagmozgató gép tekintendő szállítóelemnek, hanem bizonyos esetekben a feladó-, ill. a ledobó szerkezetük is. A nem (kizárólag) helyváltoztatási rendeltetésű gépek (pl. osztályozóberendezések) is sok esetben szállítóelemként foghatók fel.

Az anyagmozgatási rendszer pl. E_2 elem, amelyre nézve fennáll, hogy $E'_2 \rightarrow E_2$. A feladóelemek hozzák létre a kapcsolatot a környezet, a továbbítandó anyag mennyisége és a rendszer között (az anyagmozgatási rendszerek „forrásai”). Az ún. felszedőgépek, vagyis a futóművel és anyagmegfogó szerkezettel is ellátott szállítóelemek ugyancsak a feladóelemek csoportjába sorolhatók. Adott esetben egész anyagmozgatási rendszerek egy másik anyagmozgatási rendszer szempontjából feladóelemek lehetnek.

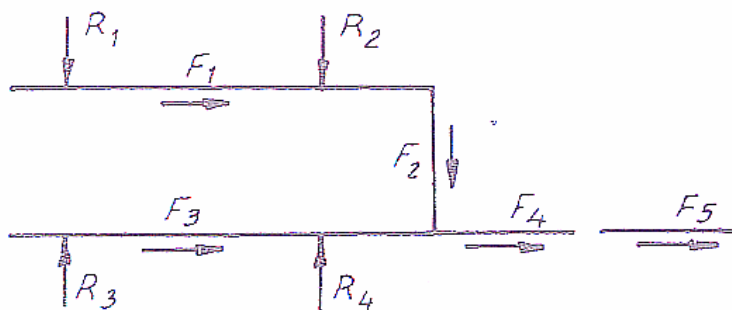
Az anyagmozgatási rendszereknek azt a pl. E_3 elemét, amelyre nézve már nem találhatunk a rendszerben egy olyan E'_3 elemet, amelyre nézve fennáll az $E_3 \rightarrow E'_3$ feltétel, leadóelemnek nevezzük (az anyagmozgatási rendszer „nyelője”).

Az anyagmozgatási rendszerekben gyakran találhatók olyan elemek, amelyek egyaránt feladó- és szállítóelemek; más anyagmozgatási rendszerekből a tulajdonképpeni szállítóelemek hiányozhatnak is (pl. veder, kerek kotró az általa kitermelt anyagot – ledobógém révén – maga szórja le, a kanalas rakodógépet anyagfelszedésre és az anyag továbbítására egyaránt használják stb.).

Az anyagmozgatási rendszerek az anyagok továbbításának jellege szerint csoportosíthatók. Megkülönböztethetők:

1. folyamatos,
2. szakaszos és
3. kombinált anyagmozgatási rendszerek.

A folyamatos anyagmozgatási rendszerek esetében a feladó- és a leadóelemek között megszakítás nélküli (ömlesztett anyag mozgásakor összefüggő) anyagfolyam jön létre, (pl. szállítószalag-rendszerek, függőkonvektor-rendszerek). A feladóelemek működési módjának nincs jelentősége (szakaszos vagy folyamatos működésű anyagmozgató gépek egyaránt lehetnek, a döntő a feladott anyag folyamatos továbbítása (1. ábra).



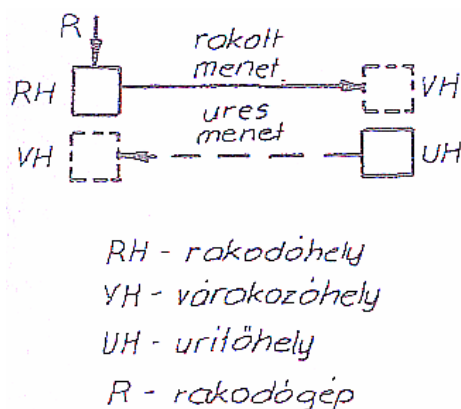
F_1 F_5 szállítószalagok

R_1 R_4 anyagfeladást végző gépek

1. ábra. Folyamatos anyagmozgatási rendszer struktúrája

A folyamatos anyagmozgatási rendszerek szállítóelemei különböző módokon kapcsolhatók össze egymással, az elemek sorba is kapcsolhatók, de elágazások is beiktathatók.

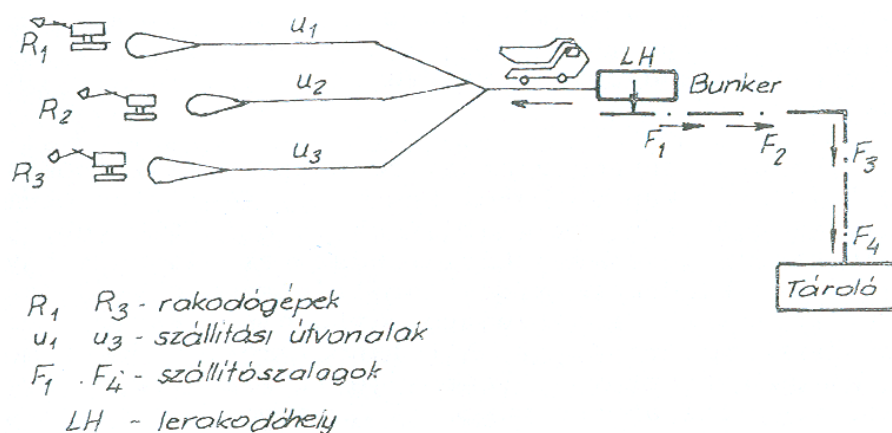
A szakaszos anyagmozgatási rendszerek bizonyos anyagmennyiségeket, különböző méretű szállítóedényekbe összefogottan továbbítanak, a helyváltoztatás ciklikus (pl. tehergépkocsi üzem, vasúti üzem). A feladóelemek működési módjának itt nincs számottevő jelentősége (a szállítójárműveket szakaszos vagy folyamatos működésű anyagmozgató gépek egyaránt megrakhatják), a teljesítményingadozásokra azonban természetesen tekintettel kell lenni.



2. ábra. Szakaszos anyagmozgatási rendszer struktúrája

A szakaszos anyagmozgatási rendszerek (2. ábra) különböző struktúrájúak lehetnek a szállítójárművek számától, az összekötő útvonalak kialakításától, a feladóelemek számától és elrendezésétől függően.

A kombinált anyagmozgatási rendszerek különböző jellegű anyagmozgatási részrendszerekből állnak. A csatlakoztatási helyeken többnyire felmerül anyagmennyiségek tárolásának igénye. A tárolók: 1. megkönnyítik az anyagok átrakását, 2. lehetővé teszik a rendszer teljesítményének növelését, a továbbított anyag átmeneti tárolása révén, 3. módot nyújtanak – szükség esetén – az anyag minőségének megváltoztatására. A kombinált anyagmozgatási rendszereket (pl. szalagos szállítás vasúti szállítójárművekbe való átrakással, tehergépkocsis szállítás szállítószalagra való átrakással stb.) a legtöbb esetben egyszerűbb anyagmozgatási rendszerekre lehet visszavezetni (3. ábra).



3. ábra. Kombinált anyagmozgatási rendszer struktúrája

Az anyagmozgatási rendszerek mint *zárt rendszerek* is vizsgálhatók. Az anyagmozgatási rendszerek vizsgálatakor, – az elemeiknek az anyagáramlásból adódó („→” jelzésű) kapcsolatain kívül – főképpen az egyes elemeknek a normális állapottól való eltérései és ezeknek a rendszer egészére kifejtett hatásai érdemelnek figyelmet.

Ezek az eltérések különböző természetűek lehetnek (pl. teljesítmény-ingadozások, menetidő-ingadozások, zavarok stb.). Az ilyen eltéréseket az anyagmozgatási rendszerek ama elemeihez célszerű hozzárendelni, amely-nél fellépnek, vagy amelyek okozzák őket.

Az egyes elemekhez azonban általában csupán olyan eltéréseket szabad hozzárendelni, amelyek vele kapcsolatosan közvetlenül felléphetnek. Ez alól kivételt jelentenek pl. az egymáshoz csatlakozó elemek zavarai következtében előálló leállások (pl. a szállítószalagokon fellépő anyagáram-ingadozások a megrakógéphez rendelendők hozzá).

Ez a hozzárendelés idézi elő lényegében azt, hogy valamely anyagmozgatási rendszer E „eleme” alatt egy olyan (rész) rendszer értendő, amely magából az anyagmozgató gépből, a kiszolgáló- és karbantartó személyzetből és a közvetlenül (és csak az adott gépre) ható környezetből áll.

Absztrakt elemek bevezetése bizonyos esetekben megkönnyítheti a rendszerek vizsgálatát. Ilyen absztrakt „elemek”:

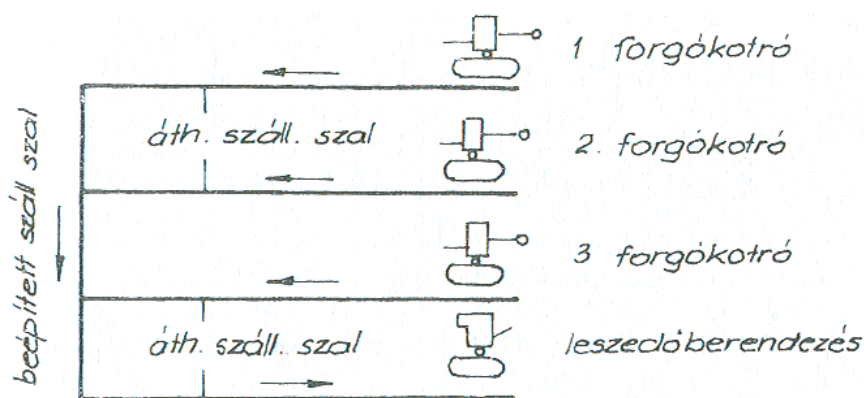
- amelyek „zavarai” az egész rendszert egyszerre leállítják (időjárás, áramszünet stb.),
- amelyek egy adott anyagmozgatási rendszert „lezárnak”, vagy „indítanak”.

Ha a feladó- és leadóelemekre ható tényezőket a fenti módon ezekhez az elemekhez rendeljük hozzá, fel lehet tételezni – anélkül, hogy a rendszerek leírásában hibát követnénk el-, hogy a fellépő anyagáramok a feladóelemekből indulnak ki és a leadóelemekben végződnek. Ebben az esetben az anyagmozgatási rendszereket zárt rendszernek tekinthetjük, vagyis olyan rendszereknek, amelyeknek minden elemét csak a rendszer más elemeiből származó hatások érik, és amelyeknek minden eleme csak a rendszer más elemeire hat ki.

Az *anyagmozgatási rendszerek hasonlósága* gyakran áll fenn. Ez két rendszer között olyan kapcsolat, hogy az egyik rendszer minden eleméhez egyértelműen hozzárendelhető a másik rendszer eleme (vagy részrendszere), így az egyik rendszer elemei közötti minden kapcsolat a másik rendszer hozzájuk rendelt elemei (vagy részrendszerei) közötti kapcsolatnak felel meg (homomorf rendszerek).

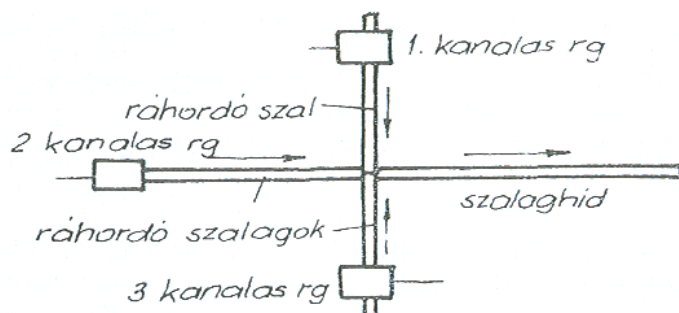
Vegyük pl. szemügyre a következő három anyagmozgatási rendszert:

S_1 : a szállítoszalag-láncot három forgókotró rakja meg és leszedő berendezés üríti (4. ábra).



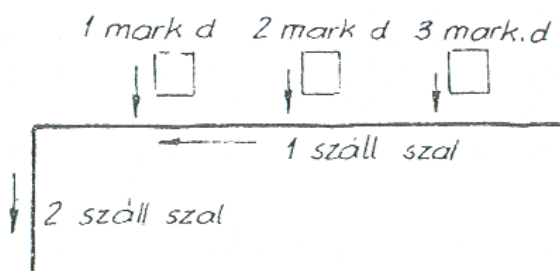
4. ábra. Az „ S_1 ” anyagmozgatási rendszer vázlata

S_2 : szalaghídban futó szállítószalagra három szalag hord rá, az utóbbi szalagokat egy-egy kanalas rakodógép rakja meg (5. ábra).



5. ábra. Az „ S_2 ” anyagmozgatási rendszer vázlata

S_3 : két szállítószalagból álló lánc egyikéről, a másikra kerül az anyag, az első szalagra – a mellette elhelyezkedő – három, markolóval ellátott daru adja fel az anyagot (6. ábra).



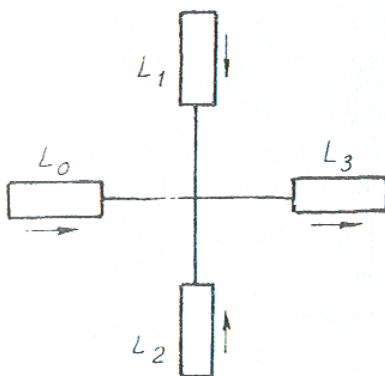
6. ábra. Az „ S_3 ” anyagmozgatási rendszer vázlata

Könnyen belátható, hogy az S_1 , S_2 , S_3 rendszereknek azonos struktúrája van a 7. ábrán bemutatott absztrakt anyagmozgatási rendszerrel.

Az $L_0 \dots L_3$ „láncok” megfelelőit megtaláljuk mindhárom vizsgált rendszerben. Amennyiben e láncok egyikét zavar éri, az egész rendszer szempontjából kiváltott hatás mindenkor azonos. A 7. ábrán sematikusán bemutatott rendszer tehát homomorfnak tekinthető az S_1 , S_2 , S_3 rendszerekkel.

A homomorfiás kapcsolatokat az anyagmozgatási rendszerek matematikai elemzésekor célszerű kihasználni. Minthogy homomorf rendszerek esetében sokszor nyílik lehetőség a már rendelkezésre álló számítási alapok

felhasználására, ily módon számottevő mértékben csökkenthető a kapcsolatos munkaráfordítás.



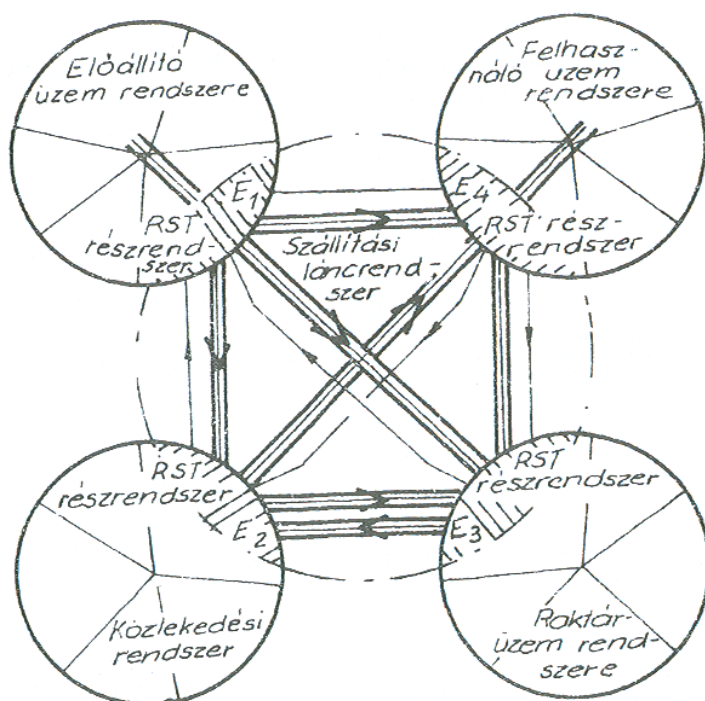
7. ábra. Az „S1”, „S2” és „S3” anyagmozgatási rendszerekhez hasonló struktúrájú elvi rendszer vázlata

1.4. A szállítási lánc anyagmozgatási vonatkozásai

A szállítási lánc rakodási, szállítási és tárolási műveletek, – egymással és a munka tárgyával, a számuk, a soron következésük, a szervezésük és a munkaeszközök szempontjából – a minimális ráfordítások célkitűzésével összhangba hozott sorozata, amellyel egy meghatározott – és a szállítási lánc tartama alatt sem mennyiségi sem minőségi szempontból nem változó – árut a kiindulási üzemből a fogadó üzembe lehet juttatni.

A szállítási lánc is, elemi egységek sorozatából összeállítható rendszerként tekinthető. A szállítási láncot alkotó rakodási, szállítási tárolási elemek különféleképpen illeszthetők össze folyamatokká, amelyek mind alkalmasak lehetnek egy adott szállítási feladat realizálására. A lehetséges alternatívák közül ki lehet választani egy meghatározott szállítási feladat szempontjából a legkedvezőbb szállítási láncot.

A szállítási lánc, a környezetét alkotó gazdasági rendszerekkel összefüggésben ábrázolható (8. ábra). A szállítási lánc az előállító üzem és a felhasználó üzem között helyezkedik el. A raktárüzem az árut átveheti, és változatlan állapotban bocsáthatja ki. A kapcsolatokat az előállító, a tároló és a felhasználó üzemek állítják elő.



8. ábra. A szállítási lánc, és a környezetét alkotó gazdasági rendszerekkel való összefüggése

A szállítási láncrendszer sajátossága, hogy nincsen olyan eleme, amely a sajátja lenne. Többnyire más rendszerekhez tartozó, és nem speciálisan a szállítási lánc realizálására szolgáló elemekből tevődik össze. Ilyen vonatkozásban a szállítási lánc az anyagmozgatás sajátos szervezeti formája.

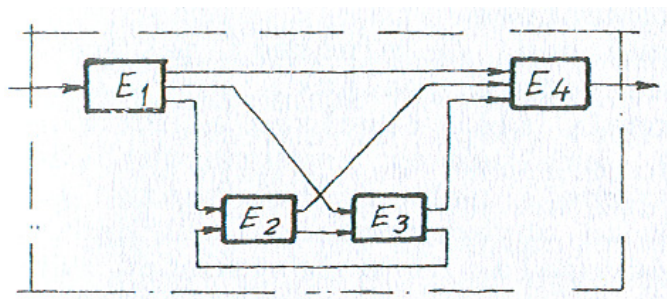
A szállítási lánc környezeti rendszereiben levő anyagmozgatási folyamatok mint rakodási-, szállítási-, tárolási részrendszerek, egymással összhangban vannak, azonban nem tartoznak a szállítási lánc munkafolyamatába. Ebből kifolyólag valamely rakodási, szállítási, tárolási részrendszernek a technikai elemei általában csak időnként használható fel szállítási feladatok megoldására, a szállítási láncok keretében. Egy-egy elem több szállítási láncban is részes lehet.

A rendszer elemei közötti kapcsolatok közül szempontukból természetesen az anyagi kapcsolatok állnak az előtérben, amelyek az anyagfolyamban, vagyis az áruk áramlásában nyilvánulnak meg. Minthogy ez többek között a valószínűségelmélet törvényszerűségeinek van alávetve, a szállítási láncrendszernek sztochasztikus jellege van.

Mint hogy az E_1 és E_4 elemek a környezet rendszereivel kapcsolatban állnak, a szállítási lánc nyílt rendszernek tekintendő.

A szállítási láncra jellemző szállítási kapcsolatok (9. ábra) lehetséges változatai a következők:

1. E_1 -ből közvetlenül E_4 -be (előállító üzem – felhasználó üzem),
2. E_1 -ből közvetlenül E_3 -ba és onnan E_4 -be (előállító üzem – raktárüzem – felhasználó üzem),
3. Az egységrakomány egymás után több E_3 elemen (több önálló raktárüzemen) halad át.
4. Az E_2 - E_3 vagy E_4 és az E_3 - E_4 kapcsolatok közvetettek, vagyis az E_2 -n (közl. Üzem) haladnak keresztül.



9. ábra. A szállítási láncrendszer lehetséges kapcsolatai

1.5. Az anyagmozgatási feladat fogalma és összetevői

Az anyagmozgatással szemben támasztott igény szabatos meghatározhatósága előfeltétele az ezirányú problémák megoldásának. A helyváltoztatásra kerülő anyagot mindenekelőtt meg kell fogni, ill. fel kell venni az anyagmozgató gép által, ezt követően továbbítani kell többé-kevésbé meghatározott útvonalon és távolságra, majd a rendeltetési helyen le kell tenni, ill. el kell engedni.

Az *anyagmozgatási feladat* megfogalmazásánál mindenekelőtt a feladat tárgya, az az anyag stb. jut szerephez, amelyet az egyik helyről a másikra kell eljuttatni, és amely az anyagmozgatás szempontjából támaszt meghatározott követelményeket az anyagmozgatás irányában.

Az anyagmozgatás során végeredményképpen mindig két pont közötti távolságot kell leküzdeni, az anyagmozgatási feladat nagyságrendjének

meghatározásakor tehát szerephez jut az anyagmozgatási útvonal, ill. távolság is.

Egyes anyagmozgatási igényeket egyszeri anyagmozgatási tevékenységgel ki lehet elégíteni, másik a tevékenység bizonyos időközökben való megismétlését igénylik. Az ezzel kapcsolatos követelmények az anyagáramlási intenzitásban és az anyagmozgatás meghatározott időpontjában jutnak kifejezésre. Előbbi az időegység alatt mozgatandó anyagmennyiséggel, utóbbi az anyagmozgatási ténykedés kifejtésére vonatkozó időbeli kötöttség megadásával (kezdeti vagy befejezési időpont, vagy mindkettő együtt) fejezhető ki.

Az anyagmozgatási feladat meghatározását sok esetben még bizonyos olyan hatóságok stb. előírások, rendszabályok is befolyásolják, amelyeket az anyagmozgatási folyamat megtervezésekor figyelembe kell venni. Ezek célja általában az anyagmozgatás területén foglalkoztatott, illetve az anyagmozgatással kapcsolatba kerülő dolgozókat fenyegető veszélyek kiküszöbölése vagy csökkentése.

A mozgatandó anyag mennyiségi és minőségi jellemzőit a következő fejezetben részletesen tárgyaljuk.

Az anyagmozgatási útvonal, ill. távolság alatt mindazok az adottságok értendők, amelyek az anyagmozgatásban érintett kezdő és végpont térbeli helyzetéből származóan követelményeket támasztanak az anyagmozgatási teljesítmény tekintetében. A mozgatási útvonalak 1. a leküzdendő távolságok és 2. a vonalvezetésük szerint csoportosíthatók.

A leküzdendő távolság *a)* rövid, *b)* közepes *c)* hosszú lehet. Az üzemben belüli anyagmozgatásnál „rövid” a távolság akkor, ha a különféle technológiai műveletekkel kapcsolatos „kezelés” jellegű mozgásokról van szó. A „közepes” távolságok kb. 500 m-ig terjednek, ill. e fölött „hosszú” távolságról beszélünk.

Az út vonalvezetése a legtöbb esetben ívek beiktatását is igényli, de előfordul egyenes út is. Az út egyebekben *a)* vízszintes, *b)* függőleges, *c)* ferde vagy *d)* ezek kombinációja lehet. Elhelyezkedhet épületen belül vagy épületen kívül.

Az anyagmozgatási útvonal és a mozgatógép közötti kölcsönhatás nem csupán abban nyilvánul meg, hogy pl. a már rendelkezésre álló, meghatározott kialakítású útvonal befolyásolhatja az anyagmozgató gép megválasztását, és megfordítva, a rendelkezésre álló anyagmozgató gép igényei eldönthetik az útvonal kialakítását. Tekintettel kell lenni arra az összefüggésre is, amely a mozgatási távolság és a műszaki-gazdasági szempontból op-

timális géptípus kiválasztása között fennáll. Az anyagmozgatási feladat meghatározásához szükség van a mozgatandó anyag mennyiségének és a mozgatási igény időbeli eloszlásának ismeretére is. Ismerni kell mindenekelőtt a naponta v. műszakonként mozgatandó mennyiségeket, továbbá szakaszos működésű anyagmozgató gépek esetében a ciklusonként, folyamatos működésű anyagmozgató gépek esetében az időegység alatt továbbítandó anyagmennyiséget.

Az anyagáramlás intenzitása (I_A) a bizonyos meghatározott időszak (t) alatt mozgatandó anyagmennyiséget (G) adja meg:

$$I_A = \frac{G}{T}.$$

Szakaszos anyagmozgatás esetében az anyagmozgatás gyakorisága (f_A) is figyelembe veendő. Az egy ciklusban mozgatandó anyag mennyiségét (tételt) q -val, a ciklusok számát c -vel jelölve: $I_A = q \cdot c / t$, illetve $I_A = q \cdot f_A$. Ha az időegység alatt mozgatandó változatlan nagyságú tételek száma növekszik, vele együtt nő az anyagmozgatás gyakorisága és ennek arányában az anyagáramlás intenzitása is. Ha a tételek száma annyira nagy, hogy az egyes anyagmozgatási ciklusok időben érintkeznek (nincsenek közöttük szünetek), akkor elértük az adott berendezés teljes mérvű kihasználását, vagyis a legnagyobb gyakoriságot és intenzitást.

A gyakoriság és az intenzitás mindig bizonyos meghatározott időtartamra vonatkozik, amikor is meg kell ítélni az elérhető legmagasabb értéket.

Az anyagmozgatási igény felléphet *a*) időben egyenletesen, vagyis ritmikusan (meghatározott időközökkel), vagy *b*) időbeni szabályszerűség nélkül. Az utóbbi esetben csak akkor lehet az egész anyagmozgatási feladat vonatkozásában intenzitásról beszélni, ha egyáltalán szó lehet egy feladattá való összefogásról. Utóbbi feltételezi, hogy a szabálytalan időközökben fellépő anyagmozgatási igény szabályos időközökben, vagy folyamatosan, bizonyos készletek képzésével kielégíthető. Az anyagmozgatási feladatban tehát olyan egyformaságnak kell uralkodnia, ami az ismétlődő műveletek egymás között elvileg felcserélhetővé teszi.

Még az állandó időközökben ritmikusan ismétlődő igény esetében is csak akkor lehet egységes anyagmozgatási feladatról beszélni, ha a két kívánt anyagmozgatási tevékenység közötti időköz nem túl nagy.

Az egy anyagmozgatási igény ismétlődései közötti időköz legnagyobb értékeként általában nem célszerű egy hónapnál hosszabb időtartamot

választani. Azaz anyagmozgatási teljesítmény, amelyet havonta egy alkalomnál kevesebbszer kell kifejezni, mindenkor új anyagmozgatási feladatként kezelhető.

A termelés az anyagmozgatást nemcsak mennyiségi, hanem időponti szempontból is befolyásolja. Időben teljesen független anyagmozgatásról nem lehet szó, az időpontokat valamilyen módon mindig tekintetben kell venni. A határidők meghatározóak is lehetnek az anyagmozgatás kialakítására. Ha kisebbek a termelési volumenek a határidők rendszerint hosszúak és rugalmasak is, ilyenkor esetleg az anyagmozgatás időbeli tervezése a termékátfutás tervezésén alapul. A termékátfutás tervezés a technológusok által kialakított technológiai folyamat időbeli folyamattá egészíti ki. Enélkül a termelés folyamatosságát, a lehető legrövidebb átfutási időt nem lehetne biztosítani. Nehéz lenne az anyagmozgatást is tervszerűvé tenni, eszközeit megfelelően kihasználni.

A termelési folyamat és az anyagmozgatás pontos menetrendjét csak az egyes műveletek pontos időbeli tervezése esetén lehet kidolgozni. A termékátfutás tervezése során kidolgozott munkaidő-szükségletkapacitás mérleg teremti meg az előfeltételét az anyagmozgatási folyamatok tervezésének: a menetrendek kidolgozásának, az anyagmozgató gépek száma és a munkaerő-szükséglet stb. meghatározásának.

1.6. Anyagmozgatási teljesítmény

Az anyagmozgatási rendszerrel szemben támasztott anyagmozgatási igények kielégítéséhez az anyagmozgatási feladat megoldásához szükséges „teljesítményt” anyagmozgatási teljesítménynek nevezzük. Számszerű értékét az anyagáramlási intenzitás, valamint a mozgatási távolság befolyásolja és az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$P_A = \sum_{i=1}^n I_{A_i} \cdot \ell_i = \sum_{i=1}^n \frac{G_i}{t_i} \cdot \ell_i \quad (tm/h).$$

Ahol:

i = az egyes anyagmozgatási relációk indexe (i 1,2 ...n),

I_{A_i} = az i -edik relációban az anyagáramlási intenzitás értéke (t/h),

ℓ_i = az i -edik reláció mozgatási távolsága (m),

G_i = az i -edik relációban mozgott anyagmennyiség (t)

t_i = az i -edik relációban G_i mennyiségű anyag ℓ_i távolságra való mozgatásához szükséges idő.

Az anyagmozgatási teljesítmény létrehozásához az anyagmozgatás

- gépesítési,
- létesítményi és
- szabályozási

alrendszereinek, valamint az anyagmozgatási segédeszközöknek összehangolt közreműködése szükséges.

Az *anyagmozgatási rendszer gépesítési alrendszere* az anyagmozgató gépek szinkronizált működésével lehetővé teszi az anyagok, áruk és termékek helyváltoztatását. Általában az ember aktív részvételét igényli és a kifejtendő fizikai erőt és a balesetveszélyt nagymértékben csökkenti. Legfejlettebb formája az automatizált anyagmozgatási géprendszer, melyben az embernek csak irányító és ellenőrző szerepe van.

Az *anyagmozgatási rendszer létesítményi alrendszere* elsősorban a szállítópályákkal kapcsolatos problémákat jelenti. A szállítópályák olyan létesítmények, melyek az anyagmozgató gépeknek és eszközöknek, illetve a mozgandó anyagoknak az anyagmozgatási útvonalon történő, az anyagmozgatási igények teljesítése érdekében kifejtett mozgását teszi lehetővé.

A szállítópályák nincsenek mindig kiépítve, ilyenkor az anyagmozgatási útvonal egybeesik a szállítópályával. Kialakításuknál figyelembe kell venni a szállítópályák és az anyagmozgató gépek összhangjának követelményét. Amennyiben a szállítópályán közvetlenül anyagot mozgatunk (görgős szállítópálya, csúszda stb.), kialakításukkal a mozgatott anyagok sajátosságaihoz kell igazodnunk.

A szállítópályák vízszintes, függőleges, illetve ferde mozgást tehetnek lehetővé. A szállítópályák lehetnek padlószinthez nem kötöttek: az utóbbi esetben még megkülönböztethetünk padlószint alatt vagy fölött elhelyezett szállítópályákat.

Sok anyagmozgató gép esetén – szállítószalag, függőkonvektor stb. az anyagmozgatás gépi és létesítményi alrendszere egybeesik, nem választható szét.

Az *anyagmozgatási rendszer szabályozási alrendszere* az anyagmozgatási folyamatok irányítását (ellenőrzési és vezérlési) végzi. Feladata még az anyagmozgatási rendszerek fejlesztése, korrekciója, mely ellenőrzési, döntési, tervezési és szervezési tevékenységekkel hajtható végre (anyagmozgatási rendszerszervezés- és tervezés).

Az anyagmozgatási segédeszközök alatt mindazokat az eszközöket és berendezéseket értjük, melyek az anyagmozgatási tevékenység során az anyagmozgató gépek és szállítópályák mellett felhasználásra kerülnek.

A hagyományos anyagmozgatási segédeszközök közé tartoznak a rakodók, áthidaló lemezek, görgők, láncok, kötelek stb.

A korszerű anyagmozgatási segédeszközök közül a legfontosabbak az olyan egységrakomány-képző eszközök, mint a rakodólapok, szállítóládák és a szállítótartályok, valamint az anyagmozgatási folyamatok jelző-, biztosító- és ellenőrző berendezései.

1.7. Mozgatandó anyagok jellemzése

1.7.1. A mozgatandó anyagok csoportosítása

A mozgatandó anyagok jellemzéséhez azok különböző szempontok szerinti csoportosítása célszerű. A csoportosítás végezhető:

- a) az anyag fajtája szerint (pl. darabáru, ömlesztett anyag stb.),
- b) az anyag fizikai állapota szerint (szilárd, cseppfolyós, és légnemű halmazállapot),
- c) a csomagolás fajtája szerint (csomagolatlan, zsákba, hordóba, ládába, kartondobozba stb. csomagolt),
- d) az anyag alakja és külső méretei szerint (darabáruknál: kocka alakú, hasáb alakú, henger alakú, lemez alakú, szabálytalan alakú, ill. terjedelmes, nem terjedelmes, ömlesztett anyagoknál: élhosszak viszonya az egyes dimenziókban, élek legömbölyítettek vagy élesek, rostos, szálas, bolyhos stb. ill. mértékadó szemnagyság),
- e) a mozgatandó egységek tömege szerint (könnyű, közepesen súlyos és súlyos egységek),
- f) az anyag különleges tulajdonságai szerint (nyomás alatt vagy önmagától összeálló, abrazív, korrozív, törékeny, forró, hideg, robbanékony, gyúlékony, porképző, nedves, ragadós, higroszkopikus, bűzös, fényérzékeny, higiéniai szempontból érzékeny stb.),
- g) az anyag meghatározott rendkívüli környezeti körülmények közötti viselkedése szerint (pl. hűtőházban),
- h) az anyag környezetre való ártalmassága szerint (pl. tűzveszélyes, robbanásveszélyes, fertőző, sugárzó stb.).

Darabáruknak anyagmozgatási szempontból azok az áruk minősülnek, amelyekre a darabonként megvalósuló, egyedi mozgatás jellemző. Külön-

féle méretűek, alakúak lehetnek. Az anyagmozgatás során a különböző ömlesztett anyagokat magukban foglaló edényzetek is „darabárunak” minősülnek.

Ömlesztett anyagoknak azokat a rendszerint különböző szemnagyságú elemi részeket tartalmazó, de általában egynemű anyagokat nevezik, amelyek nagyobb tömegekben, rendezetlenül és csomagolatlanul kerülnek mozgatásra, tárolásra, szállításra. Az e gyűjtőnév alá sorolható különféle anyagok a sokrétűségük és az anyagok mozgását, ömlékenységet stb. befolyásoló számos tényező hatása miatt sokszor jelentenek nehézségeket az anyagmozgatásban. A tapasztalat szerint az anyagi jellemzők kismérvű változtatásai is már meglepetést okozhatnak.

A gyakorlatban megkülönböztetik az önthető anyagokat az ömlesztettől.

Anyagmozgatási szempontból ide sorolják azokat az száraz por alakú és finomszemcsés, gördülékeny szilárd halmazállapotú anyagokat (pl. por-szén cement, liszt, gabona stb.) is, amelyek csővezetékben mozgathatók, akár a nehézségi erő, akár valamilyen egyéb hatóerő, igénybevételével. Tehát nincs határozott határvonal a folyadék és a szilárd halmazállapotú anyag között, bár az egyes „önthető” szilárd halmazállapotú anyagok a mozgásukkor különböző jellegzetességeket mutathatnak fel.

Az osztályozási szempontok közül azért emeltük ki fentieket, mert ezek alapvetően befolyásolják az anyagmozgatási rendszert.

1.7.1.1. Az ömlesztett anyagok általános jellemzése

Az ömlesztett áruk csoportjába soroljuk mindazokat az általában egynemű és többé-kevésbé hasonló alakú árukat, amelyeknek szállítását, rakodását és tárolását nagy tömegben, rendezetlenül és csomagolatlanul végzik. Ilyen módon kerülnek szállításra az ásványi anyagok, bányatermékek (érc, szén, homok stb.), egyes ipari termékek (műtrágya, burgonya, kukorica, cukorrépa stb.), valamint egyes élelmiszeripari cikkek (liszt, cukor), persze ezek mindegyike az igényektől és körülményektől függően zsákolva vagy egyébmódon csomagolva, darabáruként is továbbítható. Az ezen csoportba sorolt áruféleségek eltérő tulajdonságúak és darabnagyságúak lehetnek, porszerű anyagtól a nagydarabos bányatermékekig és az ömlesztve szállításra és tárolásra kerülő papírfarönkig. Közös jellemzőjük azonban az, hogy az anyagmozgatási folyamaton az egyedi darabok sokasága, tömege vonul végig, ezért az ömlesztett áruk csoportjába tartozó termékeket gyakran tömegáruknak is nevezik.

A különböző fajtájú anyagmozgató gépekkel továbbításra kerülő ömlesztett anyagokat sűrűségük, belső súrlódásuk és kohéziójuk, valamint számos más egyébtulajdonságuk jellemzi és ezek meghatározzák mind a mozgítás közbeni, mind a tárolási alatti sajátos viselkedésüket.

A jelenségeket vizsgáló „ömlesztett anyagok mechanikája” törvényeinek meghatározását igen bonyolulttá tenné az összes előbb említett jellemzők, így például az anyag eltérő szemnagyság és a szemcsék között ébredő kohéziós erők egyidejű hatásának figyelembevétele, ezért a vizsgálatok áttekinthetőbbé tétele érdekében az anyagot idealizáljuk. A vizsgálatokban részt vevő ideális ömlesztett anyag azonos méretű és szabályos alakú szemcsékből áll, amelyek között csak belső súrlódás ébred, azaz kohézió nem áll fenn.

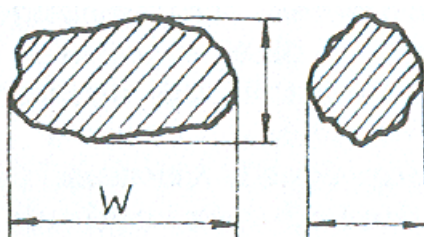
Az ideális anyagra megállapított törvényszerűségeket vonatkoztatjuk aztán az egyes, sajátos tulajdonságokkal bíró ömlesztett anyagokra és annak alapján határozhatjuk meg várható viselkedésüket.

Az ömlesztett anyagok jellemzői és vizsgálatuk

Szemnagyság és szemcseösszetétel

Az ömlesztett anyag hézagokkal körülvett változó méretű és alakú szemcsékből áll. A szemcsék közötti hézagokat általában levegő, egyes esetekben pedig víz tölti ki. Az ömlesztett anyag külső behatásokkal szemben való viselkedését az alkotó szemcsék nagysága és alakja, valamint szemcseösszetétele nagymértékben befolyásolja.

A szemcsék alakja lehet gömbölyű, gömbölyded, lemezes, lapos szögletes, koptatott, tojás-, répa- és korong alakú stb. Ha a szemcsét gömb alakúnak képzeljük, akkor mérete egyetlen adattal, az átmérővel megadható. Gyakorlatban azonban a szemcse mindig szabálytalan alakú, ezért a szemcseátmérő fogalmát csak mint a szemcsenagyság névleges méretére jellemző adatot használjuk, és alatta annak a legkisebb négyzet vagy kör alakú nyílásnak a méretét – oldalhosszát vagy átmérőjét – értjük, amelyen a szemcse még átesik. A meghatározás módszeréből következik, hogy hosszúka alakú szemcsék (pl. búza, árpa, aprított kőzetek) egyik mérete, azaz a hossza nagyobb lehet, mint a szemnagyság meghatározására szolgáló szita vagy rosta nyílásának névleges mérete.

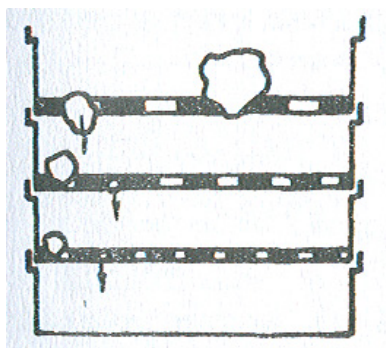


10. ábra. A szemcse jellemző méretei

Ezért az ilyen hosszúkás szemcsék nagyságát három egymásra merőleges síkban mért méretükkel kell pontosan meghatározni (10. ábra). Ezek közül a legnagyobb méret a hossz, a szemcsenagyság (w), amely – különösen nagyobb darabok esetén – jelentős befolyással van az alkalmazandó anyagmozgató gépek és berendezések egyes főméreteinek (pl. szállítószalagok hevederszélessége, elevátorok serlegének szájnylásmérete, bunkerek kiömlőnyílásának átmérője stb.) meghatározására.

Finomabb, szabad szemmel nem látható szemcsék átmérőjén annak az azonos anyagból levő gömbnek az átmérője értendő, amely adott folyadékban a szemcsével azonos sebességgel süllyed.

Az ömlesztett anyag szemcseösszetételén az anyagot alkotó szemcsék szemnagyság szerinti eloszlását értjük és tömegszázalékban adjuk meg. A szemcseösszetételt szítalással vagy rostálással határozzuk meg, úgy, hogy az ömlesztett, vegyes szemcsenagyságú anyagot különböző nyílású szíták segítségével frakciókra bontjuk szét (11. ábra).

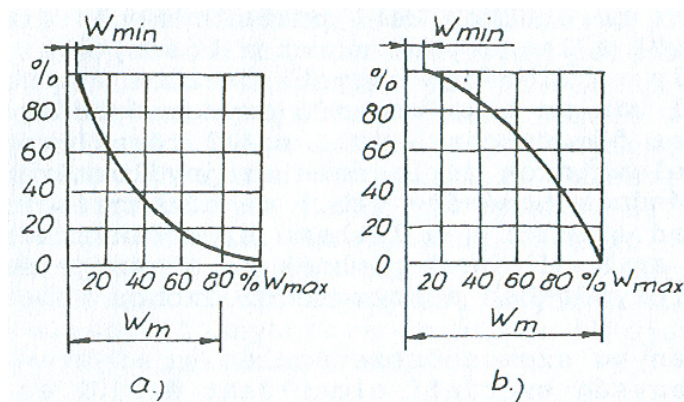


11. ábra. Vázlat a szitaanalízis értelmezésére

A szítálás eredményét szemeloszlási görbe ábrázolja. A görbe egy-egy pontja megadja, hogy egy bizonyos méretnél nagyobb szemcsék összesen hány tömegszázalékban vannak jelen az anyagalmazban. A görbe tehát összegező, integrál görbe (12. ábra).

A szemeloszlási görbe abszcisszájára az szitanyílást, illetve az ezzel meghatározott szemnagyságot számszerűen vagy a legnagyobb szemcse-méret ($w_{\max}$) százalékában – a jobb áttekinthetőség érdekében gyakran logaritmikus léptékben – és az ordinátára pedig az át nem esett szemcsék, azaz az ún. szitamaradék százalékos tömegarányát mérjük fel.

Az ömlesztett anyagra a benne előforduló legkisebb és legnagyobb szemcsék méreteinek aránya jellemző. Egyes anyagfélések, mint pl. a burgonya, gabona vagy brikett szemnagysága általában hasonló, míg az ércek, szén és ásványfélések összetétele a porostól a nagydarabosig változhat az egyes lelőhelyek sajátosságaitól, valamint a későbbi osztályozás mértékétől függően.



12. ábra a/b. A szemeloszlási görbe és jellemző alakulásai

Ha az előforduló legnagyobb és legkisebb szemcsék mérete közti arány 2,5 vagy annál kisebb, azaz

$$\frac{w_{\max}}{w_{\min}} \leq 2,5$$

az anyag osztályozottnak minősül.

Ha a fenti arány nagyobb, mint 2,5 az anyag osztályozatlan.

A szitaanalízis során az ömlesztett anyag szemnagyság szerint az alábbi frakciókra bontható:

nagydarabos	> 160 mm
darabos	60–160 mm
apródarabos	10–60 mm
durvaszemcsés	2–10 mm
finomszemcsés	0,5–2 mm
porszemű	0,05–0,5 mm
por, liszt	< 0,05 mm

Az anyagmozgató gépek megválasztása szempontjából az ömlesztett anyagot a mértékadó szemcse nagysága jellemzi, ezt szitaanalízise alapján határozhatjuk meg.

Ha a nem osztályozott (osztályozatlan) ömlesztett anyag $w_{\max}$ és $0,9 w_{\max}$ szemnagyság közé eső frakciójában az anyag mennyiségének 10%-ánál kevesebb jut, az anyag mértékadó szemnagysága (12/a ábra):

$$w_m = 0,8 w_{\max}$$

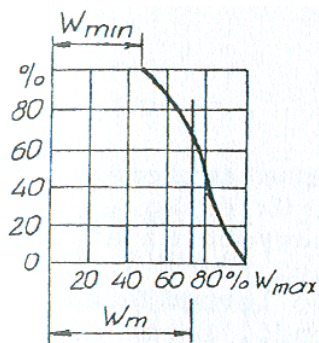
Ha pedig a $0,8 w_{\max}$ méretűnél nagyobb szemcsék frakcióinak aránya nagyobb, mint 10%, a mértékadó szemnagyság (12/b ábra):

$$w_m = w_{\max}$$

Azaz az osztályozatlan anyagot ez esetben a legnagyobb méretű szemcse mérete jellemzi.

Osztályozott anyag esetében a mértékadó szemnagyság a közepes szemcseméretnek felel meg (12/c) ábra), azaz:

$$w_m = \frac{w_{\max} + w_{\min}}{2}$$



12. ábra c. A szemeloszlási görbe és jellemző alakulásai

a) Nedvességtartalom

Általában minden ömlesztett anyag bizonyos nedvességet tartalmaz, amely lehet:

- Belső nedvesség, mégpedig
 - vegyileg az anyaghoz kötött ún. kristályvíz, vagy
 - a környező levegőből az anyagszemcsékbe beszivárgó higroszkopikus nedvesség, és
- Külső nedvesség
 - az anyagrészecskék felületén filmréteget képező molekuláris nedvesség, vagy
 - az egyes anyagszemcsék közötti hézagokat kitöltő víz (gravitációs víz).

A külső nedvességet tartalmazó ömlesztett anyagokat nedves anyagoknak nevezzük. Ha ezeket hosszabb ideig szabad levegőn tartjuk a külső nedvesség elpárolog és az anyagban visszamarad a belső nedvesség az ilyen anyagokat légszáraz állapotúnak nevezzük. A csak kristályvizet tartalmazó ömlesztett anyag a száraz anyag.

A nedvességtartalmat az anyagnak 105 °C hőmérsékleten 2-4 óra hosszát tartó szárítása előtt és után lemért tömege összehasonlításával, a száraz anyag tömegszázalékában adjuk meg:

$$N = \frac{G_1 - G_2}{G_2} 100 (\%),$$

ahol G_1 az anyag tömege szárítás előtt és G_2 szárítás után.

b) Térfogattömeg és sűrűség (Térfogatsúly és fajsúly)

Az ömlesztett anyag térfogattömegén a térfogategységben elhelyezhető anyagmennyiség tömegét értjük és kg/m^3 vagy t/m^3 értékben adjuk meg. Ennél mindig nagyobb az anyagnak a sűrűsége, amely alatt a térfogategységnyi tömör – tehát az anyag – szemcsék közötti hézagokban levő levegő – és vízzárványoktól mentes – anyag tömege értendő. Ennek dimenziója is kg/m^3 vagy t/m^3 .

Az előbbiekből következik, hogy az ömlesztett anyag térfogattömege annál kisebb, minél nagyobbak a szemcsék közötti levegővel kitöltött hézagok. Amennyiben a hézagok vízzel vagy apróbb szemcsékkel, illetve porral töltődnek fel a térfogattömeg arányosan növekszik. Levegővel ke-

veredett, laza állapotú lisztszerű és poros anyagok térfogattömege lényegesen kisebb az ugyanazon fajtájú vagy minőségű darabos anyag térfogattömegénél. Azonban hosszabb állás, illetve ütögetés vagy vibrálás hatására a légbuborékok eltávoznak és az anyag jelentékeny mértékben, esetleg eredeti térfogatának felére is összetömörödik, és így térfogattömege jelentősen megnövekedik, majd hogy a sűrűség értékét is eléri.

1. táblázat. Ömlesztett anyagok térfogattömege (MSZ 8640–54)

Anyag	t/m ³	Anyag	t/m ³
Antracit, darabos és légszáraz	0,82–0,90	Homok, finom és nedves	1,65–2,10
Aprószén, W20mm	0,80–0,85	Homok, durva	1,40–1,60
Szén darabos és légszáraz	0,72–0,86	Formázóhomok	1,15–1,60
Barnaszén, darabos és légszáraz	0,65–0,78	Kavics, száraz	1,70–1,90
Lignit	0,65–0,85	Kavics, nedves	1,90–2,10
Tőzeg, száraz	0,32–0,41	Kavicsos homok száraz	1,50–1,65
Tőzeg, nedves	0,41–0,65	Kavicsos homok, nedves	1,60–1,80
Koksz, darabos és légszáraz	0,40–0,55	Dolomit	1,20–1,50
Fejlett szén (aknaszén)	0,70–0,95	Gránit, zúzott	1,80–2,50
Széntüzelés salakja	0,65–0,85	Mészkeő, zúzott	1,50–1,80
Granulált kohósalak	0,60–1,00	Homokkeő	1,30–1,50
Széntüzelés hamuja, száraz	0,55–0,90	Pala	1,80–2,80
Falazótégla	1,40–1,55	Vasérc	1,75–3,00
Kliner-tégla	1,60–2,00	Kvarc	2,30–2,80
Mész, égetett, darabos	1,00–1,40	Búza	0,70–0,80
Portlandcement lazán öntve	1,10–1,45	Rosz	0,68–0,80
Salakcement, lazán öntve	0,90–1,10	Árpa	0,65–0,72
Beton, plasztikus vagy földnedves	1,80–2,45	Zab	0,40–0,55
Föld, száraz	1,10–1,60	Kukorica morzsolt	0,70–0,80
Föld, nedves	1,60–1,80	Liszt	0,65–0,72
Agyag, száraz	1,20–1,60	Cukorrépa	0,47–0,65
Agyag, nedves	1,60–2,10	Cukor, darabos	0,75–1,00
Homok, finom és száraz	1,10–1,65	Kősó	1,50–2,20
Finom só	0,65–1,50	Műtrágya	0,85–1,00
Csont	0,80–1,15	Fűrészpor	0,30–0,35

Miután a nedvességtartalom, szemnagyság és szemcseeloszlás, valamint a tömörödési jelenségek ugyanazon fajtájú ömlesztett anyag térfogattömegét is jelentősen befolyásolják, a tervezés megkezdése előtt a kezelendő anyag összetartozó jellemzőit gondosan meg kell határozni, illetve mérési lehetőség hiányában a táblázatokból kivett adatokat csak, mint két – tág határok között változó – szélső érték átlagát szabad alapul venni (1. táblázat).

Az ömlesztett anyagok térfogattömegének meghatározási módját az MSZ 8640–54 országos szabvány részletesen tárgyalja és megadja, mint leglényegesebb feltételt, a szemcsenagyság és mérőedény mérete közötti összefüggést is.

A méretezés biztonsága érdekében az ömlesztett anyag tömegéből adódó terheléseknél valamint az anyagmozgató gép működtetéséhez szükséges munkateljesítmény számításánál mindig a térfogattömeg óvatosan becsült felső határértékével célszerű számolnunk. Hasonló okból a meghatározott tömegű ömlesztett anyagot befogadó tárolók befogadóképessége vagy továbbító anyagmozgató gépek szállítóképessége számításánál a száraz, laza anyagokra jellemző alsó határértéket kell alapul venni.

A különböző ömlesztett anyagok térfogattömegük szerint az alábbi csoportokba sorolhatók:

igen könnyű anyagok (pl. faforgács)	$< 0,3 \text{ t/m}^3$
könnyű anyagok (kokszt)	$0,3\text{--}0,6 \text{ t/m}^3$
középnéhez anyagok (szén)	$0,6\text{--}1,2 \text{ t/m}^3$
igen nehéz anyagok (ércsek)	$> 2,0 \text{ t/m}^3$

c) Koptató hatás (abrazivitás)

Egyes ömlesztett anyagoknak a velük érintkező felületeket rongáló, koptató hatása elsősorban az anyag szemcséinek keménységétől függ, de ezen túlmenően a felületek érdessége is figyelembe veendő. A gyakorlatban előforduló ömlesztett anyagok közül leginkább koptató a kokszt, de jelentős kopást okoz a kvarchomok, a bauxit, a cement, a különböző ércek, az égetett építőipari termékek, sőt még a gabona is.

Az egyes ömlesztett anyagok keménységét az alábbi Moos-féle összehasonlító keménységi skála értékeivel adjuk meg a legpuhább talkumtól a legkeményebb gyémántig.

talkum	1	földpát, molibdén	6
gipsz, kősz	2	kvarc	7
mészpát, réz	3	topáz	8
folypát, vas	4	zafír, korund, timföld	9
		gyémánt	10

Megjegyzendő, hogy egyes viszonylag puhább anyagok szemcséinek érdes felületei, éles sarkai is jelentős károsodást okozhatnak a velük érintkező gépelemekkel és felületekkel, így pl. az éles sarkú, de nem abrazív kőszén nagyobb magasságból lehullva a szállítószalag gumihevederét erősen rongálja.

d) Összefagyási hajlam

Külső nedvességtartalommal bíró ömlesztett anyagok hosszabb időtartamú fagypon alatti hőmérsékleten tartás során egyetlen, nehezen szétbontható tömeggé fagnak össze. Erre leginkább hajlamosak az apró szemű mosott szén, a flotált ércek, a szállítás közben megázott anyag és bauxit.

e) Ragadási és összetapadási hajlam

Ragadásnak nevezzük az ömlesztett anyagok azon tulajdonságát, hogy ráragadnak vagy tapadnak másfajta anyagból kiképzett felületekre. Általában a nedves anyagok ragadnak, de egyes száraz anyagoknak is megvan az a tulajdonságuk, hogy fára vagy nyirkos anyagra feltapadnak. Ez utóbbi jelenség az anyagrészekék között fennálló molekuláris vonzerővel magyarázható.

Összetapadásnak azt a jelenséget nevezzük, amikor huzamosabb idejű tárolás után egyes ömlesztett anyagok szemcséi összetapadnak, ez leginkább a levegőből felszívott higroszkopikus nedvesség hatására következik be. Az összetapadási hajlam az anyagban létrejövő nyomással növekszik, ezért különösen tárolóbunkerek alsó részében áll elő az összetapadás.

f) Belső súrlódás és kohézió

Súrlódásnak nevezzük azt az ellenállást, amelyet a két egymáson nyugvó, de különálló test elmozdításához a mozgás irányában ható erőnek le kell győznie. A súrlódás passzív erő, amely csak aktív erő működése esetén és azzal azonos mértékben ébred. A súrlódási törvény igen bonyolult természeti törvény, amely több tényező hatására jön létre, és a fizikai lényegére vonatkozó nézetek sem egységesek. Számos kísérlet rámutatott azonban arra,

hogy a súrlódást jellemző ellenállási tényező az ún. súrlódási tényező értéke nagymértékben függ az érintkező felületek közti folyadék „film” tulajdonságaitól. Ez a film idézi elő az adhézió, illetve a kohézió jelenségét is.

Ömlesztett anyagok esetében súrlódás az egyes szemcsék között lép fel. Ha a szemcsék mérete a rájuk tapadt filmburok vastagságához képest nagy, akkor az adhézió alárendelt szerepet játszik, mert a terhelés következtében az egyes szemcsék érintkezési pontjain fellépő nyomás az érintkezési pontok viszonylag kis száma miatt nagy, a film emiatt erősen összenyomódik, és a nyomás gyakorlatilag szemcséről szemcsére adódik át. Az ilyen ömlesztett anyagban nagy lesz a belső súrlódás, és nem jelentkezik adhézió. A viszonylag kis szemcséjű anyagoknál a felületegységre jutó érintkezési pontok száma megnövekszik, emiatt a szemcsék között ébredő fajlagos nyomás csökken, és ez az abszorpció és film viszonylagos vastagságnövekedését eredményezi. A nyírási ellenállás csökken, azonban jobban érvényre jut a film adhéziója, ezért van az, hogy egyes finomszemcséjű anyagok (pl. agyag, nedves homok) kicsiny belső súrlódással, de jelentős kohézióval rendelkeznek.

Bár a vizsgálatok azt mutatják, hogy a víznek fontos szerepe van az ömlesztett anyagok nyírószilárdságának nagyságában és annak változásában, mégis azt kell megállapítani, hogy a víznek kenőhatása nincsen sőt bizonyos – vizet felszívó – anyagoknál a súrlódási tényezőt növeli.

Az ömlesztett anyagok belső súrlódásának vizsgálata során mindig szemcsehalmazokkal van dolgunk, és az ezeknél előálló jelenségek sokkal bonyolultabbak, mint a felületek menti súrlódás esetében. A szemcsék érdes felületeikkel egymásba kapaszkodnak, vagy egymáson néha a csúszás irányára merőlegesen is elgördülnek stb. Így megállapítható, hogy az ömlesztett anyagnak a csúszólap és gördülő ellenállásból, részben pedig a szemcsék egymásba kapcsolódásából tevődik össze.

A belső súrlódás az egymással érintkező szemcsék között a mozgással szemben fellépő ellenállás részben csúszó és gördülő ellenállásból, részben pedig a szemcsék egymásba kapcsolódásából tevődik össze.

A belső súrlódás az egymással érintkező szemcsék között a mozgással szemben fellépő erő, amely a nyomás növekedésével lineárisan változik. A kohézió pedig egy, az ömlesztett anyag fajtájára jellemző állandó, a normális feszültségtől független és hatása abban jelentkezik, hogy az anyagszemcsét tömör közegként összetartja.

Egyes anyagok (pl. nedves vagy agyagos homok, őrölt salak, bauxit stb.) nehezen ömleszthetők és összeálló, tapadó tulajdonságúak. Huzamos

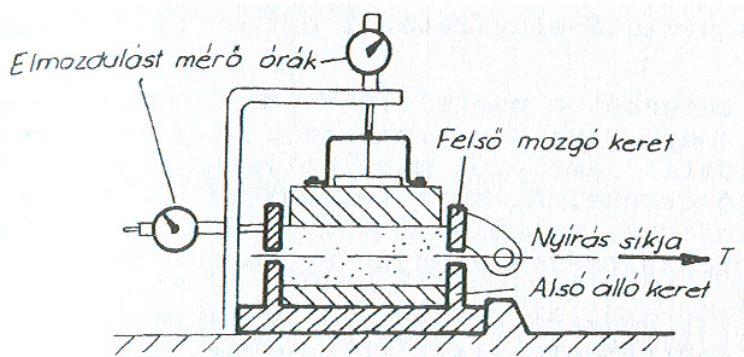
állítás után annyira összetapadnak, hogy halomba rakott anyag elszállításakor a visszamaradó rész függőleges falat vagy visszahajló boltozatot is képes alkotni. Balesetveszélyessége miatt az ilyen anyagok szállítása nagy elővigyázatosságot igényel.

Ha a kohézió zérus a nyírószilárdság csak a belső súrlódásból származik. Az ilyen anyagok (pl. száraz homok, kavics, osztályozott szén) jól ömleszthetők, nem tapadnak össze, halomba rakva a belső súrlódásra jellemző szöggel rézsűt alkotnak.

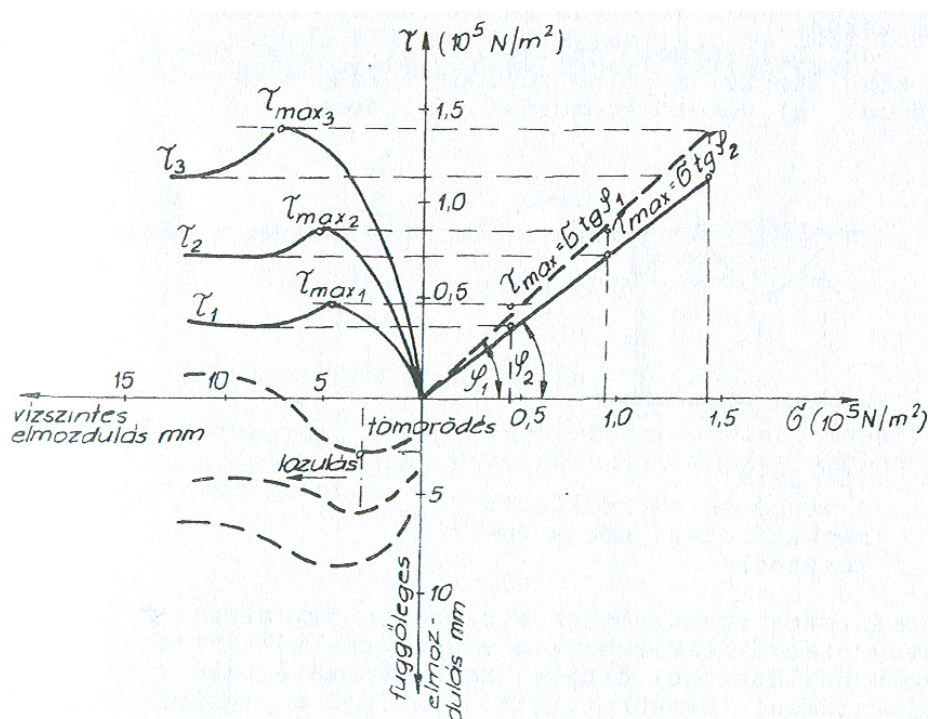
Egyes különleges anyagoknál (pl. nedves anyag és bentonit stb.) elhanyagolható belső súrlódás mellett igen nagy a kohézió.

Az ilyen anyagok szállítás és rakodás szempontjából nagyon kellemetlenek, mert az anyagmozgató gépekre és a tároló tartályok falaira feltapadnak és így az anyagmozgató létesítmények csak állandó ellenőrzés és tisztogatás mellett üzemeltethetők.

Az ömlesztett anyag nyírószilárdságát legegyszerűbben nyírókísérlettel lehet meghatározni. A kísérleti nyíródoboz (13. ábra) egy alsó állókeretből és az azon vízszintes irányban elmozdítható felső keretből áll.



13. ábra. Az ömlesztett anyagok nyíróvizsgálatára alkalmazott készülék vázlata



14. ábra. A nyírókísérlet eredményei

Az anyagminta két fésűs fémbetét vagy fogazott szűrőkö közé kerül és felülről N értékű normális nyomóerőt fejtünk ki rá, majd a felső keretre kifejtett vízszintes T erőt mindaddig növeljük, amíg az anyagban csúszólap alakul ki és a két keret egymáshoz képest el nem mozdul. Egyidejűleg a mérőórákkal a vízszintes és függőleges terhelésre elvégzett kísérlet alakváltozási görbéit a 14. ábra bal oldalán tüntettük fel.

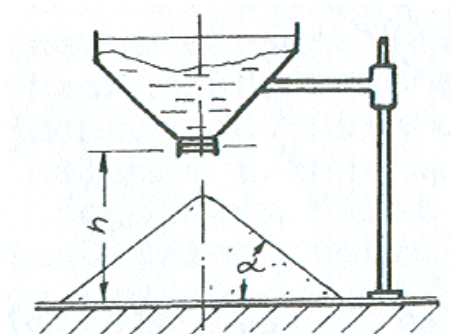
A görbék megadják a minta elnyírásakor ébredő nyírófeszültségeket (τ_{max}).

Ha pedig a feszültségeket a megfelelő σ feszültségek függvényében felrakjuk, megkapjuk a Coulomb-féle nyírási egyenest (14. ábra jobb oldala), amelyből már leolvasható a súrlódási szög és kohézió értéke. Az ábra feltünteti a függőleges elmozdulások változását, valamint a folyamatos alakváltozáshoz tartozó nyírófeszültségek alapján meghatározható Coulomb-féle egyenest is.

A nyíródobozzal végzett kísérletek – a mintában végbemenő bonyolult feszültség-eloszlási folyamatok, torzulások és a mérési felület változása miatt – csak közelítő értéket adnak.

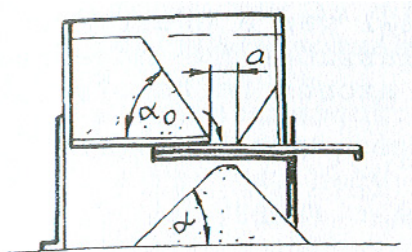
Az ömlesztett anyag belső súrlódási szöge (φ) és belső súrlódási tényezője ($\mu = \operatorname{tg}\alpha$) közvetlenül nem érzékelhető, ill. mérhető, mivel gyakorlatilag az anyag kohéziója sohasem zérus.

Jól ömleszthető anyagokra (pl. száraz homok) azonban jó közelítéssel a belső súrlódási szög a természetes rézsűszöggel (α) vehető azonosnak (15. ábra).



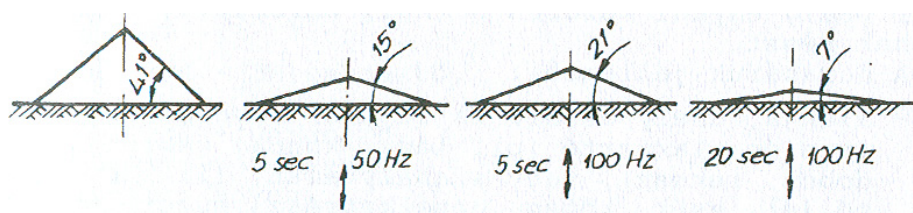
15. ábra. A természetes rézsűszög meghatározási módja ömlesztéssel

Természetes rézsűszögnek a szabadon ömlesztett szemcsés anyag szabad felületének a vízszintes síkkal bezárt legnagyobb hajlásszögét értjük. Meghatározása ömlesztéssel vagy omlasztással történhet, kis kohéziójú anyagoknál a két érték közel azonos, nagyobb kohéziójú anyagféléseknél azonban az omlasztással meghatározott rézsűszög (α) mindig nagyobb (16. ábra).



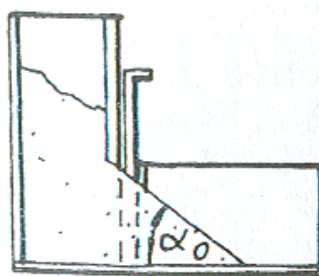
16. ábra. A rézsűszög ömlesztet és omlasztott értéke

Az ömlesztett anyag természetes rézsűjének kialakulásánál nagyjából ugyanazon jelenségek (a szemcsék egymásba kapaszkodása, nedvesség hatása, film kialakulása stb.) játszanak közre, mint a belső súrlódás esetén. Az ömlesztett anyagokat továbbító gépek így pl. a hevederes szállítószalagok szállítóképességének meghatározásánál fontos az anyag természetes rézsűszögének, valamint annak a rázás, vibrálás mellett való megváltozásának pontos ismerete, mert a szállítás közbeni rézsűszög-csökkenés az anyag leszóródását eredményezheti. A 17. ábrán különböző frekvenciájú és időtartamú rázás utáni rézsűszög-csökkenések vannak feltüntetve.



17. ábra. A rézsűszög változása rázás során

A 15. ábra az ömlesztett anyag rézsűszögének ömlesztéssel, a 18. ábra pedig omlasztással való meghatározására szolgáló eszköz vázlatát mutatja.



18. ábra. Az ömlesztett rézsűszög értékének meghatározása

A 16. sz. ábrán pedig a mindkét jellemző egyidejű meghatározásra alkalmas szerkezet látható.

A különböző anyagokra nyert értékek a szemcsenagyság, nedvességtartalom és egyéb jellemzők miatt bizonyos határok között változnak, jelentős kihatással van a nyert értékre az ejtési magasság, illetve a leomlasztott fal magassága is. Ezért ügyelni kell a méréseknél az azonos feltételek szigorú biztosítására.

1.7.1.2. A darabáruk általános jellemzése

A darabáruk csoportjába tartoznak mindazon áruféleségek, amelyek a szállítás, rakodás és tárolás folyamata során egyidejűleg, darabonként kerülnek kezelésre és továbbításra. Ezen közös ismervükön túlmenően a darabáruk jellemző tulajdonságai – tömegük, kiterjedésük stb. – között jelentős eltérés lehet, mivel ide tartoznak az egyenként szállított kis gépalkatrészekről kezdve a több köbméter befogadóképességű szállítótartályokig, vagy több méter hosszú fűrészelt áruig a legkülönbébb árufajták. Megjegyzendő, hogy anyagmozgatási szempontból darabárunak minősülnek az ömlesztett anyagokat, folyadékot vagy apróbb darabárukat tartalmazó zsákok, - gyűjtőedények és szállítótartályok is, mivel továbbításuk során a darabáruknak megfelelő egyedi kezelést igényelnek. Ezzel szemben az is lehetséges, hogy egyes árufajták, mint pl. a sajtolóban egyszer darabáruként, máskor pedig egyedi kezelés nélkül, ömlesztve, tömegáruként vegyenek részt.

A darabáruk jellemzői:

- alakja, amely az áru fajtájától függően lehet szabályos és alaktartó (pl. láda, kanna, tartály, ballon, doboz, rekesz), vagy szabálytalan, ill. nem alaktartó (pl. zsák, köteg, gépalkatrész, bútor, nyersbőrtábla stb.),
- kiterjedése (mérete): szabályos alakú árut három dimenzióban mért méreteivel, szabálytalan alakú árut pedig legnagyobb és legkisebb méretével kell meghatározni,
- tömege az áru méreteitől és sűrűségétől függően tág határok között változhat (t-ban vagy kg-ban van megadva),
- felülete; a szállítandó áru felületének minőségét a külső felület vagy a burkolat anyaga, kialakítása, egyenletessége, merevsége és szilárdsága együttesen határozzák meg. Anyaga szerint lehet a felület fém, fa, textil, műanyag, papír- vagy kartonlemez, gumi stb. Az áru kezelése miatt lényeges annak ismerete, hogy az esetleges felfekvő felületek simák és teherbíróak-e, vonalmenti felfekvés esetén (pl. görgősoron való szállításnál) nem roppannak-e meg, vagy nincsenek-e rajtuk olyan merevítések és bordák elhelyezve, amelyek akár az egyik irányú csúszást vagy gördülést is megakadályozzák.

Egyéb tulajdonságuk: magas hőfok, robbanásveszélyesség, gyúlékonyság, törékenységi, rázásérzékenység stb. Itt kell megemlíteni azt is, hogy egyes áruféleségek (pl. kanna, ballon, italos ládák) csak bizonyos meghatározott helyzetben szállíthatók.

1.8. Az anyagok jelölési rendszere

Vannak olyan törekvések, amelyek azt célozzák, hogy a mozgatásra kerülő anyagok főbb tulajdonságait egységes jelölési rendszer alkalmazásával félreérthetetlenül ki lehessen fejezni.

Anyagmozgatási szempontból vizsgálva azt anyagoknak elsősorban a következő hét jellemzőjét szükséges meghatározni:

1. a fizikai állapot, 2. a szemcse, ill. a darab jellemző mérete(i), 3. a szemcse, ill. a darab alakja, 4. az ömlékenységi, 5. az anyagmozgatási szempontból jellemző egyéb tulajdonságok, 6. a térfogattömeg, ill. az egység tömege és 7. a hőmérséklet.

A fizikai állapot 5 jellemző kategóriája és azok jelölése az alábbi:

- α) szilárd – ömleszthető,
- β) szilárd – önthető,
- γ) szilárd – darabáru,
- δ) cseppfolyós anyag,
- ε) légnemű anyag.

A jellemző szemcse, ill. darabméret 15 jellemző kategóriája és jelölésük a következő:

- A) < 0,4 mm,
- B) 0,4...1 mm,
- C) 1...3 mm,
- D) 3...10 mm,
- E) 10...25 mm,
- F) 25...50 mm,
- G) 50...75 mm,
- H) 75...150 mm,
- K) 150...300 mm,
- L) 300...500 mm,
- M) 500...800 mm,
- N) 800...1200 mm,
- O) 1200...2500 mm,
- P) 2500...5000 mm,
- R) > 5000 mm.

Ha egyetlen méretadattal nem jellemezhető egyértelműen a mozgatandó anyag (pl. lemezek esetében), a megfelelő két betűvel jellemezendő. Az

ömlesztett és önthető anyagok esetében a mértékadó szemcsenagyságnak az összes anyagmennyiség legalább 60%-át kell kitennie.

A szemcse, ill. a darab alakja szerinti 6 csoport (a folyadékokat és gázokat nem számítva) és annak jelölése a következő:

- I. mindhárom dimenzióban kb. egyforma élhosszak, az élek élesek,
- II. az egyik dimenzióban mért élhossz lényegesen hosszabb, mint a többi, az élek élesek,
- III. az egyik dimenzióban mért élhossz lényegesen rövidebb, mint a többi, az élek élesek,
- IV. mindhárom dimenzióban kb. egyforma élhosszak, az élek nem élesek,
- V. az egyik dimenzióban mért élhossz lényegesen rövidebb, mint a többi, az élek nem élesek, és
- VI. rostos, szálás, bolyhos, összekuszálódott, ill. szabálytalan alakú anyagok.

Az anyagok ömlékenysége szerinti 7 csoport és azok jelölése:

1. levegőben, lebegő folyadékként önthető, ill. folyadékként önthető, ill. folyadék vagy gáz,
2. könnyen ömleszthető, $\alpha < 30^\circ$,
3. ömleszthető; $\alpha = 30 \dots 45^\circ$,
4. nehezen önthető, $\alpha = 45 \dots 60^\circ$,
5. összetapadó $\alpha > 60^\circ$,
6. nem csúszó, boltozatot képező, nem ömleszthető, nehezen szétváló,
7. darabáru.

Az anyagmozgatási szempontból jellemző 15 egyéb tulajdonság, és azok jelölése:

- h*) mechanikai hatásokra érzékeny,
- k*) hőmérsékletre érzékeny,
- i*) vegyszerekre érzékeny,
- m*) fényérzékeny,
- n*) összeálló,
- o*) abrazív (csiszoló) hatású,
- p*) korrozív,
- q*) törékeny,
- r*) robbanékony
- s*) gyúlékony,

- t) porképző,
- u) nedves,
- v) ragadós,
- w) higroszkopikus,
- x) bűzös.

A térfogattömeg (ömlesztett anyag esetében) (t/m^3), ill. a sűrűség (folyadékok és gázok esetében) tényleges számértékekkel tüntetendő fel. Az egységtömeg (darabáru esetében) 9 kategóriája és annak jelölése:

1. < 20 kg,
2. 20...100 kg,
3. 200...600 kg,
4. 600...1000 kg,
5. 1000...1500 kg,
6. 1500...2000 kg,
7. 2000...3000 kg,
8. 3000...5000 kg,
9. > 5000 kg.

Az anyag hőmérséklete – pozitív, ill. negatív előjele – ugyancsak a tényleges számértékkel tüntetendő fel.

A fentiek a következő példákkal szemléltethetők:

- betonkavics: $\alpha D IV 3 0 1,5 + 2,93$,
konzerves üvegeket tartalmazó oldalas rakodólap: $\gamma N I 7q4 + 293$
- folyadékként szállított nyersolaj: $\delta A 1 s 0,9 + 288$.

Az anyagmozgatási rendszerek számítógépes tervezéséhez a fenti betűszám jeles információ nem alkalmazható, célszerű ezt kódszámjeles formára átalakítani.

A kódszám első helyi értékét az öt fizikai állapotnak megfelelő 1...5 számérték foglalja el. A következő négy helyi érték a jellemző szemcse-, ill. darabméretek kifejezésére tartandó fenn, 10...25 kódszámokkal (ha az anyag egyetlen méretadattal jellemezhető, a többi helyi értéken 0 szerepel). Az alak, ill. az ömlékenység a 6. és 7. helyértéken szereplő 1...6, ill. 1...7 egyjegyű számokkal fejezhető ki. A 8. és 9. helyi értéken az anyagmozgatási szempontból jellemző egyéb tulajdonságok tüntethetők fel, 10...24 kódszámokkal (ha az adott anyag szempontjából ilyen megkülönböztetés nem szükséges, e helyekre is 0 kerül.) A 10. helyi értékre, a darabáruk tö-

megkategóriáinak megfelelően az 1...9 kódszámok kerülnek. Ömlesztett anyagok esetében itt lehet feltüntetni a térfogattömeg adatok egészszámszámértékeit, a 11. helyi értéken darabáruk esetében 0, ömlesztett anyagok esetében a térfogattömeg tizedes értékei szerepelnek. A 12. helyi értékre a +, ill. – előjelet helyettesítő 1, ill. 2, és a 13...15. helyi értékre pedig a hőmérséklet tényleges értéke kerül.

Az anyagra jellemző kódszámok helyi értéki beosztását összefoglalóan a 2. táblázat tünteti fel.

2. táblázat. Az anyagok egységes kódrendszere

Jellemző	Fizikai állapot	Szemcse-ill. darab-méret (mm)	Szemcse-ill. darab-alak	Ömlékenységség	Egyéb jellemző tulajdons.	Fajl. tömeg, ill. tömeg (t/m ³ , ill. kg)	Hőmérséklet (°C)
Kódszám	1...5	10...25	1...6	1...7	10...24	0,1...9,9 vagy 1...9, 0	+ (1) - 50 °C-tól - (2) + 999 °C-ig
Helyiérték	1	2 3 4 5	6	7	8 9	10 11	12 13 14 15

2. Csomagolási alapismeretek

A világon mindig nagyobb távolságot kell közbenső állomások közbeiktatásával (tovább feldolgozás, tárolás stb.) összekötni. A térbeli elosztás egyes szakaszait szállítóeszközök, ill. szállítási folyamatok kapcsolják össze. A csomagolás alapvető feladata, hogy a termék e folyamatok keretében lehetőleg mindenütt a gyártó és a felhasználó használati értékének csökkenése nélkül, újszerű állapotban és a leggazdaságosabb módon kerüljön a gyártótól a felhasználóhoz.

A csomagolóanyag mindenkor helyes megválasztása, a csomagolóeszköz szakszerű kialakítása, szerkezeti elemeinek összehangolása, a célszerű csomagolástechnológia megtervezése és a csomagolás piacképessége döntő szerepet játszik abban, hogy az előállított termék a rendeltetésének megfelelő helyen és időben, mennyiségi, minőségi vagy anyagi változás, károsodás nélkül rendelkezésre álljon.

A csomagolás, mint fontos költségtenyező, a szállítás, a térbeli elosztás és az értékesítés elemeinek gazdaságosságára is jelentősen hat. Valamennyi fáradozás végső célja, a lehetséges csomagolási megoldások közül a leghatékonyabb kiválasztása és alkalmazása, a legkedvezőbb költségfeltételekkel.

2.1. Fogalmak

2.1.1. Alapfogalmak

A csomagolás rendkívül nagy területének fejlődése – a gyártástól a felhasználásig – együtt járt számos sajátos szakmai fogalom és megnevezés kialakulásával. A kölcsönös megértés végett rendkívül fontos, hogy ezek a fogalmak félreérthetetlenek, egyértelműek legyenek, bár kétségtelenül nehéz feladat a szakmai körökben már meghonosodott, helytelen szóhasználattal szembeszállni. Így például kiírni olyan meghatározást, hogy a „terméket kartonba csomagolták”, s helyette elfogadtatni a „terméket kartondobozba csomagolták” megfogalmazást. A karton ui. csomagolóanyag és nem csomagolóeszköz, a doboz pedig a termék befogadására alkalmas csomagolóeszköz.

A következőkben a legfontosabb fogalmakat foglaltuk össze, magyar szabvány hiányában az Anyagmozgatási és Csomagolási Intézet gondozásában megjelent Csomagolási Szakkifejezések gyűjteménye alapján.

Adagcsomagolás. A terméket egyszeri felhasználáshoz szükséges, megszabott mennyiségű adagokban tartalmazó, általában fogyasztói csomagolási egység.

Áruvédelem. Az árunak az előállítástól a felhasználásig bekövetkező károktól való megóvása csomagolással, és/vagy a megfelelő szállítási, mozgatási, tárolási mód alkalmazásával.

Bemutató csomagolás. Fogyasztói vagy gyűjtőcsomagolás, amelyeknek alapvető feladata a vásárló érdeklődésének felkeltése, elsősorban a termék láthatóvá tétele révén.

Csomag. A termék és az egységbe fogó elemcsoport, ill. ideiglenes védőburkolat komplex egysége. Elsősorban kisebb tömegű és méretű egységek fogalmaként használatos (pl. postai és kiskereskedelmi forgalomban).

Csomagolás. Azoknak a műveleteknek az összessége, amelyeknek alapvető célja a termék védelme, ill. szállításra, tárolásra alkalmassá tétele, egységbe fogása. Másik értelmezése szerint a csomagolás a termék és az egységbe fogó elemcsoport, ill. ideiglenes védőburkolat komplex egysége.

Csomagolási egység. Az egyedi, fogyasztói, gyűjtő-, ill. szállítási csomagolási folyamat eredménye, amely további kezelésre (nagyobb egységekbe való csomagolás, tárolás, szállítás, elosztás stb.) önállóan alkalmas.

Csomagolási segédanyag. Valamely termék csomagolásának járulékos részét képező kellék vagy alkatelem (pl. párnázóanyagok, páralekötő anyagok).

Csomagolástechnológia. A csomagolási tevékenység keretébe tartozó műveletek összességének rendje, ill. az ahhoz tartozó módszerek és eszközök meghatározása.

Csomagolóanyag. Valamely termék burkolatának elsődleges eleme, amelyet általában csomagolóeszközzé alakítanak. Egyes fajtái – meghatározott esetekben – csomagolásra közvetlenül is felhasználhatók.

Csomagolóeszköz. A termékek befogadására alkalmas, meghatározott anyagú, szerkezetű, alakú, rendszerint ipari tevékenység keretében előállított ideiglenes védőburkolat.

Csomagolóipar. Csomagológépek és csomagológépek előállításával, továbbá csomagolási tevékenységgel foglalkozó vállalatok összessége.

Csomagolószer. A csomagolóanyag, a csomagolóeszköz és a csomagolási segédanyag gyűjtőfogalma.

Csoportcsomagolás. Több, a fogyasztói és értékesítési szokásnak megfelelő darabszámú, azonos termék egyetlen fogyasztói csomagolási egységbe való összefogása.

Egységcsomagolás. Azonos termékek vagy azonos rendeltetésű alkatlemek egységbe fogása útján készített fogyasztói csomagolás.

Egységgrakomány. Csomagolt vagy csomagolatlan termékekből, segédeszközök (pl. rakodólap, zsugorfólia) felhasználásával vagy anélkül képzett és gépesített kezelésre alkalmas szállítási, rakodási, mozgatási, tárolási egység.

Eldobó csomagolás. Műszaki vagy gazdasági okoknál fogva rendeltetészerűen ismételtelen fel nem használható csomagolóeszközzel kialakított csomagolás.

Előrecsomagolás. A terméknek (általában fogyasztási cikknek) az értékesítést megelőző fázisban való ideiglenes burkolatba helyezése.

Fogyasztói csomagolás. A terméket a fogyasztóig kísérő (önmagában rendszerint szállításra nem alkalmas) csomagolás. Főleg az értékesítés és a fogasztás terén van szerepe.

Gyűjtőcsomagolás. A nyilvántartást, árukezelést, raktározást, szállítást megkönnyítő meghatározott mennyiségű csomagolt vagy csomagolatlan terméket nagyobb egységbe összefogó csomagolás.

Hiányos csomagolás. Olyan csomagolás, amelyet a fuvarozó vállalat elégtelennek minősít. A minősítés a feladóra nézve fuvarjogi, ill. kártérítési szempontból hátrányos megkülönböztetést jelent.

Készletcsomagolás. Azonos, ill. hasonló rendeltetésű – általában egymást kiegészítő – eszközöket ideiglenesen vagy tartósan egységbe fogó, rendszerint fogyasztói csomagolás.

Kombinációs csomagolás. Különböző termékek egyetlen, rendszerint fogyasztói csomagolási egységbe való összefogása.

Szállítási csomagolás. A külső hatások ellen védelmet nyújtó, ill. a termék esetleges káros hatásaival szemben a környezetet védő, továbbá az egységbe fogást, mozgatást, szállítást és tárolást megkönnyítő, általában összetett csomagolás.

Szállítási, rakodási, tárolási egység. Lásd: Egységgrakomány.

Visszatérő csomagolás. Többszöri használatra szánt csomagolóeszközzel kialakított csomagolás.

2.1.2. Egyéb fogalmak

A nemzetközi gyakorlatban az előzőekben leírtakon kívül egyéb fogalmak is használatosak.

Kereskedelmi csomagolás – tengerentúli csomagolás. Mindkét megjelölést a termék rendelésekor a csomagolás kivitelére vonatkozó előírásként alkalmazzák. Ennek ellenére nem határozza meg pontosan, hogy az

ilyen csomagolás műszaki és gazdasági szempontból milyen legyen. Így a káreseteknél ezek a fogalmak állandó jogviták tárgyai. Jobb, ha helyettük a várható igénybevételek és a felmerülő csomagolási költségek figyelembevételével a csomagolás kivitelét pontosan megbeszéljük, ill. írásban rögzítjük.

Elismert csomagolás. A fuvarozó szervek (elsősorban a vasút és a posta) előírásaival, valamint a csomagolásnak a szállítás során fellépő igénybevételekkel szembeni ellenállását megállapító vizsgálatokkal függ össze. A minősített csomagolások használata a káreseteknél eleve kizárja a fuvarozó által a hiányos csomagolásra hárított szokásos kifogásokat.

Szokványos, szabványosított, egyedileg tervezett csomagolás. Gazdasági okokból lehetőleg előnyben kell részesíteni a szabványosított, ill. szokványos csomagolásokat. A műszaki termékek jelentős része (különösen a mechanikai igénybevételekre érzékenyek), a szállítás és tárolás során fellépő hatások semlegesítésére, egyedi tulajdonságainak megfelelően kialakított csomagolást kíván.

Tárolási csomagolás. A műszaki termékek egy része, bár szállítási csomagolásban kerül a kereskedelembe, onnan egyidejűleg vagy más termékekkel együtt jut a feldolgozóhoz, ill. felhasználóhoz. Ilyenkor olyan egyedi csomagolás is megfelel, amelynél az értékesítés könnyítését célzó szempontok elhanyagolhatók. A tárolási csomagolás a lehető legegyszerűbb, áruvédelmi hatékonysága is korlátozott. A tartalom pontos azonosíthatósága azonban különösen fontos.

A fogyasztást könnyítő csomagolás, több célú csomagolás. A fogyasztói csomagolás tervezésekor egyre inkább arra törekednek, hogy a csomagolás a termék használatát könnyítse, egyszerűsítse. Vannak olyan termékek, amelyek elsősorban a csomagolás révén válnak még a nem gyakorlott személy számára is használhatóvá. Más esetben a csomagolás a termék feldolgozásához (elfogyasztásához) szükséges eszközt helyettesíti.

2.2. A csomagolás feladata és jelentősége

2.2.1. A csomagolás célja

A csomagolás vállalati és népgazdasági szempontból egyaránt figyelmen kívül nem hagyható költségtényező. A ráfordításoknak mindig elfogadható arányban kell állniuk a csomagolandó termék értékével. Az ésszerű csomagolás kialakítása szempontjából még fontosabb, hogy a költségek az előírt feladat betöltéséhez szükségesek, jogosak legyenek.

A csomagolás feladata általában a gyártási folyamat befejezésekor kezdődik. A teljes térbeli elosztás folyamata – a gyártástól a szállítás során – a nagy- és kiskereskedelmen át a felhasználóig, ill. a fogyasztóig tölti be rendeltetését. Valamennyi szállítási és tárolási művelet, valamennyi rakodás és egyéb árukezelés a folyamat szerves része. A feladat a felhasználónál (fogyasztónál) abban a pillanatban ér véget, amikor a terméket ideiglenes védőburkolatából kiveszik vagy a kiürült csomagolóeszközt a hulladékba dobják.

A csomagolási hulladékot is figyelembe véve, a csomagolóanyag, ill. eszköz feladatai a megsemmisítéssel érnek véget. A csomagolás célszerűségét a térbeli elosztási láncot képező valamennyi egység a maga sajátos szempontjai, ill. gazdasági érdekei alapján ítéli meg. A mértékadó természetesen nem ez a szűkre korlátozott területre érvényes megítélés, hanem a teljes folyamatban érvényesülő népgazdasági szempontok.

Ebből a szemszögből nézve két alapelv érvényes:

- a csomagolás soha nem lehet öncél,
- a csomagolási ráfordításnak haszon formájában valahol meg kell térülnie.

A ráfordítás és a gazdasági haszon elemzéséhez a csomagolás feladataiból kell kiindulni. Ezek:

- az áruvédelem
- a kezelési, szállítási egységek ésszerű kialakítása,
- célszerű tárolási egység képzése,
- célszerű eladási (fogyasztói) egységek kialakítása.

2.2.2. A csomagolás, mint az áruvédelem eszköze

A termékeknek – legyenek azok fogyasztási cikkek vagy beruházási javak –, elkészülésük pillanatában van a legnagyobb kereskedelmi értékük, amely azután az eladáskor realizálódik. Ez azonban csak akkor lehetséges, ha a termék értékcsökkenés nélkül, azaz sértetlenül érkezik a vevőhöz. Mennyiségi és/vagy minőségi értékcsökkenést a termék a szállítás, a közbeni tárolás és kezelés, ill. rakodás során szenvedhet a termelőhelytől a vevőig terjedő útvonalon. Az előre csomagolt termékeknel a vevő a végső fogyasztásig megkövetelheti a megfelelő áruvédelmet. A veszélyes vagy egyéb agresszív termékek szállításakor pedig a csomagolástól elvárható, hogy ne csak a terméket a környezetetől, hanem a környezetet a terméktől is megóvják.

A befolyásoló tényezők:

- a hatások, ill. igénybevételek fajtája és nagysága, lehetőleg számszerűen kifejezve;
- a termék érzékenységének mértéke az igénybevételekkel szemben ;
- a fuvarozók (export esetén a rendeltetési ország) csomagolással és szállítással kapcsolatos előírásai.

A csomagolástervezés során ezeket a tényezőket egymással összehangolva kell a legjobb megoldást megkeresni. A csomagolóanyag, -eszköz megválasztását és méretezését, valamint a csomagolás módját a várható igénybevételekkel, továbbá a termék tulajdonságaival kell egybehangolni. A ráfordításokkal szemben a károsodás valószínűsége áll, mint gazdasági ellenérték, ha a csomagolás áruvédelmi hatékonysága nem volt kielégítő.

2.2.3. A csomagolás, mint kezelési, szállítási egység

A terméket a vevőhöz a leggazdaságosabb módon kell eljuttatni. A terméket a rendeltetési helyig való továbbításból eredően valamennyi terhelő költség a legkisebb legyen. A fuvar költségbe a vele összefüggő rakodási munkák (be-, ki- és átrakás) is beleszámítanak. A lehetőség szerint a csomagolt termékekből könnyen kezelhető rakodási, ill. szállítási egységet célszerű képezni. Szállítási segédeszközként különböző típusú szállítótartályok, sík és oldalfalas rakodólapok stb. választhatók. Használatuk során messzemenőn figyelembe kell venni a csomagolóeszközök, a szállítási segédeszközök és a szállítóeszközök szabványosított méreteit.

A meghatározó tényezők között említhető:

- A szállítás módja és útvonala, a fennálló hely- és időbeni kötöttségeivel. Csomagolási szempontból nagy különbség, hogy a terméket szárazföldi, vízi vagy légi úton juttatják-e el rendeltetési helyére.
- A szállítási egység tömege és térfogata, tekintettel a legkedvezőbb térkihasználásra és a lehetőleg kis fuvar költségre. Számításba kell venni a különböző szállítóeszközök eltérő rakodási, ill. halmazolási magasságát. A tengerentúli szállítmányok fuvar díját általában a térfogat szerint állapítják meg. Más fuvarozók a tömeg, megint mások a térfogat és a tömeg egyidejű figyelembevételével határozzák meg a fuvar díjat.
- A csomagolás megfelelő szerkezeti kialakításával lehetővé kell tenni a korszerű árukezelést, különösen a szállítási és kezelési műveletek gépesíthetőségét (rakodólapos egységrakomány-képzéssel, szállítótartályok

használatával), a korszerű anyagmozgató eszközök (pl. emelővillás targonca) alkalmazását. A gépesített árukezelés célja a rakodási idő, az élőmunka és az egyéb költségek csökkentése. Nem elhanyagolható a gépesített árukezelés révén a rakodási műveletek során fellépő mechanikai igénybevételek csökkentése sem. A kisebb igénybevétel lehetőségét nyújt a csomagolási költségek csökkentésére is.

A helyes csomagolás megválasztásának alapvető célja a szállítási, fuvarozási és kezelési költségek mérséklése. Ezek a költségek lényegében a csomagolás gazdaságosságát is meghatározzák.

2.2.4. A csomagolás mint tárolási egység

A legtöbb terméket a gyártás befejezésétől a felhasználási helyre érkezéséig gyakran többször is tárolják. A leggyakoribb:

- a félkész és késztermék átmeneti tárolása a gyártónál, a továbbfeldolgozó üzemben, a nagy- és kiskereskedelemben;
- a szállítás során az átrakóhelyeken (kikötő, a fuvarozó és szállítmányozó gyűjtőraktáraiban), időponthoz kötött fuvarozásra vagy gyűjtőszállítmányok összeállítására várva;
- a szállítóeszközben a helyváltoztatás előtt, alatt és után;
- a kereskedelemben, különösen a választék összeállításához ;
- az üzletben a vásárlásig;
- a vevőnél a felhasználásig.

Az átmeneti tárolás és a szállítás közbeni átrakások során a csomagolásnak lényeges ésszerűsítő szerepe lehet. Az itt elérhető megtakarítások szintén gazdasági ellentételei a csomagolási ráfordításoknak.

A befolyásoló tényezők közül a legfontosabbak:

- Az áruáramlás közben igénybe vett raktár fajtája, berendezése és szervezete. Csomagolási szempontból nem mindegy, hogy a terméket állványokon, sík rakodólapos egységgrakományként vagy egyedileg szállítják-e be, ill. rakodólapon vagy rakodólap nélkül halmazolják. Lényeges a csomagolási és tárolási egységek méretének összehangolása a raktári berendezések méreteivel. Utóbbiak alaptereai legtöbbször a szabványosított rakodólaphoz illeszkednek. A korszerű raktárak gazdasági okokból a teljes magasságot kihasználják. Ha állványok nélkül sík rakodólapokon vagy anélkül halmazolják a terméket, a csomagolásnak a halmazolási terhelést – gyakran kedvezőtlen klimatikus viszonyok kö-

zött – biztonságosan el kell viselnie Ennél azonban különbséget kell tenni, hogy a termék terhelhető-e vagy a teljes terhelést a csomagoló-eszköznek kell viselnie:

- A csomagolás összehangolása a rakodással. Ez esetben is az előbbiekben leírtak érvényesítendőek. Minden törekvésnek gyakorlatilag a ki- és betárolási költségek csökkentésére kell irányulnia.
- Az egységek gyors azonosíthatósága jól felismerhető és megkülönböztető jelölésekkel. Ide tartozik az egyszerű felnyithatóság és a kifogástalan ismételt zárhatóság. Ezek a követelmények különösen akkor fontosak, ha a raktárban kommissiózni kell.

A végső cél a jó csomagolással a tárolási, különösen a térfoglalási és kezelési költségek legkedvezőbb befolyásolása.

2.2.5. A csomagolás, mint eladási egység

Míg szállítási csomagolás esetén az eddig említett három feladat az áruvédelem, a rakodási, ill. szállítási egység és a tárolási egység kialakítása a legfontosabb, fogyasztói csomagolás esetén az áruvédelmen kívül az értékesítéssel összefüggő feladatok kerülnek előtérbe. Ezek közül a legfontosabbak:

- a vásárlásra ösztönzés, a csomagolás reklámlehetőségének kihasználásával,
- a csomagolás járulékos szolgáltatásai,
- a csomagolás szerepe az értékesítés korszerűsítésében.

2.2.5.1. A csomagolás, mint reklámhordozó

A reklámhatású csomagolásra fordított pénz új piacok megnyerésében, a már elért helyzet megőrzésében, valamint a termék forgalmának növekedésében térül meg. A forgalom növekedése nagyobb mennyiség, ill. darabszám gyártását, csomagolását és ezzel jobb, gazdaságosabb gyártási módszerek alkalmazását teszi lehetővé.

2.2.5.2. A csomagolás járulékos szolgáltatásai

A csomagolóeszközök egy része a szállítással, tárolással kapcsolatos áruvédelmi, egységbe fogási feladatain kívül a felhasználó számára járulékos szolgáltatásokat is nyújt. A cél, hogy a terméket kényelmesebben vagy könnyebben lehessen felhasználni. Vannak termékek, amelyek ilyen szolgáltatások nélkül aligha lennének eladhatók.

A célszerűen és indokoltan megválasztott járulékos szolgáltatások az értékesítést is eredményesebbé teszik.

2.2.5.3. A csomagolás szerepe az értékesítés korszerűsítésében

A csomagolási költségek megtérülési forrása lehet az értékesítés korszerűsítése, az önkiszolgálás bevezetése is. A kiskereskedelembe elhagyható a kézzel végzett mérlegelés, a számolás és a csomagolás, mindez áthárítható a terméket gyártó cégre vagy központosított csomagolóüzemre. Így a kezdetleges kézi műveletek gépesíthetők. Az eredmény az önkiszolgáló üzletek valamennyi osztályán fellelhető megszámlált, ill. lemért termékmennyiséget tartalmazó fogyasztói csoport- és gyűjtőcsomagolás.

2.2.6. A csomagolással való visszaélés

Bár a csomagolással szemben időnként megnyilvánuló elmarasztaló vélemény nem mindig indokolt, kétségtelenül vannak jogosan bírált csomagolások is: Ezek alapja, hogy gazdasági hasznosságuk – legalábbis népgazdasági szempontból számszerűen nem mutatható ki.

2.2.6.1. Szükségtelen, ill. helytelenül megválasztott csomagolás

A fejlett ipari államokban nem ritka jelenség, hogy – elsősorban a verseny által megkövetelt reklámhadjárat egyik eszközeként – egyes termékeket a szükségesnél lényegesen díszesebben, drágábban, esetleg többszörösen csomagolnak. Előfordul pl., hogy az előrecsomagolt termékeket az üzletben ismételten – feleslegesen – csomagolják, amelyet végső soron a fogyasztónak kell megfizetnie. Aligha lehet hasznosnak, gazdaságosnak nevezni pl. egyes szerszámok, háztartási eszközök (kalapács, fogó, kézi seprő stb.) bemutató csomagolását. Ezen kívül a csomagolás ilyen esetekben a vevő részére gyakran nem is teszi lehetővé az eszközök ellenőrzését, kipróbálását stb.

Magyarországon a felesleges csomagolás nem jellemző. Egyes ajándék jellegű termékek esetében azonban ez elfogadható, sőt az ajándékozás igénye gyakran joggal megköveteli a különlegesen díszes kivitelt.

Gyakran előfordul viszont mind a fogyasztói, mind a szállítási csomagolások terén a helytelenül megválasztott, a termék jellegéhez, a szállítási, tárolási, mozgatási, értékesítési, ill. a vásárlói igényekhez nem illeszkedő csomagolás. Több példa bizonyítja – elsősorban a szállítási csomagolások körében –, hogy a termékek egy hányadát Magyarországon még szükségtelenül hagyományosan csomagolják. Ez a csomagolás túlzott mennyiségű csomagolószert igényel, esetenként nehéz, korszerűtlen (pl. fa, fém) vagy a termék jellegétől idegen.

Ez különösen szembeötlő és az értékesítés gazdaságosságát befolyásoló tényező lehet exportcsomagolás esetén. Például a csomagolószerkező tömegének, térfogatának a termékek külföldi értékesíthetőségében is szerepe van. Számos termék értékesítésére az a gyakorlat alakult ki, hogy a külföldi vevő az össztömeg (termék és csomagolószerkező) szerint fizet (pl. 10 t gyümölcs árát fizeti, függetlenül attól, hogy abból akár egyötöd részt tesz ki a gyümölcsös rekeszek tömege). A vevő ebben az esetben tehát érdekelt, hogy az össztömegből minél kisebb részt képviseljenek a csomagolószerkezők. Az egyre élesedő nemzetközi versenyben, az áruválaszték bővülésével együtt számolni kell azzal, hogy a külföldi piacon az indokolatlanul nehéz (és gyakran túlzottan terjedelmes), esztétikailag hiányos csomagolóeszközökben kínált árucikkek hátrányos helyzetbe kerülnek.

A magyar csomagolások jelentős hányadának tömege nagyobb a nemzetközileg szokásosnál. Például gyümölcs exportszállítására használt egyes csomagolóeszközök tömegének aránya a 13...15%-ot is eléri a nemzetközi kereskedelemben általánossá vált 6...10%-kal szemben.

2.2.6.2. Megtévesztő csomagolás

A csomagolás kialakításának egyik alapvető követelménye, hogy külső megjelenésével ne mutasson többet, jobbat vagy éppen rosszabbat, mint amit takar. Azaz ne tévessze meg a vásárlót a csomagolásban levő termék mennyiségét, minőségét illetően.

Tartalmazhat valótlanúságot a tájékoztató szöveg vagy rajz, megtéveszthet a csomagolás színe, mérete.

Így pl. megtévesztő, ha a piros paprika csomagolásához élénk piros színű, csillogó burkolatot használnak, de a tartalom „piros” paprika helyett esetleg téglaporhoz hasonló, darabos törmelék.

Hiba persze ennek fordítottja is, ha a zamatos, piros színű paprikát foltos, tompa színű tasakba csomagolják. Megtévesztheti a fogyasztót az is, ha a tartalomhoz képest túlzott a csomagolás mérete. Többször előfordult már, hogy pl. egyes mosóporokat a szükségesnél lényegesen nagyobb térfogatú kartondobozban hoztak forgalomba. A vásárló csak használat közben jött rá, hogy keveset vásárolt.

A megtévesztés egyik további súlyos változata a tartalom helytelen eltarthatósági, ill. fogyaszthatósági határidejének feltüntetése.

A csomagolással való visszaélés egyik formája tehát a megtévesztés, félrevezetés, ha a csomagolás tudatosan, következetes több vagy jobb minőségű áru látszatát kelti a tartalomnál.

A csomagolások megfelelő tájékoztató szerepének teljesítésére a következő irányelveket kell figyelembe venni:

- A csomagoláson levő szöveg és/vagy képi ábra világosan, egyértelműen, valósághűen, azonosítható módon tájékoztasson a termékről. A csomagolás nem kelthet hamis képzetet a vásárlóban.
- A tartalom mennyiségét a csomagolás jól látható helyén a tömeg, a térfogat vagy a darabszám megjelölésével kell feltüntetni. A mennyiségre vonatkozó adatok feleljenek meg a tényleges értéknek. A túl lazán ömlesztett termék és a tartalomhoz képest feleslegesen nagy, feltűnő csomagolás a vevőt megtévesztheti, ezért kerülendő.
- A töltőtömeg, ill. tartalom lehetőleg kerek értékű legyen, és az árral való összehasonlíthatósága végett a kereskedelemben szokásos tömegre vagy térfogatra utalással egészítendő ki.
- A csomagoláson a fogyasztói ár gyorsan felismerhető és könnyen olvasható legyen. A gyártó egy-egy termékfajtaát illetően lehetőleg mindig azonos helyen tüntesse fel a fogyasztói árat.
- A gyorsan romló termékek – elsősorban élelmiszerek – csomagolásán fel kell tüntetni a felhasználhatóság (fogyaszthatóság), a hosszabb ideig eltartható élelmiszereken pedig a minőség megőrzésének határidejét. A „Korlátozottan tartós”, „gyors fogyasztásra ajánlott” és hasonló szövegek nem nyújtanak kellő tájékoztatást a termék minőségére és eltarthatóságára, ezért nem alkalmazhatók.
- A csomagolás tájékoztató szerepének kifogástalan ellátásán kívül minden lehetőséget meg kell ragadni a csomagolási ráfordítások és ezáltal a fogyasztókat terhelő költségek csökkentésére (pl. a csomagolási méretek ésszerű szűkítésével, a tömegcikk csomagolásának szabványosításával, ill. egységesítésével stb.).

2.2.7. A termékre vetített csomagolási ráfordítások alakulása

A termékegységre vetített csomagolási költségekről összevont, pontos statisztikai adatok nem állnak rendelkezésre. Az egy-egy termékfajtaát vagy terméket jellemző példákából azt a következtetést lehet levonni, hogy a termékegységre vetített csomagolási költségek a különböző országokban viszonylag állandó, egymáshoz közelálló értékek.

Bizonyos fokig mindenütt érvényesül az ún. csomagolási telítettség törvényszerűsége. Egy-egy termékfajtaához évek, évtizedek alatt kialakul egy meghatározott csomagolási ráfordítási arány, amelyet – bizonyos szűk

határok között – nem lépnek túl, mivel a fogyasztók, ill. a felhasználók ennél többet általában nem hajlandók elfogadni, elismerni, inkább más, helyettesítő terméket választanak.

Így az egyes termékekre a rendelkezésre álló adatokból következő ki-tűnik, hogy pl. az élelmiszerek termékértékre vetített csomagolási költségeinek átlaga jelenleg a fejlett ipari országokban és hazánkban egyaránt 10...20%, a gyógyszerek 10...15%, egyes tartós fogyasztási cikkek 4...8%, textíliák, ruházati cikkek 2...4%, gépek, berendezések, műszerek 3...5% csomagolási költségárányt viselnek el.

2.3. A szállítási csomagolások tervezése

2.3.1. A logisztikai szempontú csomagolástervezés jelentősége

A logisztikában a csomagolt termékeket a termelés helyéről a felhasználás illetve a fogyasztás helyére kell eljuttatni úgy, hogy a becsomagolt termék semmilyen külső vagy belső károsodást ne szenvedjen és a csomagolási rendszer maradjon annyira ép, hogy az az értékesítést ne gátolja. Ahhoz, hogy a csomagolási rendszert, illetve annak védelmi funkcióját pontosan tervezni tudjuk a következőket kell ismernünk:

- a kibocsátóhely és a fogadóhely távolsága térbeli elhelyezkedése, az alkalmazható szállítási lánc és az abban várható különböző külső hatások, melyek a csomagolt terméket érik,
- a logisztikába bekerülő terméknek a logisztikában várható külső hatásokkal szembeni ellenálló képessége csomagolás nélkül

Amennyiben a termék önmagában jól tűri a logisztikából származó külső hatásokat, a csomagolás védelmi funkciója kismértékű lesz és ennél fogva jelentős csomagolási költség megtakarítás érhető el. Amennyiben a termék a logisztikában várható külső hatásokra érzékeny, a csomagolási rendszer védelmi funkciójával szemben magasabb követelményeket kell támasztani, ami természetesen együtt jár a csomagolási költségek növekedésével, amely adott esetben oly mértékig megnövekedhet, hogy egy adott termék abban a logisztikai rendszerben az aránytalanul magas védelmi költségek miatt értékesíthetatlenné válik.

A fenti gondolatmenet első látásra viszonylag egyszerűnek tűnik, azonban ha a folyamatba jobban belegondolunk, kiderül mindkét felsorolt terület számos véletlenszerű jelenséget tartalmaz. A termék oldaláról megközelítve ez azt jelenti, hogy például számtalan lehetséges irányból vélet-

lenszerű nagyságú és irányú ütest okozó erőhatások hathatnak, ezek hatás-ideje véletlenszerű időtartamú, melynek következtében a legkülönbözőbb energiaátadások történhetnek és a termék szempontjából egyáltalán nem mindegy, hogy annak egyes belső elemeire ezek hogyan adódnak át és adott esetben milyen károsodást okozhatnak. Ehhez hasonlóan bármilyen külső hatás ugyanilyen véletlenszerű károsodást okozhat a terméken, vagy annak egyes komponensein. Nagyon sok ható tényező nem a hatással magával, hanem a hatás időbeli folyamatával, intenzitásának megváltozásával okozhat károkat. Ha arra gondolunk, hogy egy terméket melyik évszakban, milyen klímazónákon keresztül haladva juttathatunk el a célállomásig, az évszaktól, napszaktól, az aktuális időjárási körülményektől függően a legkülönbözőbb kombinációjú klimatikus hatások érhetik és, hogy ezek közül melyik folyamat – változat károsítja a terméket csak számtalan vizsgálat tudja meghatározni.

Ugyanez a helyzet a logisztikából érkező külső hatásokkal kapcsolatban is. Igénybevétel szempontjából egyáltalán nem mindegy, hogy milyen közlekedési ág kombinációt használunk, ezen belül aktuálisan milyen járműtípus kerülhet alkalmazásra, a konkrét járműnek milyen a műszaki állapota és ebből következően milyen futási jellemzőkkel kell számolnunk, milyen a mindenkori pálya állapota, mennyire függ a jármű futása a kezelő személyzet begyakoroltságától és adott konkrét esetben éppen milyen kezelőszeméllyel kell számolnunk. Hasonlóképpen számtalan változat lehetséges, hogy egy adott rakomány milyen komponensekből adódik össze, ezek egymást képesek-e támasztani, vagy a rakomány számtalan különböző geometriai méretű, tömegű és alakú elemből áll. Fontos befolyásoló tényező a termék tömegeloszlása, ilyenkor rendkívül meglepetésszerű a szabályosnak tűnő geometriai alak, ugyanakkor a termék belső egyenlőtlen tömegeloszlása speciális dinamikai hatásokat is kelt.

A mai helyzetben a fent vázolt problémakör megoldására a szabványokat is figyelembe véve két irányban indulhatunk el:

- A szállítási csomagolások igénybevétel-állósági vizsgálatait az MSZ ISO 4180 és az erre épülő szabványsorozat alapján.
- A különböző termékszabványok, amelyek elméletileg tartalmazzák a külső hatásokra való érzékenységet, azonban a termékek többségénél ezen szabványrész vagy nagyon hiányos, vagy egyáltalán nincs kitöltve.

Jelenleg komoly környezetállósági jellemzők két termék – csoportra készültek. Általában a villamos készülékekre az IEC, míg a telekommuniká-

ciós eszközökre az ETSI nevű, az ISO – hoz tartozó szabványosítási szervezet készített környezetállósági szabványt.

Ezek a szabványok a következő hatásokat és azok vizsgálatait definiálják:

- kis léghőmérséklet ($+5 - -65\text{ °C}$)
 - időjárástól védett hely fűtéssel (fagyás ellen védett)
 - időjárástól nem védett hely vagy időjárástól védett hely, fűtés nélkül vagy a repülőgépeknek csak a fűtött csomagterei
 - repülőgépek fűtetlen csomagterei
- nagy léghőmérséklet ($+60 - +85\text{ °C}$)
 - szellőztetés nélküli burkolatban
 - szellőztetés nélküli burkolatok
- nagy léghőmérséklet szellőztetett burkolatban vagy szabad téren ($+40 - +55\text{ °C}$)
 - időjárástól védett hely hőmérséklet szabályozással
 - időjárástól védett hely szellőztetéssel vagy időjárástól nem védett hely
- hőmérsékletváltozás levegő levegő között ($-25/+25\text{ °C} - -65/+30\text{ °C}$, 1 fok Celsius/perc hőmérséklet változás sebességgel)
 - szabad tér és zárt tér között nem mozgatott termékeken
 - szabad tér és zárt tér között mozgatott- vagy fűtetlen repülőgép csomagterekből szabad térre kirakott termékeknél
- hőmérséklet változás levegő és víz között ($+40/+5 - +55/+5\text{ °C}$)
 - esőtől védett hely, vagy nincs kitéve más forrásokból származó víznek
 - esőnek, vagy vízsugaraknak kitett hely, közvetlenül a napsugárzásnak való kitétel után
- magas relatív légnedvesség, amely nincs kombinálva gyors hőmérsékletváltozással ($75\%/30\text{ °C} - 95\%/+50\text{ °C}$)
 - légnedvesség szabályozással ellátott időjárástól védett elhelyezési feltételek
 - fűtött és szellőztetett, időjárástól védett helyek, vagy időjárástól nem védett elhelyezési feltételek
 - időjárástól védett szellőztetés nélküli rakterek napsugárzásnak kitett vizes padlóval és/vagy falakkal

- magas relatív légnedvesség gyors hőmérsékletváltozással kombinálva levegő levegő között ($95\% -25/+30\text{ °C} - 95\% -65/+30\text{ °C}$)
 - szabad tér és zárt tér között nem mozgatott termékek esetén vagy viszonylag kismértékű hőmérsékletváltozásoknál
 - szabadter és zárt tér között mozgatott, vagy repülőgép csomagterekből szabadterre kirakott csomagok esetén
- magas abszolút légnedvesség gyors hőmérsékletváltozással kombinálva levegő levegő között nagy víztartalom mellett ($60\% +70/+15 - 80\% +85/+15\text{ °C}$)
 - esőnek vagy vízsugaraknak kitett csomagolásban miután ki volt téve napsugárzásnak
- kis légnyomás (70–30 kPa)
 - olyan magaslatok ahol szárazföldi szállítás előfordulhat valamint repülőgépek túlnyomásos csomagtereiben
 - repülőgépek túlnyomás nélküli csomagtereiben
- légnyomás változás (6 kPa/perc, 100–30 kPa)
 - nincs kitéve gyors magasság változásoknak
 - ki van téve gyors magasság változásoknak a repülőgépek túlnyomás nélküli csomagtereiben
- a környező levegőközeg mozgása (20–30 m/sec)
 - zárt tér időjárástól védett elhelyezési feltételek
 - szabad tér, szél elleni védelem nélkül, univerzális klímaterületek a szélviharok kivételével
 - nyitott szállítás viharos szél elleni védelem nélkül
- csapadék (6–15 mm/perc)
 - csapadéktól védett elhelyezés
 - csapadéktól nem védett elhelyezés átlagos esőintenzitású klímaterületen
 - csapadéktól nem védett elhelyezés univerzális klímaterületen
- napsugárzás ($700\text{--}1120\text{ W/m}^2$)
 - időjárástól nem védett, de a napsugárzástól védett elhelyezés
 - időjárástól védett elhelyezés, napsugárzásnak csak ablakon keresztül van kitéve
 - időjárástól nem védett és közvetlen napsugárzásnak kitett elhelyezés
- hőszugárzás (600 W / m^2)
 - a termék közelében nincsenek hőforrások
 - a termék közelében hőforrás van

- víz az esőtől eltérő forrásokból (1–3 m/sec áramlási sebesség)
 - víz ellen védett elhelyezés
 - a talaj közvetítésével a freccsenő víznek kitéve
 - permetező víznek és vízsugaraknak kitéve (pl. takarítás során), vagy tengervíz hullámoknak kitéve nyílt hajófedélzeten
- nedvesedés (vizes felület)
 - száraz körülmények között
 - nedves helyiségben
- flóra (penész, gomba)
 - olyan területek ahol a gombásodás elhanyagolható, vagy a termék és a csomagolás gomba ellen védve van
 - olyan területek ahol gomba előfordul és a termék nincs védve
- fauna (rágcsálók, természetek)
 - olyan területek, ahol a veszély elhanyagolható, vagy a csomagolás védett
 - olyan területek, ahol a természetet kivéve más állatok előfordulnak és a csomagolás nem védett
 - olyan területek, ahol mindkét veszély fennáll és a csomagolás nem védett
- tengeri sók (sós köd – sós víz)
 - zárt tér, időjárástól védett elhelyezés, beleértve a zárt terű tengeri szállítást
 - időjárástól nem védett elhelyezés, szárazföldi szállítás
 - időjárástól nem védett elhelyezés, tengeri szállítás
- kémiai aktív anyagok (kén-dioxid, kén-hidrogén, nitrogén-oxidok, ózon, hidrogén-klorid, hidrogén-fluorid, ammónia)
 - ipari vagy állandó gépjármű forgalom nélküli területek, ipari területek nincsenek a közelben, vagy burkolt terekben (pl. konténerekben) a mérsékelt ipari tevékenységű és jármű forgalmú területeken
 - átlagos ipari tevékenységű területek, ha nincs nagy mennyiségű szennyező anyagot kibocsátó ipar
 - ipari területek erős szennyező anyag kibocsátással
- homok a levegőben (g/m^3), ill. ülepedő por (mg/m^2 óra) (0,1–10, ill. 3)
 - időjárástól védett elhelyezés, a takarítás során a poros padlók seprése nincs
 - időjárástól védett elhelyezés, de porképződésnek kitett hely, univerzális klímaterületeken kivéve a homoksivatagokat

- időjárástól és részecskéktől nem védett elhelyezés univerzális klíma-területen, beleértve a homoksivatagokat is
- szinuszos stacionárius rezgés (kitérés amplitúdó 3,5–7,5 mm, gyorsulás amplitúdó 10–40 m/sec², frekvencia sáv 2–500 Hz)
 - légszaváros repülőgépek, hajók, légrugós közúti járművek légrugós pótkocsival egyéb közúti járművek elsőrendű útrendszerrel rendelkező területeken lágy rugózású vonatok emelővillás targoncák
 - közúti járművek gyenge útrendszerrel rendelkező területeken kemény rugózású pótkocsik és vonatok
- stacionárius rezgés véletlenszerű jelalakkal (random) (spektrális gyorsulás sűrűség 0,3–3 m²/s⁴ Hz, frekvencia sáv 10–2000 Hz),
 - sugárhajtású repülőgépek légrugós közúti járművek és pótkocsik egyéb közúti járművek elsőrendű útrendszeren lágy rugózású vonatok emelővillás targoncák
 - közúti járművek gyenge útrendszeren kemény rugózású vonatok
- nem stacionárius rezgés beleértve az ütést (csúcsgyorsulás 100–1000 m/s²)
 - repülőgépek hajók légrugós közúti járművek
 - közúti járművek elsőrendű útrendszeren vonatok speciális ütközőkkel emelővillás targoncák
 - közúti járművek gyenge útrendszeren általános vonatok a kocsi rendezést is beleértve
- leesés (0,1–1,5 m)
 - gépi rakodás esetén
 - 20 kg-nál kisebb tömegű termékek kézi rakodása esetén
 - 100 kg-ig terjedő tömegű termékek kézi rakodása esetén
- felborulás (bármely él körül)
 - 20 kg-nál kisebb tömegű borulásnak kitett termékek esetén
 - 20–100 kg tömegű borulásnak kitett termékek esetén
 - 100 kg-nál nagyobb tömegű termékek gépi rakodás esetén
 - 100 kg-nál nagyobb tömegű termékek borulásnak kitéve
- ringás, bukdácsolás hajón (hajlásszög ± 35°, periódus 8 másodperc)
 - hajókon nincs szállítva
 - hajókon van szállítva
- állandó gyorsulás (20 m/s²)
 - összes szállítási mód

- statikus terhelés (5–10 kPa)
 - max. 3,5 m halmazmagasságnak kitéve
 - max. 7 m halmazmagasságnak kitéve

A fenti laboratóriumi vizsgálatok segítségével – iterációs módszerek – a csomagolási rendszerek tervezhetővé válnak.

A fontosabb tervezési lépések:

Az igénybevételek és az áru tulajdonságok alapján a logisztikai csomagolástervezés folyamata a következő:

- A termék érzékenységeinek meghatározása
- A szállítóeszközök geometriai mérethatárainak felmérése
- A logisztikai láncban a tömeg és területi határok meghatározása
- A logisztikában várható szállítási igénybevételek meghatározása
- A termék párnázásának megtervezése, mellyel a termék térfogatát mindhárom dimenzióban meg kell növelni, hogy a szükséges mozgás-csillapító és párasemlegesítő anyagok elhelyezhetők legyenek
- A termék elhelyezési pozícióinak meghatározása (pl.: állítva, fektetve, ill. kombináltan)
- A szállítóeszköz geometriai méreteiből kiindulva a gyűjtő és fogyasztási csomagolás geometriai változatainak permutációja alapján az optimális elhelyezés és az azokhoz tartozó fogyasztói- és gyűjtőcsomagolás méretek kiválasztása (a változatok gyakran nagy száma miatt számítógépes tervezés igénybevételére van gyakran szükség)
- A kiválasztott elrendezési terv alapján a fogyasztói- és gyűjtőcsomagolás, az egységrakomány képzés és annak rögzítése, és a rakományok járművön való elhelyezésének és a rakomány rögzítésének valamint az esetlegesen fennmaradó üres terek kitöltésének megtervezése
- A megtervezett csomagolási rendszerből vizsgálati minta készítése, melyet az igénybevételek laboratóriumi szimulálásával alkalmassági vizsgálatnak kell alávetni
- A csomagoláshoz felhasznált anyagok ill. eszközök specifikációinak elkészítése a tűrések megadásával
- Eljárás kidolgozása a sorozatban beérkező csomagolóanyagok és eszközök minőségi átvételére

Amint a felsorolásból látható, a termék–csomagolás rendszerek megtervezése bonyolult feladat. Nem véletlen a szállítási károk gyakori előfordulása,

hiszen még napjainkban is gyakran tervezés helyett empirikus módszerekkel próbálják a rendszereket összeállítani.

2.4. Az árukat érő igénybevételek

2.4.1. Mechanikai igénybevételek

2.4.1.1. Az ejtés

Az ejtés a leggyakrabban előforduló dinamikus igénybevétel. Rendszerint a szakszerűtlen vagy gondatlan árukezelés következménye be-, ki- és átrakás során. A szállítóeszköz hirtelen megállása vagy indítása is okozhat az áru tehetetlenségéből eredő ejtési igénybevételt.

Fizikai alapfogalmak

Az ejtésekor fellépő mechanikai igénybevétel az elmozduló test felütközésekor bekövetkező hirtelen sebességváltozás következménye. Az **m** tömegű csomagolás **h** magasságból leejtve a föld vonzóerejének hatására állandóan gyorsuló mozgással esik. A szabadon eső test gyorsulása

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Ha az ismert **m** tömegű csomagolás ismert **h** magasságból leesik és ott felütközik, **v_{max}** legnagyobb sebességét közvetlenül a felütközés előtt éri el. A felütközéskor ez a sebesség a másodperc tört része alatt a hirtelen lassulás folytán **v₀** = 0 értékre csökken.

A lassulás negatív gyorsulás, amelynek során a felütköző csomagolás az **f** fékezési utat teszi meg.

A fékezési út hossza a felütközési felület és a felütköző test rugalmasságának a függvénye, azaz annál rövidebb, minél merevebb a felütközési felület, és minél kevésbé rugalmas a csomagolás. Minél rugalmasabb a felütközési felület és a csomagolás, annál hosszabb a fékezési út is, de mindig kisebb, mint a **h** ejtési magasság.

A legnagyobb ejtési sebesség, amely **f** fékezési út alatt nulla értékre csökken:

$$v_{\max} = \sqrt{2gh}$$

Az ütközéskor fellépő erő kiszámításához a test tömegét is ismerni kell.

$$\text{erő} = \text{tömeg} \times \text{gyorsulás}$$

és a súlyerő:

$$G = mg.$$

A Magyarországon is kötelező nemzetközi **SI** mértérendszer (Système International d'Unités) szerint az eddigi **kp** erőegység helyett az **N** (newton) egységet kell használni.

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

Átszámítás:

$$1 \text{ kp} = 9,80665 \text{ N}, 1 \text{ N} = 0,10197 \text{ kp}.$$

A **h** magasságra emelt csomagolásban potenciális energiában kifejezett munkaképesség van felhalmozva, ez pedig a tömeg és a magasság függvényében alakul, azaz

$$W_{\text{pot}} = Gh = mgh.$$

Az ejtéskor ez a felhalmozott energia a felütközéskor mozgási (kinetikai) energiaként érvényesül:

$$W_{\text{kin}} = F \cdot f = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

ahol:

F a felütközéskor ható erő, **f** a fékezési út.

A **v** értéket az (1) képlet szerint behelyettesítve

$$F \cdot f = \frac{m \cdot 2gh}{2} = mgh$$

A csomagolás felütközésekor fellépő erő tehát:

$$F = \frac{mgh}{f} = G \cdot \frac{h}{f}$$

Ez a képlet használható a felütközési erő kiszámítására. A

$$\frac{h}{f} \text{ viszony, azaz } \frac{\text{ejtési magasság}}{\text{fékezési út}}$$

meghatározza, hogy a felütközési erő a csomagolás tömegének hányszorosa.

Példa. A csomagolásban levő termék tömege **m**=10 g, ejtési magassága a **h**=100 mm, a fékezési út **f**=0,01 mm. Mekkora a fellépő erő?

Számítás:

$$F = \frac{mgh}{f} = \frac{0,01 \cdot 9,81 \cdot 0,1}{0,00001} = 981 \text{ N}$$

Ez az erő olyan nagy, hogy a csomagolt termék sérülés nélkül aligha képes elviselni. Mit lehet tenni a termék védelmére, ha az ejtési magasság és a tömeg adott? A csomagolást párnázó hatásúvá kell tenni. A csomagolás megfelelő kialakításával a 0,01 mm fékezési út növelhető pl. $f=1$ mm-re. Ez esetben az előbbi képlet alapján:

$$F'=9,81 \text{ N.}$$

Ezt az erőhatást a termék már sérülés nélkül elviselheti.

A csomagolástechnika feladata tehát az, hogy különféle megoldásokkal a fékezési utat olyan mértékben növelje, ami az adott termék érzékenységeinek megfelelően csökkenti a fellépő erőhatást.

A fékút növelése

A fékezési út hossza megfelelően rugalmas csomagolóanyag megválasztásával, ill. az ütközés felemésztésére alkalmas szerkezetű csomagolóeszközzel növelhető. Ha kell, járulékos párnázat is beépíthető. A párnázat a csomagolás szerkezeti eleme, fő feladata a fékezési út szabályozása.

A feladat tehát a sérülést okozó igénybevételi csúcsértéket csomagolástechnikai megoldással olyan mértékűre csökkenteni, hogy az igénybevétel kisebb legyen, mint amelyet a termék csomagolás nélkül is el tud viselni.

A csomagolás a többletráfordítással nem lett jobb, sőt a jól látható rezgések rezonanciát idézhetnek elő, amely a termék sérülését okozhatja.

A termék felütközési érzékenysége

Minél nagyobb a termék érzékenysége, azaz minél kisebb az ellenállása a fellépő igénybevétellel szemben – adott ejtési magasság esetén –, annál nagyobb fékezési út kell. Ez az egyik döntő feltétele a párnázat megválasztásának, elhelyezésének és szerkezetének. A párnázóanyagok gyártói a térfogategységre jutó tömeg és a vastagság kiszámításához gyakran a termék érzékenységi fokát adják meg **G**-értékben (1. táblázat).

Ez a **G**-érték nem tévesztendő össze a súlyerővel, amit szintén **G**-vel jelölünk. A **G** érzékenységi fok azt határozza meg, hogy a termék a **g** nehézségi gyorsulás hányszorosát tudja elviselni. Vagyis $C=x \cdot g$. A szövegből mindenütt kitűnik adott helyen a **G** jelentése. A cégek tájékoztatásában

megadott G-értékek azonban csak közelítő irányelvként használhatók, egyes esetekben jelentősen eltérnek, sőt ellentmondók.

Így például lehet, hogy az egyik cég hűtőszekrénye a szállítási igénybevételekkel szemben nem különösen érzékeny. A másik vállalat termékét viszont úgy szerkesztették, hogy megfelelően kialakított csomagolás nélkül a lábak a szállítás alatt elgörbülnek. Ez a termék azonos szállítási körülmények között is több védelmet kíván. Bár a villamos ipar egyes nagyvállalatai nagy értékű készülékeik érzékenységét erre a célra alkalmas laboratóriumban ellenőrzik, ezt nem lehet általánosítani. Az optimális áruvédelem megtervezéséhez általában előnyben részesítik a mértékadó értékek kísérleti megállapítását az igénybevételeket utánzó készülékek (pl. ejtőasztal, ejtődaru, lejtőpálya) segítségével. Az ismeretlen G-értéket az ejtési magassággal helyettesítik.

Mérőkészülékek

Függetlenül az ejtési magasság, mint kiegészítő adat megadásától, a szakemberek arra törekednek, hogy a tényleges igénybevételeket valós körülmények között, mérőkészülékekkel G-értékben határozzák meg.

Az ilyen vizsgálatok során a mérőkészüléket a csomagolt termék helyett (vagy mellett) helyezik el, és szállítják végig a teljes útvonalon. A te-leppel működő diagramíró papírcsíkra feljegyzi a felütközések gyakoriságát, sorrendjét és nagyságát, csak a felütközési irány kérdéses. A három

3. táblázat. Különböző termékek érzékenysége
a g gravitációs gyorsulás többszörösében kifejezve

15...25g rendkívül törékeny 20g különösen érzékeny	villamos vezérlőberendezések, precíziós készülékek, precíziós mérőkészülékek mechanikai csapágyazással (hurkos galvanométer)
20...40g nagyon érzékeny	elektromechanikai mérőműszerek, tűcsapágyas mérőműszerek, elektroncsövek, szilárd, rázkódásmentes keretszerkezetbe beépített készülékek, szerkezetek és elektronikai berendezések
40...60g érzékeny	repülőgép-alkatrészek, elektronikai készülékek, elektromechanikai készülékek (pl. villamos írógép, pénztárgép)
60...85g mérsékelten érzékeny 85...110g viszonylag érzéketlen	televízió, optikai és finommechanikai készülékek, háztartási gépek és készülékek, pl. mosógép, hűtőszekrény, üvegáru
100...200g érzéketlen	gépek, üvegpalackok, motorok, transzformátorok

főirányban érzékelő összetett diagramíró három megfelelő elrendezésű felvevővel csökkenti ugyan a nehézséget, de mivel az erőhatások gyakorlatilag minden lehetséges irányból fellépnek, a mérési eredmény nem egészen pontos.

A legtöbb készülék mechanikusan, tehát rugós feszítéssel beállított mérővel működik. Valamennyi mechanikus rendszer hátránya a rugós megoldás tehetetlenségében és a kis sajátfrekvenciában van. Rövid, kemény felütközések és rezonanciaképződés bizonyos tartományban hibás jelzést adhat. Jobb eredmények érhetők el piezoelektromos kristályos felvevővel. Jellemzője az igen kis tehetetlenség és a 3000 Hz feletti sajátfrekvencia.

Az ejtési igénybevétel utánzása ütköztetéssel vagy ejtéssel

A mértékadó vizsgálati módszereket az MSZ 16430/4 és az MSZ 16430/5 ismerteti.

A kisebb csomagolásokat billenőlapos, magasságban állítható *asztalra* helyezik. Az asztallap mechanikai, elektromágneses vagy elektrohidraulikus működtetésű oldása után a csomagolás az előzőleg meghatározott magasságból a vízszintessel kb. 10°-os szöget bezáró merev felütközési felületre esik. Ha a csomagolást sarokra kívánják ejteni, a választott helyzetben külön szerkezet rögzíti. A vizsgálati program határozza meg, hogy hányszor kell a vizsgálatot elvégezni, milyen ejtési magasságból és helyzetben, ill. a felütköző felület milyen szögbe állítandó be, továbbá hogyan kell az eredményt értékelni.

Az ejtőasztalra nem helyezhető nagyobb méretű csomagolásokat *ejtődaruval* vizsgálják. A próbadarabot kötélhurok segítségével a vizsgálandó ejtési helyzetben függesztik, majd daruval vagy csörlővel a szükséges magasságra emelik. Mechanikusan vagy elektromágnesesen működtetett szerkezettel a hurkot kioldják. A további folyamat azonos az ejtőasztalos vizsgálattal. A módszer során a kezelés és a vizsgálati helyzet pontos beállítása nehézkes. A Széchenyi István Egyetem (Győr) akkreditált csomagolás-vizsgáló laboratóriumában telepített berendezés a 19. ábrán látható.

A *lejtőpályás* ütközési próbát (MSZ 16430/4) nagy és terjedelmes csomagolások vizsgálatára alkalmazzák ejtés helyett. Eredetileg a tolatási ütközések utánzására szerkesztették. Ha az előbbieken leírt célra használják, a felütköző falat teljesen merev anyagból kell készíteni.

A berendezés 10°-os lejtésű sín párból áll, amelyen a kocsi beállítható gurítómagasságból saját tehetetlenségénél fogva lefut. A csomagolást úgy

helyezik a kocsira, hogy a vizsgálendő felület- él vagy sarok - a lejtőpályához képest 90°-os szögben beállított falhoz ütődjön.

A Széchenyi István Egyetem (Győr) akkreditált csomagolásvizsgáló laboratóriumában telepített berendezés a 20. ábrán látható.



19. ábra. Ejtő vizsgálat szabadeséssel



20. ábra. Ejtő vizsgálat lejtőpályás ütköztetéssel

2.4.1.2. Ütközés

Tolatási ütközés

A szállítóeszköz hirtelen indításakor vagy fékezésekor fellépő erőhatás az ejtési igénybevételtől lényegében csak irányában különbözik. A legnagyobb ilyen jellegű igénybevételek tolatáskor, különösen a vasúti kocsi ráfutásakor várhatók. A vasutak gyakorlatában az $1 \text{ m/s} = 3,6 \text{ km/h}$ (gyaloglási sebesség) ráfutási sebességet jelölik normálisnak. Ilyenkor a lassulás – a rakfelületen mérve – a vasúti kocsi megrakásától függően – $a=0,75...2,0g$. Ez viszonylag kisebb igénybevétel, mint ami a csomagolás ejtésekor fellép. Az olajiparban végzett vizsgálatok szerint a gyakorlatban a tolatáskor a ráfutási sebesség eléri a 12 km/h értéket, rendkívüli esetben akár 24 km/h is lehet. A vasúti kocsi rakfelületén mért lassulás $12,5 \text{ km/h}$, ráfutási sebesség esetén – $a= 5...6g$. A termék biztonsága végett ajánlatos csomagolástervezéskor ezeket a gyakorlati értékeket figyelembe venni.

Károk keletkezhetnek a tolatási ütközés elsődleges és másodlagos hatására.

Az elsődleges hatás a hosszirányban fellépő dinamikus igénybevétel.

A másodlagos hatások a hirtelen sebességváltozás következtében a csomagolás feldőlésekor, leesésekor keletkeznek. Már viszonylag kisebb tolatási ütközés is elegendő olyan igénybevétel kiváltására, ami az elsődleges hatás többszöröse. Gyakorlatilag e fejezet elején leírtakkal azonos hatásokról van szó, a termék is ugyanazt a védelmet igényli.

A termék rögzítése

A másodlagos ütközési hatások elhárításának leghatékonyabb módja a termék megfelelő rögzítése a szállítóeszközön. Ha ez természetes módon, azaz a szállítótér hézag nélküli kitöltésével nem lehetséges, a terméket járulékos elemekkel kell rögzíteni. Erre a célra egyes vállalatok a 600×600 vagy $900 \times 1200 \text{ mm}$ méretű, felfújható légpárnát ajánlják. Az a remény azonban, hogy ütközéskor felemésztik az energiát, nem teljesült. Az ütközést a vele határos csomagolásoknak továbbadja. Csupán annyiban hasznosak, hogy meggátolják a csomagolások leesését vagy átbukását.

Szállítási egységek rögzítése

A kisebb csomagolásokat gazdasági okokból egységgrakománnyá, ill. daruzható szállítási egységgé fogják össze. Ez a megoldás a vízszintes irányú ütközési és az ejtési igénybevétel lehetőségét csökkenti. Ezzel szemben a tolatási ütközés, a hirtelen fékezés, ill. a viharos tengeren a hajó himbáló

mozgása folytán létrejövő erők igyekeznek az egységrakományokat megláztítani.

2.4.1.3. Ütés

Az eddig leírt igénybevételek a csomagolás egész felületét, egyik élét vagy sarkát érhetik. A gyakorlatban ilyen jellegű dinamikus hatás akkor is előfordul, ha pl. molnártargoncát, emelővillát vagy más anyagmozgató eszközt, ill. elemet a csomagolásnak ütköztetnek vagy az árukezeléskor az egyik csomagolás sarka a másikhoz ütődik.

Eltekintve a csomagolt terméket érő igénybevételtől, járulékos hatás is fellép. A csomagolóeszköz az érintkezés helyén behajlási és átütési igénybevételnek is ki van téve.

Ha – mint ez gyakori eset – a termék az ily módon igénybe vett csomagolóeszköz belső felülete mentén van, a legtöbbször maga is megsérül. Könnyen keletkezhet alakváltozás, karcolás vagy egyéb felületi sérülés, ami kellemetlen és költséges reklamációkra ad lehetőséget.

A biztonsági hézag

Az ütés káros hatása a leghatékonyabban a termék külső felülete és a csomagolóeszköz belső fala közötti biztonsági hézag tartásával előzhető meg. Legcélszerűbb a sarokpárnázás.

A biztonsági hézag kialakításával egyidejűleg a megnövelt fékezési út révén csökkenthető az ütőhatás ereje, a sarokpárna célszerű kialakításával pedig a csomagolás halmazolási szilárdsága is növelhető.

Ütésvizsgálat

Az ütőhatás a legegyszerűbben golyósingás ütőművel utánozható. A vizsgálat során az ingára erősített acélgolyó 30 J energiával ütődik a szilárdan rögzített csomagolóeszköznek. Ez egyenértékű a 60 kg-mal megrakott 3,6 km/h sebességű molnártargonca felütközési energiájának.

A fa- és papírláda mind a négy oldallapját vizsgálják. Az ütési pontot az átlók metszéspontjában vagy ott jelölik ki, ahol a termék érzékenysége a legnagyobb. A csomagolás akkor felel meg, ha a termék – függetlenül attól, hogy a csomagolóeszköz beszakadt-e, vagy behorpadt-e – sértetlen marad.

2.4.1.4. Rázómozgások és lengések

Menet közben csaknem valamennyi szállítóeszköz rázkódik, ezt pedig a rakfelületen át a csomagolásra és ezzel együtt a termékre továbbítja. Az

ilyen rázkódásokat a szállítóeszköz rugórendszere egyenletes frekvenciájú lengéssé alakítja át, amely azonos módon adódik át a termékre

A lengés két jellemzője:

- az amplitúdó, vagyis a kilengés nagysága, ez határozza meg a lengés intenzitását,
- a frekvencia, amely az egy másodpercre jutó lengések száma, mértékegysége Hz (hertz).

Lengési igénybevételek eredhetnek:

- vasúti szállítás során sínillesztéseknél, kitérőknél;
- légi szállítás során a motor működéséből;
- vízi szállítás során a hullámoktól, valamint szintén a motor működéséből.

A rázó- és lengő mozgások laboratóriumi szimulálására telepített MTS elektrohidraulikus berendezés a rajta elhelyezett vizsgálandó egységakománnyal a 21. ábrán látható (SZE, Győr, Csomagolásvizsgáló Laboratórium).



21. ábra. Rázó igénybevétel szimulálása rázó asztalon

A károk jellemzője

Mind a gyakori ütközések okozta rázkódás, mint a lengés egész különböző jellegű károkat okoz.

Rázkódáskor, rögzítés hiányában, a csomagolások, ill. a szállítási egységek a rakfelületről felemelkedhetnek. Az igénybevétel kis magasságból nagyon gyors, egymást követően ismétlődő ejtés formájában jelentkezik. Nagysága azonban lényegesen kisebb, mint szabad ejtéskor. A legnagyobb érték még nagyon rossz úton is csak kb. 5g. A veszélyt kizárólag az ismétlődő azonos irányú hatások gyakorisága jelenti. Ez a csomagolóeszköz teherviselő elemeinek kifáradására és ezzel az eredetileg jó párnázóhatás csökkenésére vezethet. Semlegesítésére a nagy és gyors visszaálló képességű párnák alkalmasak.

A lengés akkor veszélyes a termékre, ha a kívülről ható frekvencia megegyezik a termék vagy valamelyik érzékeny alkatrészének sajátfrekvenciájával. Az együttmozgás pillanatában, a veszélyeztetett részekben, ha rögzítve vannak és nem lenghetnek ki, az amplitúdók többszörösére növekednek, ennek folytán pedig jelentős húzó- és nyomóerők lépnek fel.

Így például egy alkalommal nagy felületű, viszonylag könnyű hűtőaggregátorokat szállítottak tehergépkocsin és pótkocsin 500 km távolságra. A rendeltetési helyre érkezéskor a termékre kívülről csavarozással felerősített, 1-2 m hosszú rézcsövek letörték, a rácsavart peremek a menetből kiszakadtak. A kár oka, hogy az aggregát mérete miatt nagy tehergépkocsira és pótkocsira volt szükség. Ezek a rendszerint lényegesen nagyobb terhelés miatt keményen voltak rugózva. Menet közben a gépkocsi rugózásának lengései és a hűtőaggregát között együttrezgés jött létre (a hűtőaggregát rezonált), s ez okozta az alkatrészek törését. Ez esetben a sérülést még nagy költséggel kialakított csomagolás sem akadályozhatta volna meg. A helyes út a két lengéstartomány eltolása lett volna egyrészt pótterhelés alkalmazásával, másrészt a csövek kikötésével.

2.4.1.5. Nyomóigénybevétel

Amíg a korábban ismertetett igénybevételek dinamikus hatásokra vezethetők vissza, a nyomás statikus jellegű. A nyomást két főcsoportba osztják:

- függőleges irányú halmazolási nyomás és
- vízszintes irányú szorítónyomás.

A *halmazolási nyomás* a csomagolások (termékek) közvetlen egymásra helyezésekor fordul elő. A szállítóeszközökön a függőleges irányú gyorsulások,

ill. lassulások miatt nem a statikus, hanem a sebességváltozás okozta nagyobb, dinamikus nyomás hat.

A vízszintes vagy keresztirányú nyomó-igénybevételt főleg a csomagolás daruzása vagy az emelőtargonca, ill. más anyagmozgató gép megfogó szerkezete váltja ki.

A halmazolási nyomás

A halmazban a legelső csomagolást éri a legnagyobb terhelés. Általában a következő halmazolási magasságokkal kell számolni:

- szárazföldi szállítóeszköz (szállítótartály is) 2 m,
- tengeri hajó fedélközében 4,5 m-ig,
- tengeri hajó hombárjában 8 m-ig,
- állvány nélküli raktárban általában 4,5 m, legfeljebb 6 m.

Azonos csomagolások halmazolásakor a terhelő erőt a következő képlettel viszonylag egyszerűen lehet számítani:

$$f = 9,81 \frac{H-h}{h} \cdot Q,$$

ahol

F a nyomóerő N

Q a csomagolás tömege

H a halmazolási magasság, m

h a csomagolás függőleges élhossza, m

9,81 a tömeg és a súlyerő közötti átszámítási tényező

Rendezett raktározáshoz ez a képlet jól használható. Hajó rakodásakor azonban az egyforma csomagolások ilyen formában való egymásra helyezése a gyakorlatban ritkán fordul elő. Ezért a halmazolási nyomást a lehetséges legnagyobb halmazolási magasságból és a csomagolás tapasztalati fajlagos térfogategységre jutó tömegéből ($0,7 \text{ t/m}^3$) határozzák meg. Az egyszerűség kedvéért, biztonságból, gyakran a megengedett padlóterheléssel számolnak, azt tekintik a legelső csomagolásra ható terhelésnek.

A szállítótartályhoz a lehetséges 2,2 m legnagyobb halmazolási magasság esetén megengedhető fajlagos terhelés általában $0,45 \dots 0,60 \text{ t/m}^2$. A legnagyobb terhelés megközelíti az $1,4 \text{ t/m}^2$ -t. Bár a szállítótartályokat gyakran egymáson tárolják, az így adódó járulékos terhelést maga a szállítótartály veszi fel. Figyelembe kell azonban venni, hogy a halmazolási

nyomás a hajó himbálásából és dülöngéléséből eredő dinamikus hatások miatt jelentékenyen megnő. Ezek az erők a hajó orrában és tatjában a legnagyobbak, közepén a legkisebbek. Kedvezőtlen esetben a csomagolásra ható halmazolási terhelés akár 60%-kal is növekedhet. Általában a számított értéket 30...50%-kal növelik.

A halmazterhelés szimulálására alkalmas mérési összeállítást és terhelő rendszert a 22. ábra mutat be.



22. ábra. Halmazolhatósági vizsgálat nyomópréssel

2.4.2. Fizikai-kémiai igénybevételek

2.4.2.1. A klíma igénybevételek

A logisztikában mivel az áruáramlások zöme szabadtéren zajlik, és időtartama is jelentős, ezért a meteorológiai viszonyok és változásai nagymértékben hatnak a termék-csomagolás rendszerekre. Vizsgálati tapasztalatok szerint, a leggyakoribb károkozó tényezők:

- Magas hőmérséklet
- Alacsony hőmérséklet
- Gyors hőmérsékletváltozás
- Magas relatív légnedvesség tartalom
- Közvetlen csapadék
- Közvetett csapadék (harmat, dér, zúzmara)
- Napsugárzás
- Korrozív atmoszféra (pl. tengeri sós köd)

Természetesen a logisztikában a mechanikai igénybevételek a klíma igénybevétellel együtt hatnak, és a következő kombinált károsító tényezőkkel kell számolni:

- Nagy légnedvesség hatására páralecsapódás a becsomagolt terméken
- Nagy légnedvesség vagy csapadék hatására az arra érzékeny csomagolóanyagok szilárdság vesztese
- Magas hőmérsékleten egyes csomagolóanyagok lágyulása
- Alacsony hőmérsékleten egyes csomagolóanyagok elridegedése
- Egyes csomagolások szétfagyása
- Változó hőmérséklet hatására a becsomagolt termék térfogat változása, és az ebből eredő túlnyomás ill. vákuum
- Csomagolt fémtermékeken a magas nedvességtartalom miatti korrózió

A klíma igénybevételeket klímakamrában lehet modellezni, amelyben -40 -tól $+80$ °C-ig állítható a hőmérséklet, mely tartományon belül tetszés szerinti légnedvesség tartalmat lehet beállítani. A kamra arra is alkalmas, hogy a párasító berendezéssel sós ködöt állítsanak elő.

A mechanikai vizsgálatokat a megfelelő klíma előkészítés után elvégezve választ lehet kapni arra, hogy a logisztikában előforduló klímák mindegyikén a termék-csomagolás rendszerek a mechanikai hatásokat képesek elviselni.

A klimatikus igénybevételek hatása a halmazolási ellenállásra

A papír és a papírlemez, valamint a belőlük készített csomagolóeszközök szilárdsági tulajdonságai a nedvességtartalomtól függnék. A nedvességtartalmat pedig elsősorban a csomagolás körüli mikroklima határozza meg.

A nedvességtartalom növekedésével bizonyos határon túl csökken a csomagolószerke szilárdsága és ezzel párhuzamosan halmazolási ellenállása is. A papír és papírlemez minőségét 20 °C és 65% relatív légnedvességtartalmú térben vizsgálják (repesztőnyomás, átütőmunka, torlónyomás, hajlítómerevség stb.). A halmazolási igénybevétel azonban a gyakorlatban nem az átlagos, hanem a pillanatnyi környezetben lép fel: a járművön, a mindenkori nappali és éjjeli időszakban, télen, a fűtetlen tároló- és átrakóhelyen, valamint a hajó hombárjában. A relatív légnedvességtartalom szinte mindig nagyobb, és a legtöbbször a csomagolások hosszabb időn át ennek a környezetnek vannak kitéve, ennek következtében a halmazolási ellenállás jelentősen csökken. Ha ezt a körülményt a csomagolóanyag minőségének megválasztásakor és a csomagolás kialakításakor nem veszik figyelembe, a csomagolás összeroppanása és a halmaz megdőlése miatt kár keletkezik.

Sajnos, általános érvényű adat nincs a halmazolási ellenállás változásának mértékére a légnedvesség és a hőmérséklet függvényében.

A csomagolóeszközzé feldolgozott papír és papírlemez szilárdsága különböző nedvességtartalomnál nagyon eltérő. A rostanyag fajtája, a fafajta, a feltárási mód, a feltárási fok, az enyvtartalom és még egyéb körülmények határozzák meg a papír és ezzel a csomagolóeszköz nedvszívó képességét.

Mind ez ideig még nincs olyan vizsgálati módszer, amelynek alapján biztosan meg lehetne határozni, hogy az adott és vizsgált papírányagból készült csomagoló eszköz halmazolási ellenállása nagyobb légnedvességre miként viselkedik. A legjobb megközelítés akkor érhető el, ha a gyakorlatot követve a halmazolási ellenállást nemcsak 20 °C és 65% relatív légnedvességű normális környezetben, hanem nagyobb légnedvességen is megvizsgálják

Anyagkifáradás (öregedés)

A nagy műanyag szállítási csomagolóeszközök (pl. hordók) hajlamosak arra, hogy halmazolási ellenállásuk csökkenjen a hosszú ideig tartó nyomóterhelés és magasabb hőmérséklet hatására, ahogyan az a tengerentúli szállítás során előfordul. Ezt az állapotot kúszásnak (helytelenül hidegfolyásnak vagy tartósfolyásnak) nevezik. Hosszabb statikus terhelés hatására a

papír alapú csomagolóeszközök terhelhetősége is csökken, különösen akkor, ha még dinamikus terhelésnek (pl. rázás, lengés) is ki vannak téve. Ha ilyen jellegű terhelések várhatók, ajánlatos a tartós gyakorlati igénybevételeknél is szigorúbb feltételek között végezni a vizsgálatot.

Felületvédelem és a csomagolás

A korrózió ellen védő csomagolás taglalásakor abból lehet kiindulni, hogy a víz kizárása ma már nem okoz nehézséget. Sokféle vízzáró csomagolóanyag van, helyes alkalmazásukat a csomagolásban jártas szakembernek ismernie kell.

A lélegző csomagoláshoz a csomagolóeszköz belső oldallapjait gépcsomagoló papírral, vagy polietilénnel rétegelt papírral bélelik, kivéve a fenéklapot, amelyet nem kell okvetlenül kibélelni. A tetőlapra a vízzáró szigetelő csomagolóanyagot nem belül, hanem kívül kell elhelyezni, hogy a befolyt, felgyülemelő víz a későbbiekben a bélelést átszakítva ne csurogjon a termékre. Ahol ez nem lehetséges, a terméket vízzáró csomagolóanyaggal (pl. fóliával) kell burkolni.

A legnagyobb gondot azonban nem a víz, hanem a vízgőz okozza. A korrózió ellen védő csomagolásnak a párát a védendő fémfelületről teljesen távol kell tartania, vagy minőségében megváltoztatva ártalmatlanná kell tenni. Ez háromféleképpen érhető el:

- a pára távoltartásával az érzékeny felületről, a termékkel közvetlenül érintkező korróziógátló anyagokkal, olajjal, zsírral, műanyag vagy lakk alapú védőbevonattal,
- közvetve ható szerekekkel a fémtárgy körüli csomagolási mikroklímát vegyi-fizikai úton úgy megváltoztatni, hogy abban korróziós hatás ne léphessen fel,
- a gázzáró csomagolásból kiszívott levegőnek semleges gázzal, olajjal stb. való pótlása útján.

A napsugárzás hatása

A fény az elektromágneses sugárzás egyik formája, amely 300000 km/s sebességgel terjed a térben. Az elektromágneses sugárzás a hullámhossztól függően lehet röntgensugárzás, fénysugárzás, radar- és rádióhullám-sugárzás. A rezgésszámot (frekvenciát) Hz-ben (Khz, Mhz stb.) a hullámhosszat nanométerben ($1\text{ nm}=10^{-9}\text{ m}$) adják meg. Az elektromágneses hullámtartományból kimetszett fénysugárzásnál három tisztán elkülöníthető szakasz látható:

- az ibolyántúli sugárzás (400 nm-ig),
- az emberi szem által fénynek érzékelt sugárzás, az. ún. látható tartomány a lilától a vörösig (400...750 nm),
- infravörös sugárzás (750 nm felett).

A károk jellemzői

A napsugárzás (de részben a mesterséges fény is) hatása a csomagolóeszközben és bizonyos fényre érzékeny termékekben kárt okozhat. A papír, a színes műanyag és a színes szövet színét változtatja, kifakul. A színek és a nyomtatások elhalványodnak.

A műanyagok gyorsabban öregednek, szilárdságukat elvesztik, megrepedeznek és merevvé válnak. A szövetek törékennyé lesznek.

Élelmiszerek, gyógyszerek és fényképeszeti anyagok a használhatatlanságig megváltoznak. Igen érzékeny például a zsírok, olajok vagy zsír- vagy olajtartalmú termékek. A károk oka szinte mindig oxidációs folyamat, amelyet az elnyelt sugárzás indít meg vagy legalábbis meggyorsít. Különösen jelentős a fény hatása a zsírtartalmú termékek peroxidképződésére, élvezhetetlenné téve az élelmiszert (pl. a zsírok és zsírtartalmú készítmények avasodnak). Ha a fény elindította az oxidációs folyamatot, akkor gyakorlatilag nem állítható meg és tovább már sötétben is folytatódik.

Az ibolyántúli sugarak hatása

Különböző anyagok a teljes színekép bizonyos frekvenciatartományába tartozó sugárzásra különféleképpen viselkednek. Az ibolyántúli sugárzás energiája (400 nm-ig) műanyag termékekben például molekula tördelődést okozhat. Ez ellen nyújtanak védelmet az ibolyántúli sugarak energiáját megkötő adalékok, amelyeket feldolgozáskor adalékolnak a műanyaghoz stabilizálási célból. Egyes átlátszó fóliák és más fényre érzékeny csomagolószerek ibolyántúli sugárelnyelő lakkal vonhatók be. Védőhatásuk azonban általában 400nm-nél (részben 350 nm-nél) rövidebb hullámhosszú sugarakra korlátozódik.

Fénysugarak ellen védő záróburkolat

A növényi és az állati zsírokban, olajokban valamint ezeket tartalmazó termékekben a 400 nm-nél nagyobb hullámhosszú látható fénysugarak az oxidációs folyamatot meggyorsítják. Ennek megakadályozására az említett hullámtartományokban is megfelelő fényzárást nyújtó csomagolóanyagokat kell használni. Ilyen a zöld, barna vagy vörösre színezett üveg ill. fólia, a fémgimentálású különleges fólia, valamint az alumínium fóliával társított

műanyag fólia. Utóbbinál ügyelni kell arra, hogy az Al-fólia mechanikai sérülés (hajtogatás, hajlítás) miatt ne váljék fényáteresztővé. Megvilágítatlan filmek és fényérzékeny papírok védelmére nagymennyiségű korommal feketére festett fotócsomagoló papírt gyártanak. Film csomagolásakor ezt rendszerint Al-fóliával társítják.

A fényvédő csomagolóanyagok rendszerint egyúttal pára-, oxigén-, aroma- és gázzárók is. Ma már számos változatuk van „ibolyántúli sugarak elleni védelemre”, „fényvédelemre”, vagy „fényzáró” jelöléssel. A fény elleni védelemhez megfelelő burkolat megválasztásakor tudni kell, hogy az adott termékre milyen hullámhosszú fénysugarak ártalmasak, a kiválasztott csomagolás milyen hullámhosszú sugárzást nyel el, ill. köt meg és tart távol a terméktől. Ibolyántúli sugárzást elnyelő stabilizátorokkal vagy a csomagolóanyag lakkozásával, rétegelésével mind a csomagolóanyag, mind a termék 400 nm alatti sugarakkal szembeni védelme megoldható. 400 nm feletti tartományban más megoldásokra van szükség.

2.5. A szállítási és tárolási (logisztikai) igénybevételek laboratóriumi szimulációja

2.5.1. Csomagolási vizsgálatok az MSZ ISO szabványok szerint (nem veszélyes áru esetén)

A Magyar Szabvány azért került kidolgozásra, hogy a teljesen kész szállítási csomagolások vizsgálati rendjének összeállításával foglalkozó szervezetek igényét kielégítse.

Az ilyen vizsgálati rendek ugyanolyan sokfélék lehetnek, mint azok a szállítási módok, ahogyan a csomagolásokat szállítjuk. Ennek megfelelően a Szabvány célja, hogy a megfelelő vizsgálati rendek összeállításához irányelveket adjon, mintsem az, hogy egy merev keretet határozzon meg vagy az, hogy ezt valamilyen hatóság előírja. Várható, hogy egy összeállított részletes vizsgálati terv, amely tartalmazza a vizsgálati módszereket és az alkalmazott vizsgálati szigorúságokat.

Tárgy és alkalmazási terület

A Szabványsorozat általános szabályokat állapít meg a kész szállítási csomagolások vizsgálati programjának összeállításához mindenféle szállítási lánc esetében. Az MSZ ISO 4180–1 szabvány a vizsgálati program összeállításának általános elveit tartalmazza. Megadja azokat a tényezőket is, amelyeket figyelembe kell venni a csomagolások elfogadási feltételének

megállapításában azután, hogy azokat alkalmassági vizsgálat-sorozatnak vetettük alá. Ezen szabványt tartalmazza az összes olyan mennyiségi adatot, amely a vizsgálat szigorúságának megállapításához szükséges és a vizsgálat-sorozat más mennyiségi jellemzőit is. A szabványsorozat két részét együtt kell alkalmazni.

Hivatkozások

MSZ ISO 2206 Csomagolás. Kész, töltött szállítási csomagolás. A csomagolás részeinek jelölése vizsgálatokhoz.

MSZ ISO 2233 Kész, töltött szállítási csomagolás. Kondicionálás vizsgálatokhoz.

MSZ ISO 2234 Kész, töltött szállítási csomagolás. Halmazolhatósági vizsgálat

MSZ ISO 2244 Kész, töltött szállítási csomagolás. Vízszintes ütköztető vizsgálat (vizsgálat vízszintes vagy lejtőpályán, vizsgálat ingával)

MSZ ISO 2247 Kész, töltött szállítási csomagolás. Rázóvizsgálat

MSZ ISO 2248 Kész, töltött szállítási csomagolás. Függőleges ütköztetővizsgálat, ejtéssel

MSZ ISO 2872 Kész, töltött szállítási csomagolás. Nyomóvizsgálat

MSZ ISO 2873 Kész, töltött szállítási csomagolás. Vizsgálat légritkított térben

MSZ ISO 2874 Kész, töltött szállítási csomagolás. Halmazolhatósági vizsgálat nyomópréssel

MSZ ISO 2875 Kész, töltött szállítási csomagolás. Vizsgálat vízpermettel

MSZ ISO 2876 Kész, töltött szállítási csomagolás. Görgetővizsgálat

MSZ ISO 4180-1 Kész, töltött szállítási csomagolás. A vizsgálati programok összeállításának általános szabályai

A vizsgálati módszerekben mennyiségi meghatározást igénylő tényezők

A tárgyhoz tartozó vizsgálati módszereket és a minden egyes vizsgálat előtt mennyiségi meghatározást igénylő, alkalmazható tényezőket a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat. Vizsgálati módszerek és
a mennyiségi meghatározást igénylő tényezők

Vizsgálati módszer	A vonatkozó nemzetközi szabályok	Mennyiségi meghatározást igénylő tényezők
Kondicionálás	MSZ ISO 2233	Hőmérséklet, relatív légnedvesség-tartalom, idő, előszárítási körülmények
Halmazolhatósági vizsgálat	MSZ ISO 2234	Terhelés, a terhelés időtartama, a csomagolás(ok) helyzete(i), légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a mintacsomagolások száma, az ütközések száma
Függőleges ütköztető vizsgálat ejtéssel	MSZ ISO 2248	Ejtési magasság, a csomagolás(ok) helyzete(i), légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a mintacsomagolások száma, az ütközése száma
Vízszintes ütköztetővizsgálat	MSZ ISO 2244	Vízszintes sebesség, a csomagolás(ok) helyzete(i), légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a felütközési felület formája (és ha van) a kockáztnövelő betétidom használata, a mintacsomagolások száma
Rázóvizsgálat	MSZ ISO 2247	A vizsgálat időtartama, csomagolás(ok) helyzete(i), légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a mintacsomagolások száma, a csomagolásra, ráhelyezett terhelés (ha van).
Nyomóvizsgálat	MSZ ISO 2872	A legnagyobb terhelés, a csomagolások helyzetei, légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a felső nyomólap szerelési módja (merev, vagy szabadon billenő), a mintacsomagolások száma
Légritkított térben végzett vizsgálat	MSZ ISO 2873	Nyomás, a csökkentett nyomás időtartama, a hőmérséklet a vizsgálókamrában, a mintacsomagolások száma
Halmazolhatósági vizsgálat nyomóprésszel	MSZ ISO 2874	Az alkalmazott terhelés, a terhelés időtartama, a csomagolások helyzetei, légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom, a mintacsomagolások száma
Vizsgálat vízpermettel	MSZ ISO 2875	A permetezés időtartama, a csomagolások helyzetei, a mintacsomagolások száma
Görgetővizsgálat	MSZ ISO 2876	A mintacsomagolások száma, légköri hőmérséklet és relatív légnedvesség-tartalom

A vizsgálat szigorúságának ajánlott értékei

A vizsgálatok szigorúságának alapértékeit, amelyeket elfogadottnak tekintünk egy mindennapos szállítási rendszerben és amelyek az átlagos tömegű és méretű csomagolásra vannak alapozva (azaz 20 kg tömeg és 400×400×400 mm méret) az 5. táblázat tartalmazza a közúti, a vasúti, a vízi és a légi szállítási módokra és tárolásra. Ahol az alapértéktől eltérő vizsgálati szigorúság a helyes, ott az értékeket az 5. táblázatban megadott előnyben részesített értékből kell kiválasztani. Összehasonlító vizsgálatokhoz vagy kutatáshoz szükséges lehet a 3. táblázatban megadott értékektől eltérő vizsgálati szigorúságot választani.

5/a táblázat. A vizsgálati szigorúság alapértékei klimatikus viszonyok esetén

Változók	Egység	Szállítási mód							
		Közúti		Vasúti		Vízi		Légi	
		Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány
Eső Hőmérséklet Relatív légnedvesség-tartalom Légritkított tér		Tanulmányozás alatt							

5/b táblázat. A vizsgálati szigorúság alapértékei rázás esetén

Változók	Egység	Szállítási mód							
		Közúti		Vasúti		Vízi		Légi	
		Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány
Időtartam	min	20	10–60	20	10–60	20 ¹	10–60	Tanulmányozás alatt	Tanulmányozás alatt
Halmaz magassága	m	2,5	1,5–3,5	2,5	1,5–2,5	3,5	3,5-7		

¹Rövid²Hosszú

5/c táblázat. A vizsgálati szigorúság alapértékei halmazolás esetén

Változók	Egység	Szállítási mód							
		Közúti		Vasúti		Vízi		Légi	
		Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány
Időtartam	*	1 nap	1nap–	1 nap	1 nap–	1nap–	1 nap–	1 nap	nincs
Magasság	m	2,5	1 hét 1,5–3,5	2,5	1 hét 1,5–2,5	1 hét 3,5	4 hét 3,5–7,00	1,8	nincs

*a megadottak szerint

A tárolás időtartamának alapértéke 1 nap–1 hét, a magasság 3,5 m; a tartomány 1 nap–4 hét időtartam és 1,5–7,0 méter.

5/d táblázat. A vizsgálati szigorúság alapértékei vízszintes ütköztetés esetén

Változók	Egység	Szállítási mód							
		Közúti		Vasúti		Vízi		Légi	
		Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány
Sebesség	m/s	1,5	1,5–2,7	1,8	1,3–5,0	–	–	–	–

5/e táblázat. A vizsgálati szigorúság alapértékei függőleges ütköztetés esetén

Változók	Egység	Szállítási mód							
		Közúti		Vasúti		Vízi		Légi	
		Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány	Alapérték	Tartomány
Ejtési magasság	mm	500	100–1200	500	100–120	300	100–1200	500	500–1200

6. táblázat. A vizsgálati szigorúság ajánlott fokozatai

Vizsgálati módszer	Vonatkozó nemzetközi szabvány	Változók	A vizsgálati szigorúság ajánlott fokozatai	
			szokásos veszélyek esetén	különleges veszélyek esetén
Halmazolás	MSZ ISO 2234	Terhelés: <i>a)</i> halmaz magasságának <i>b)</i> halmaz sűrűségének változásával A terhelés időtartama	1,5–1,8–2,5–3,5–5,0–7,0 m 1. azonos csomagolások: a vizsgált csomagolás sűrűsége 2. Vegyes csomagolások: 0,25–0,35–0,5–0,7–1,0–1,4–2,0 Mg/m ³ 1–2–3 nap; 1–4 hét	A sorozat 9,0 m-nél kezdődik és 2 m-es közökkel folytatódik A veszélyes szokásos köre szerint A veszélyes szokások köre szerint A sorozat 8 héttel kezdődik és 4 hetes időközökkel folytatódik
Vízszintes ütköztetés	MSZ ISO 2244	Vízszintes sebesség	1,5–1,8–2,2–,7–3,3–4,0–5,0 m/s	A veszélyes szokások köre szerint
Függőleges ütköztetés	MSZ ISO 2248	Ejtési magasság	100–150–200–300–400–500–600–800–1000–1200 mm	A sorozat 1500mm-rel kezdődik és 300 mm-es közökkel folytatódik
Rázás	MSZ ISO 2247	A vizsgálat időtartama A halmazmagasság, amelyből a ráhelyezett terhelést származtatjuk	10–20–40–60 perc 1,5–1,8–2,5–3,5 m	A sorozat 2 órával kezdődik és 1 órás időközökkel kezdődik A veszélyes szokások köre szerint

Esettanulmány kísérleti szállításra

A jászberényi Electrolux egy multinacionális vállalat egyik tagja, így nagy a jelentősége a hosszú távú közúti szállításnak. Ilyen típusú szállítási viszonylat a Jászberény – Martorell (Spanyolország) távolság is, amelyet az egyik fuvarozó vállalat teherautói rendszeresen megtesznek. Az eddigi szállítási módon azonban változtatni kellett, mert a gépjárművek kapacitás – kihasználása nem volt megfelelő.

Az álló és fekvő pozíció kombinálásával mintegy 40%-kal javítható a szállító járművek térfogati kihasználása. A jobb kiterheltség miatt a fuvar-költség csökken, a termék alacsonyabb árával versenyképesebb lesz, így a cég piaci pozíciói erősödnek.

Ugyankor a fektetett pozíció a termék nem természetes állapota, hiszen a konstrukció alapvetően álló és statikus helyzetre méretezet. A mérés során ezért különös figyelmet kell fordítanunk a termék fekvő elrendezéséből származó hatásokra.

A fektetve szállítás vizsgálatakor a következő kérdésekre kell választ adni:

- a csomagolt termék mely lapjaira fektethető,
- a fekvő csomagolt termék hossz- és keresztirányban legyen a járművön elhelyezve,
- a fektetett csomagolt termékek a halmazban alul vagy felül helyezendők-e el,
- kell-e a jelenlegi termék- és/vagy csomagoláskonstrukción módosítani a fektetve rakodáshoz, szállításhoz.

Bár laboratóriumi körülmények között végeztünk előzetes ütköztető és rázóvizsgálatokat a feltételezett igénybevételek alapján, de a fenti kérdések nagy részére nem sikerült megnyugtató választ adni. Így szükség volt egy konkrét szállítmány elkísérésére, a szállítás alatt műszeres mérésekre és a fogadónál történő állapotellenőrzésre.

A vizsgálat a hűtőgépeket érő rezgési és ütési jellegű igénybevételek feltérképezésére irányult, melyek alapján a szállítási csomagolások párnázó hatását és a termékek járművön való elhelyezését méretezni lehet.

A kísérleti szállítás jellemzői

A csomagolás jellemzői:

- külső csomagolás: 5 rétegű HPL-ből kimetszett dobozszerű burkolat három részből összeállítva
- a HPL típusa: 31 CB
- párnázóelemek: polisztirol keményhab, formában habosítva
- por- és dörzsölésvédelem: polietilén fóliazsák

A teljes töltött és lezárt csomagolás jellemzői:

- geometriai méretek (L×B×H): 680×690×1560
- teljes tömeg: 76 kg
- mozgatási lehetőségek: kézi ill. oldalszorítású gépi megfogószerkezettel (max. szorító erő: 360 kg)

A szállító jármű jellemzői

- a jármű fajtája: ponyvás tehergépkocsi tandem rendszerű ponyvás utánfutóval
- a tehergépkocsi típusa: DAF LEYLAND 2700 ATI
- a raktér méretei (H×SZ×M): 8,05×2,52×3,02 (m, belső méret)
- max teherbírás: 8000 kg
- az utánfutó típusa: CA 911 UTI/195U/18T/18
- a raktér méretei (L×B×H): 8,05×2,52×3,00 m
- max. teherbírás: 12000 kg
- rugózási rendszer: TKG-utánfutó rendszerek közös hidropneumatikus rugózása csillapítós rendszer, vezérelhető szintállítással
- a jármű üzemeltetője: G.M. De Rooy & ZN.BV, Hollandia

A vizsgálati minták Magyarországról kiindulva, Szlovénián, Olaszországon, Franciaországon keresztül jutottak Spanyolországba. Összesen 30 óra 54 percet utaztak (tisztá menetidő).

A járművön elhelyezett mérőműszer

A járműfelületen fellépő mechanikai lengésekből és a jármű mozgásával származó gyorsulások mérése és rögzítése a rakfelületen egy tömbben hossz-, kereszt- és függőleges irányban elhelyezett 1-1 db. KD típusú gyorsulásadóval történt.

A vizsgálat eredményeinek kiértékelése

A valós körülmények között felvett és rögzített gyorsulásfüggvények első lépésben teljes terjedelemben kinyomtatásra kerültek.

A kinyomtatás során élesen elkülöníthető volt a jó/rossz útminőség, kis/nagy sebesség, fékezés, ívben haladás fázisai.

A statisztikai kiértékelés eredményei:

1. Jó úton haladva a domináns rezgések mind a rakfelületen, mind a kompresszoron függőleges irányúak (a fektetett pozíció szerint értve). A plató kisfrekvenciás, nagy amplitúdójú rezgéseit a csomagolási rendszer és a gumibak a kompresszorra, mint nagyfrekvenciás, kis amplitúdójú jelet adja át. A gyorsulásértékek mindkét helyen 1 g alatt maradtak.
2. Rossz minőségű úton haladva az eredmény ugyanaz, mint jó minőségű úton, csak a spektrumértékek jóval nagyobbak.
3. Jó minőségű úton hirtelen úthibára futva jelentős, a rossz útviszonyokat is meghaladó nagyságú ütés-rezgés keletkezik. A maximális rezgés-gyorsulás ebben az esetben a kompresszorra 12 g volt. Ilyen úthiba a teljes távolságon 24 esetben lépett fel. A csomagolás méretezésénél ezt kell tekinteni mértékadó igénybevételnek. Úthiba bármely ország, bármely útján előfordulhat, tehát nem elkerülhető igénybevétel.
4. Indításkor a hirtelen gyorsítás következtében lépnek fel lökészerűen jelentkező hatások, kiváltképp durvább tengelykapcsoló pedál kezelés esetén. A fellépő erők legnagyobb értékei akár az ötszörösét is kitehetik az egyenletes sebesség esetén fellépő erőknek.
5. Fékezéskor a fékezési lassulás fejt ki káros hatást az árukra, amihez még bólintó mozgások is hozzájárulhatnak.

Minél gyorsabban működtetik a féket a kezdeti szakaszban, annál lökészerűbben jelentkezik a lassulás, amelynek hatására a rakomány nyugalmi helyzetéből kimozdulva nagy igénybevételeknek van kitéve. A fékezés befejezése szintén lökészerűen hat.
6. Ívben haladáskor centrifugális erő lép fel, ami függ:
 - a sebességtől,
 - az ívsugártól,
 - vezetési módtól,
 - a rakomány rakfelülethez való erősítésétől,
 - a súlypont magasságától.

A rögzített jeleket FFT (Fast Fourier Transformation) analízátorral kiértékeltek, így megkaptuk, mely frekvenciatartományban vannak a rak-

felületnek jelentős gyorsulásjelei, hol a legnagyobb amplitúdójú a rezgés a kompresszor és a plató együttes szempontjából.

Ezek után már laboratóriumi körülmények között elvégezhetők voltak a hűtőszekrényeknek és a hűtőgép-csomagolási rendszernek a rázóvizsgálata.

A vizsgálati eredmények alapján a következőket állapíthatjuk meg:

- a fektetve szállításhoz különösebb konstrukciós illetve gépészeti módosításra nincs szükség;
- a belső tartozékok áthelyezésével illetve rögzítésével azok védelme biztosított;
- a közúti fektetve szállítás megengedett, ehhez azonban a csomagolások minőségellenőrzésének nagyon gondosnak kell lennie, mert bármilyen apró hiba is súlyos következményekkel járhat;
- a hűtőgépek álló és fekvő elrendezésénél betartandó pozíciókat meg kell jelölni és a rakodást végzőket erről tájékoztatni kell;
- a hűtőgépek szorosan egymás mellé, illetve mögé kel helyezni a rakfelületen, a homlokfalhoz zárkóztatva. A hátsó rész szabad terét ki kell tölteni vagy a teljes rakományhalmazt vízszintesen hevederekkel körbe kell kötni.

A biztonsági előírások betartása mellett a hűtőgépek fektetve szállítása megengedett és folyamatosan történhet.

2.6. A szállítási csomagolások leggyakrabban előforduló csomagolóanyagai és az azokból képzett csomagoló eszközök

2.6.1. Papír, karton, papírlemez

A papír, karton és papírlemez sikerét elsősorban a nagy választéknak, a sokoldalú alkalmazási lehetőségeknek, a más anyagokkal való társíthatóságának köszönheti.

Az MSZ 19–66 alapján a papírgyártó ipari késztermékek négyzetmétertömegük szerint a következő csoportokra oszthatók:

- 180 g/m²-ig papír,
- 180–400 g/m² között karton,
- 400 g/m² felett papírlemez.

A *papír* előzetesen mechanikailag vagy vegyileg kezelt növényi rostokból álló vékony, hajlékony lap. Papírt elméletileg minden szálas, rostos anyagból lehet készíteni. Gyakorlatilag azonban csak a nagyobbbrészt orsó vagy szalag alakú rostokból álló növényi nyersanyagok használatosak, mivel csak az ilyen alakú rostok alkalmasak kellő szilárdságú papír készítésére. A papíriparban használatos rostok előállítására legalkalmasabbak a fenyőfélék, egyes lombosfák és bizonyos egynyári növények.

A *karton* papír alapanyagból készült lap alakú termék, melynek vastagsága a papír és a papírlemez között van. A nagyobb négyzetméter-tömegű fajtáit kozmetikai cikkek, élelmiszerek stb. csomagolására gyártott dobozokhoz használják (MSZ 8125–62), kisebb négyzetméter-tömegű változataiból levelezőlapok, lyukkártya-kartonok (MSZ 8146–54) stb. készülnek.

A *papírlemez* papírgyártási eljárással, több elemi rétegből készített nagy négyzetméter-tömegű termék. Szilárdsága révén szállítási csomagolóeszközök készítésére használják (MSZ 8129–69).

A *hullámpapírlemez* egy vagy több hullámosított papírrétegből és az azokat borító sima papírrétegből, ill. a közéjük ragasztott papír- vagy kartonrétegekből álló termék

A hullámpapírlemez

Osztályozás a hullámosítás alapján

A hullámpapírlemez a hullámosítással jellemezhető (7. táblázat).

7. táblázat. A hullámpapírlemezek hullámjellemzői

Rövid jelölés és megnevezés	Hullámosztás l, mm	Hullámmagasság h, mm
A durva hullám	8,0-9,5	4,0-4,8
B finom hullám	5,5-6,5	2,2-3,0
C középhullám	6,8-7,8	3,2-4,0
E mikrohullám	3,0-3,5	1,0-1,8

Hullámpapírlemezek típusai

A hullámok típusa, a rétegek száma és a nyersanyagok minősége a csomagolás által betöltendő feladattól függ. E korszerű csomagolóanyagoknak nagy előnye, hogy mind összetételben, mind formájában igen jól illeszthető a termék támasztotta követelményekhez.

A sokoldalú követelményeknek eleget téve az ipar különböző változatokat fejlesztett ki.

A hullámpapírt főleg párnázásra használják, míg a három- és többretegű hullámpapírlemez többnyire csomagolóeszközzé, dobozzá dolgozzák fel.

Kartonból és mikro-hullámpapírlemezből készült dobozok

A korszerű térbeli elosztási rendszerek keretében a fogyasztói csomagolások számos, eredeti céljukat messze meghaladó feladatot átvettek. Ma már nem elegendő, hogy a tartalmat a gyártótól a felhasználóig tartó út során megőrizték. Eladási egységek lettek, s ezt mind kialakításukkor, mind külső megjelenésük tervezésekor figyelembe kell venni. A kényelmes kezelés a nyitáskor, a visszazárhatóság, a stabilitás és felállíthatóság, valamint a tartalomra vonatkozó gondos tájékoztatás, ill. a felhasználási utasítások a fogyasztók számára nagyon lényegesek. A kezeléskor és a tartalom felhasználásakor bosszúságot okozó hibás csomagolás az önmagában jó termék sikertelenségéhez vezethet.

A jó fogyasztói csomagolástól elvárható, hogy előállítása akár kézzel, akár géppel gyors és zavartalan legyen. Kedvező külleme legyen, a tartalmat a külső hatásoktól kielégítően védje, jól tudják halmazolni, könnyen nyitható és visszazárható, felhasználás után pedig egyszerűen megsemmisíthető legyen. Tervezéskor nem lehet mindig valamennyi követelményt figyelembe venni. A csomagolástervezőtől függ, hogy milyen mértékben veszi figyelembe a különböző tényezőket. A fogyasztói csomagolás fejlesztésekor mérlegelni kell a térbeli elosztási és értékesítési tapasztalatokat is.

A nyomdai dobozok csoportosítása

A nyomdai dobozok szerkezetük szerint a következő csoportokba sorolhatók:

- bedugónyelves doboz,
- tető-, fenéklapolt doboz,
- füles doboz,
- önzáró fenekű doboz,
- ragasztott önzáró fenekű doboz,
- ragasztott fedeles doboz,
- hajtogatott fedeles doboz,
- öves doboz,
- tolókás doboz.

E dobozformák számos módon kombinálhatók. A tető- és fenékszárások is tetszőleges módon társíthatók egymással, így lehetővé válik a mindenkori célnak megfelelő szerkezet kialakítása. Valamennyi doboz és kimetszett doboztest részletes ábrázolása megtalálható az *Európai Kartongyártó Szövetség* által kidolgozott ECMA kódrendszerben.

Tasakok és zacskók papírai

A rendeltetéstől függően a tasakok és a zacskók gyártására számos papírfajtát használnak. A tasak gyártáshoz használatos papírok négyzetmétertömege 30–120g/m². A papírfelület a nyomtatás minősége szempontjából is figyelmet érdemel, amely lehet

- géppel simított (kevésbé zárt és sima felület),
- simított (zárt, mindkét oldalon sima felület),
- bevont (teljesen zárt, sima felület).
- egy oldalon sima (kellően tömör és sima felület)

A tasak- és zacskógyártásra a következő papírok alkalmasak:

- nagy szilárdságot igénylő csomagolóeszközökhöz nátron csomagolópapír, fehérített fehérítetlen barna változatban,
- közepes igénybevételű csomagoláshoz fűszerzacskópapír finom és középfinom csomagolópapír, szuperior csomagolópapír, pergamenpapír, pergamenpótló papír,
- különleges rendeltetésű (zsír-, olaj-, pára-, fény- és aromazáró) csomagoláshoz papír és műanyag, papír-polietilén, papír-poli (vinilidén-klorid) vagy papír-alumínium fólia társítások.

Tasakok és zacskók gyártása

A tasakok és zacskók egyedi berendezéseken gyárthatók. A gép teljesítménye a csomagolóeszköz méretétől függ, lapos tasakok és zacskók gyártásakor 200–400 db/min, redős-talpas zacskók gyártási teljesítménye 180–260 db/min, áruházi hordtasakoké pedig kb. 200 db/min.

Kisebbszámú esetben szeletből, nagyobb sorozat esetén tekercsből dolgoznak. A nyomtatási eljárások közül a gyors száradási igény miatt csak a *flexográfiai* vagy igen jó minőségű reprodukció esetén a *mélynyomtatás* jöhet szóba. Az alapgépekre felszerelhető különleges berendezések és kiegészítő egységek segítségével a csomagolóeszközök kimetszéssel, hosszirányú domborítással, átlátszó betétes ablakkal és különleges belső béléssel is készíthetők.

Tasakok és zacskók felhasználása

Különbséget kell tenni a bolti és az ipari előre csomagoláshoz használatos tasakok, zacskók között. Az ömlesztett, a folyékony és a pépes termékek töltését és zárását is majdnem kizárólag nagy teljesítményű automatákkal végzik, melyek teljesítménye elérheti a 200 csomagolás/min értéket is.

A *lapos tasakokat* különösen adagcsomagolásokhoz, így pl. pudingporokhoz, fűszerekhez és hasonló termékekhez alkalmazzák. Ragasztással készítik, de az aromazárás céljából pergamenpótló vagy pergamenpapírt is használnak. Különleges követelmények esetén jól záró társításokból indulnak ki. Előfeltétel a csomagolás porzásmentessége, különösen a zárelemeknél.

A *hegesztett peremű tasak* a lapos tasakok közé sorolható, és különösen az adagcsomagolásokhoz terjedt el. Műanyag bevonatú, ill. társított papírból készítik. Kézi vagy félautomata töltés esetén három oldalon hegesztéssel előre gyártott tasakot használnak. A termék betöltése után a csomagolóeszközt aránylag egyszerű berendezésen hőhatással zárják.

Nagyobb teljesítményhez már kombinációból kiinduló tasakgyártó, töltő- és zárógépre van szükség. A berendezés a tekercsből kialakítja a tasakot, be tölti a terméket és végül zárja. A hegesztés végezhető hegesztőpófákkal, szakaszosan vagy hengerekkel, folyamatosan. A gép lehet függőleges vagy vízszintes rendszerű, a vízszintes rendszeren belül van álló és fekvő elrendezés.

Fontos, hogy a csomagolóeszköznek a hengerről vagy a hengerekről való lehúzása során ügyeljenek a hegesztőrétegek érintkezésére.

Papírsákok

Becslések szerint a világon évente mintegy hétmilliárd papírsákot használnak fel. Kezdetben, az első világháború során, a nyersanyaghiány miatt a jutazsák helyettesítésére vezették be. Azóta a minőség állandó javulása folytán azonban számos területen használják, kizorítva egyes hagyományos csomagolóeszközöket (mint pl. a jutazsák, láda, hordó, dob és bála).

A papírsák mind méret, mind szilárdság és feldolgozás tekintetében számos változatot tartalmazó eldobó csomagolóeszköz. Elsősorban olyan termékek csomagolására alkalmas, amelyek a kezelés során fellépő dinamikus igénybevételeket könnyen elviselik (pl. építőanyagok, műtrágya, állati tápszerek, porfestékek, cukor).

A papírsákokba többnyire apró darabos, szemcsés és porszerű termékeket töltenek, de előfordul nagy viszkozitású anyag (pl. a bitumen) is. A

papírsák szállítási csomagolóeszközként alkalmas az előre csomagolt zacskós (pl. cukor 1-2 kg-os egységekben) és dobozolt termékekhez is. Az utóbbi időben szemeteszsák is készül papírból.

A papírsákos csomagolás a tömegárukhoz ideálisnak bizonyult, mivel könnyű, tartós, jól kezelhető és higiénikus, gazdaságosan tölthető, a termék jól adagolható belőle. Nagy felülete hirdetésre, ill. reklámozásra is alkalmas anélkül, hogy túl nagy költségekkel járna. Különösen előnyös kis tömege és helyszüksége, valamint könnyű kiüríthetősége.

A zsák anyagának célszerű megválasztásával higroszkópos termékek csomagolására alkalmas változatok is készíthetők, mivel a nedvességfelvétel (vagy -vesztés) a bevonatokkal gyakorlatilag kizárható.

Zsáktípusok

A papírsákot 2–6 papírrétegből gyártják (MSZ 1880–73). Először hüvelyformát készítenek, ahol a rétegek a felsorolt különböző papírokból állhatnak, és rendszerint kívülről befelé jelölik őket. Az enyhén kreppelt papírt pl. különösen kedvelik külső réteggént. Minden réteg a terhelés egy részét viseli. Ennek során jobb, ha kisebb négyzetméter-tömegű papírból több réteget, mintha nagyobb négyzetméter-tömegű papírból kevesebb réteget alkalmaznak.

A papír kiválasztását, a gyártásmódot és a méreteket a termék, a raktározás, a szállítás és a klímaviszonyok határozzák meg. A nedves-szilárdsághoz figyelembe kell venni az enyvezéses ragasztás viselkedését is. Magától értetődik, hogy az értékesebb termék nagyobb védelmet kíván. A megsérült cementzsák tartalma összesöpörhető és még mindig felhasználható marad. Ha viszont pl. élelmiszert tartalmazó zsák sérült meg, a tartalom könnyen használhatatlanná válik.

A papírsákoknak két fő csoportjuk van:

- nyitott szájú és
- szelepes zsákok.

2.6.2. Fémfinomlemez alapú csomagolószerkezetek

A csomagolóipar számára gyártott finomlemez 0,18...0,49 mm vastagra hengerelt, ötvözetlen, kis széntartalmú acéllemez. Jól nyújtható, formálható, a repedés veszélye nélkül hajlítható, húzható és alakítható (MSZ 23–71 és MSZ 41–71). Az anyagtakarékosság végett, továbbá alkalmazástechnikai szempontból újabban törekednek még vékonyabb lemezek gyártására is.

A finomlemez előnye többek között a kis tömege, az, hogy nem törékeny és tartósan tárolható. A finomlemezéből készült csomagolóeszköz viszonylag olcsó, szilárd és merev, a terméket tökéletesen védi a fénytől. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni, hogy a csomagolás megválasztását több tényező határozza meg, úgymint:

- a termék tulajdonságai,
- a felhasználó igényei,
- a szállítóeszköz és a szállítási viszonyok.

A felhasználónak nagyon fontos ismernie, milyen lemezfajtákból választhat, hogy termékéhez a megfelelő csomagolóeszközhöz jusson.

2.6.3. Az alumínium-fólia, mint csomagolóanyag

Az alumínium fémesen csillogó felülete higiénikus és tiszta benyomást kelt. Színes lakkozással és nyomtatással – a csomagolás szempontjából lényeges – küllemi hatása fokozható. Az alumínium fóliát (MSZ 3718–72, MSZ 3760/1–71, MSZ 3760/2–73, MSZ 37603–72, MSZ 3761–74) számos kedvező fizikai és kémiai tulajdonsága különösen alkalmas csomagolóanyaggá teszi, mindenekelőtt élelmiszerekhez és gyógyszererekhez.

Az alumínium fólia nem mérgező, csíramentes, nem táptalaja a baktériumoknak, íztelen és szagtalan, nyújtható és alakítható. Felületének nagy a fényvisszaverő képessége, a terméket hőhatás esetén is hosszabb ideig óvja a felmelegedéstől. Mélyhűtéssel tartósított termékeknel – a hűtéskor és a felmelegítéskor egyaránt – érvényesül a jó hővezető képessége. Az alacsony és igen magas hőmérséklettel szembeni ellenállása további alkalmazási területeket tár fel.

Az alumínium fólia legfontosabb tulajdonsága a jó szigetelőképesség. A fémréteg tökéletes fényvédelmet ad és megbízható diffúziós szigetelőréteg. Így megakadályozza a gáz, a vízgőz és az aroma be-, ill. kiáramlását. Az alumínium hosszabb ideig megőrzi a csomagolt termék eredeti állapotát, mivel gátolja az anyagcserét a környezettel.

A vékonyabb alumínium fólia szilárdsága azonban kicsi, ezért a mechanikai hatásokra érzékeny. Szilárd hordozóréteggel (pl. papír vagy műanyag fólia) társítva a mechanikai tulajdonságai javíthatók. E célból rétegezik és vonják be.

2.6.4. Műanyag csomagolószerke

A legfontosabb műanyagokat a 8/a és 8/b táblázatok foglalják össze.

8/a táblázat. A műanyagok fajtái

Kémiai megnevezés	Rövidítés az ISO/R1043–75 szerint	Márkanév	Alkalmazási forma
Átalakított természetes anyagok			
Vulkánfiber		Dynos	lemez, tábla
Viszkóz		Zellglas Cellophan	fólia, szál
Cellulóz-acetát	CA	Cellidor A Dexcell	fröccsöntött termék, cső, lemez, fólia
Cellulóz-aceto-butirát	CAB	Cellidor B Triafol B	fröccsöntött termék, fólia
Cellulóz-nitrát	CN	Celluloid	lemez, tábla
Cellulóz-propionát	CP		fröccstermék, lakkbevonat
Kazeingyanta	CS	Galalith	lemez, rúd
Hőre keményedő műanyagok			
Fenol-formaldehid-gyanta	PF	Bakelite Doroplaszt	sajtolt tárgyak, rétegelt lemez
Karbamid-formaldehid-gyanta	UF	Arbocoll Dorolakk Ultrapas	sajtolttárgyak, rétegelt termékek, ragasztók
Melamin-formaldehid-gyanta	MF	Meloplas Ultrapas	sajtolt tárgyak, rétegelés
Epoxigyanta	EP	Araldit Epikote Eporezit Novepox Tipox	öntvények, rétegelt termékek, ragasztók
Poliésztergyanta	UP	Palatal Polikon Resopal Titeron Viapal	öntőgyanták, sajtol, rétegelt anyagok, üvegszál-erősítésű termékek

8/b táblázat. A műanyagok fajtái

Kémiai megnevezés	Rövidítés az ISO/R1043–75 szerint	Márkanév	Alkalmazási forma
Hőre lágyuló műanyagok			
Polietilén, kis sűrűségű	PE	Alkathen Daplen, Tipolen Fertene Lupolen	fúvott és fröccsöntött tárgyak, fóliák, extrudált profilok
Polietilén, nagy sűrűségű		Eltex Hostalen G Lupolen Moplen RO Rigidex Vestolen A	fröccsöntött, fúvott fóliák
Polipropilén	PP	Carlona Daplen Hostalen PP Moplen Vestolen P	fröccsöntött, fúvott fóliák
polisztirol	PS	Polystyrol Edistir Hostyren Vestyron	habanyag
Sztirol-butadién-kopolimer	SB	Hostyren Vestyron	fólia, fröccsöntött tárgyak
Sztirol-akril-nitril kopolimer	SAN	Luran Kostil	fröccsöntött tárgyak
Akril-nitrin-butadién-sztirol terpolimer	ABS	Forsan Novodur Sicoflex Terluran	fröccsöntött tárgyak lemez fólia
Poli(metil-metakrilát)	PMMA	Plexiglas Diakon Vedril	fröccsöntött tárgyak lemez tömb
Poli(vinil-acetát)	PVAC	Bovinil Mowilith Mozaik	diszperziók, ragasztók
Poli(vinil-alkohol)	PVAL	Mowiol	Ragasztó

8/c táblázat. A műanyagok fajtái

Kémiai megnevezés	Rövidítés az ISO/R1043–75 szerint	Márkanév	Alkalmazási forma
Poli(vinil-krolid)	PVC	Benvic Halvic DorlylOngrolit Ongromix Ongrovil Sicron Solvic Resinite Vestolit	fröccsöntött tárgyak fűvott, extrudált termékek
Poli(vinilidén-krolid)	PVDC	Saran Cryovac	fólia, bevonat
Poliamid	PA	Nylon Akulon Bonamid Metamid Rilsan Ultramid	fröccsöntött tárgyaktömb fűvott, üreges testek, bevonat, szál
Poli(oyil-metilén)	POM	Delrin Hostaform C	fröccsöntött tárgyak
Polikarbonát	PC	Lexan Makrolon	fröccsöntött tárgyak fóliák
Poili(etilén-tereftalát)	PETP	Hostaphan Melinex Crastin	fólia, extrudált termékek fröccsöntött tárgyak
Poli(fenilén-oxid)	PPO	Noryl	fröccsöntött tárgyak
Poli(tetrafluor-etilén)	PTFE	Fluon G Pemüflon Teflon	lemez cső fólia
Elasztomerek			
Poliuterángyanta	PU	Daltolac Desmodur Desmophen Suprasec	fröccsöntött tárgyak hab
Szilikongyanta	SI	Pemüszil	öntvények, impregnálás

Zsugorfóliák

Hogyha a nyújtáskor a gyártási körülményeket így választják meg, hogy a visszazsugorodás 100 °C körüli hőmérsékleten bekövetkezhet, a zsugorodó-képesség csomagolási célokra is kihasználható.

Megfelelő gyártási eljárással majdnem minden hőre lágyuló műanyagból készíthető zsugorfólia. A gyakorlatban azonban csak a nagynyomású polietilén és a lágy PVC terjedt el, mivel az általuk kifejtett feszítőerő és a rugalmasság a szállítási, kezelési igénybevételek szempontjából is kielégítőnek bizonyult.

A *polietilén zsugorfólia* egyirányban nyújtott változata övezéses gyűjtő-csomagolás kialakítására alkalmas. A zsugorodó-képesség legfeljebb 70%-ig növelhető.

A két irányban nyújtott fóliából teljesen zárt burkolatok is készíthetők. Ilyenkor a fólia zsugorodási képessége hossz- és keresztirányban rendszerint kb. 40%. Egyes típusok zsugorodási mértékét azonban akár 80, ill. más esetekben csak 3%-ra állítják be. Mivel a burkolatban levegő is van, azt a zsugorítás során el kell távolítani. Ezért szokták a fóliát finoman perforálni, vagy a bezárt levegőt a hegesztési varratban hagyott lyukon keresztül eltávolítani. Többnyire az utóbbi megoldás a kielégítő.

Mivel a fóliák vastagsága rendszerint 0,015...0,020mm (kivételes esetekben legfeljebb 0,2 mm), a felületi kihasználhatóság (az 1 kg-ot kitevő fóliafelület) kedvező. A 0,08...0,20mm vastag fóliákat gyakran sapkák formájában az egységrakományok rögzítésére használják.

A *lágy PVC-zsugorfóliát* egy és két irányban nyújtott változatban egyaránt gyártják. A hőmérséklet határtartománya a polietilénhez képest igen széles. Így a zsugoralagút kialakításával kapcsolatos követelmények is enyhébbek.

A fellépő zsugorító erő a lágyító típusától és mennyiségétől függően széles határok között változtatható. A hegesztési tartomány szűkebb, a varrat szilárdsága kisebb, mint a polietilén zsugorfóliáké. Az optikai tulajdonságok általában kedvezőbbek.

A PVC zsugorfóliát nem túl nehéz tárgyak csomagolására használják. Ismertebb márkák: Lonza, Orgaryl, Viplatherm, Valotherm.

A *nyújtható PVC fólia* a zsugorfóliákhoz bizonyos szempontból hasonló viselkedésű, tulajdonképpen hidegen zsugorodó fólia. A csomagolás során a 0,010...0,035mm vastagságú fóliát megnyújtják, az a feszítőerő megszűnésével rugalmasan azonnal visszanyeri eredeti méretét, és eközben az áru köré feszül.

A nyújthatóság 100%...200%. A fólia vízgőz- és gázáteresztő képességét a PVC-hez kevert kopolimerekkel a csomagolandó élelmiszereknek megfelelően szabályozzák. Ismert márkája a Resitine.

Lakkozott és társított (kombinált) fóliák

A műanyag fóliák bevonásával vagy rétegelésével különféle társítások készíthetők. Bevonáskor a hordozóanyagra folyékony vagy pépes halmazállapotú műanyag réteget visznek fel, rétegeléskor két, vagy több műanyag fóliát ragasztással egyesítenek.

A bevonást – ha igen vékony réteget visznek fel – lakkozásnak is nevezik. A társított fóliák két-, három-, esetleg több rétegűek is lehetnek.

A társított fóliákat sík formában, nyomtatva vagy nyomtatás nélkül hozzák forgalomba. Gyakran a köztes rétegre nyomtatnak, mivel így a fólia csillogása jól kihasználható.

A társított fóliákban a különböző alkotórészek kedvező tulajdonságai összeadódnak, egymást kiegészítik. Így a társítás sikeres megválasztásával a csomagolóipar majdnem minden kívánsága teljesíthető. A társított fóliák vízgőz-, és aroma-áteresztése kicsi, olaj-, és zsírállósága, szakítási-, és beszakadási szilárdsága igen nagy.

A társított fóliákkal olyan termékek is csomagolhatók, melyekhez az egyrétegű fóliák nem alkalmasak (oxigén vagy fényérzékeny, nedvszívó vagy aromatartalmú, folyékony, pépes, por vagy szilárd alakú termékek). A számtalan változatközül csak a gyakorlatban elterjedt társított ill. lakkozott fóliákat ismerjük.

Lakkozott viszkózsfólia előállításával, vagyis cellulóz-nitrát alapú lakkok felvitelével a nem hegeszthető és nedvességre érzékeny viszkózsfólia tulajdonságai lényegesen javíthatók. A cellulóz-nitrát lakk megváltoztatja vízgőzáteresztést, ill. az érzékenységet a nedvességtartalom megváltozására és a fólia hegeszthetővé válik. A lakkozott viszkózsfólia gyors fejlődését a csomagolóipar és a felhasználók átlátszó csomagolóanyagok iránti igénye váltotta ki az 1930-as években. A cellulóz-nitrát lakkal bevont viszkózsfólia nemzetközi megjelölése MS=Moistureproof, Sealing (nedvességálló, hegeszthető).

A PVDC kopolimerrel bevont viszkózsfóliát a vízgőz-, valamint a gáz-, és aromazárás iránti fokozódó igények hozták létre. A PVDC kopolimer fóliák számos kedvező tulajdonságát hordozóanyagra felvitt PVDC bevonat formájában hasznosították.

A bevonat lágyítót nem tartalmaz, így nem kell annak az élelmiszerbe jutásával és káros hatásával számolni (nemzetközi jelölés X = PVDC bevonatú).

A lakkozás ill. PVDC bevonás eredményeként az aránylag merev viszkózsfólia a csomagológépeken jól feldolgozhatóvá válik. Ma már nem ritka a percenkénti 700 csomagolást előállító berendezés sem.

Viszkózsfólia-viszkózsfólia társítása. Gyártástechnológiai okokból csomagolási célokra viszkózsfóliát csak 0,02...0,035 mm vastagságban gyártanak, mód van azonban viszkóz alapú ragasztóanyaggal *két lakkozott viszkózsfólia egyesítésére*. A fóliákat gyakran az egyesítendő felületeken nyomtatják, és tasakká dolgozzák fel. A lágy ragasztórétegnek köszönhetően a tasakok fogása különösen kellemes és zajtalan.

Lakkozott viszkózsfólia – polietilén társítása. A cellulóz-nitrát és PVDC lakkréteg aránylag vékony. A tasakok bemetszéses jellegű igénybevételekor a hegesztési varrat nem visel el nagyobb erőhatásokat. Amennyiben a hegesztési varratoknál a bemetszéssel együtt nagy repesztőhatás is fellép, vagy ha a csomagolóanyagnak merevebbnek kell lennie, gyakran választják a polietilén réteggel bevont lakkozott viszkózsfóliát. A polietilén bevonat extrudálással vagy fóliaként ragasztással hordható fel.

A viszkózsfóliára polietilént extrudálva számítani kell a társított fólia görbülési hajlamára. A ragasztással egyesített társított fólia ilyen jellegű alakváltozása majdnem teljesen elhanyagolható. Csomagoláshoz a polietilén rétegvastagságát rendszerint 0,015...0,10 mm-re választják.

PVDC kopolimerrel bevont polipropilén fólia. A két irányban nyújtott polipropilén fólia a csomagolóiparban szinte kizárólag bevonattal terjedt el, mert így válik lehetővé az anyag akadálytalan hegesztése és gépi feldolgozása. Ez a társítás a viszkózsfóliával ellentétben, a nedvességre teljesen érzéketlen. Nem várható, hogy a bevont fólia olcsóbb lesz a viszkózsfóliánál, de ahol nagyobb szilárdságra, nedvesség elleni védelemre vagy hidegállóságra van szükség, ott célszerűen alkalmazható. Az utóbbi időben az antisztatizált változatokkal sikerült elérni a viszkózsfóliánál szokásos csomagolási sebességet is.

Az elmondottak érvényesek a nyújtott polipropilén és a polietilén kombinációjára is. A polipropilén fólia vastagsága 0,012...0,02 mm, míg a polietilén rétegé kb. 0,05 mm.

Poliészter PVDC bevonattal. A két irányban nyújtott poli(etilén-tereftalát) fólia kiváló tulajdonságai a csomagolásban csak a társítás megjelenésével érvényesültek. A PVDC-vel társított viszkóz- vagy polipropilén

fóliához hasonlóan a PVDC kopolimer ez esetben sem tartalmaz lágyítót, így kihasználható a különösen jó repesztőszilárdsága és hőmérsékletállósága, összekapcsolva a kiváló gáz- és vízgőzzárással.

Hasonlóan az eddig tárgyalt típusokhoz, a PVDC kopolimert vékony rétegben hordják fel. Ezért a hegesztési varrat repesztőszilárdsága kicsi.

Poliészter-polietilén társítása. Ha a hegesztési varrat a termék repesztő hatása következtében nagyobb igénybevételnek van kitéve (mint pl. tasakba csomagolt fémcikkeknel), bevonó anyagként az igen szívós polietilént választják. A poliészteren a polietilén rétegének vastagsága rendszerint 0,03...0,10 mm, a poliészter fóliáé 0,012...0,025 mm.

Poliamid-polietilén társítása. A poliamid fólia párazárása és mérettartása rossz. A poliamid-polietilén társításban azonban mindkét tulajdonság jelentősen javul. A polietilén réteg a síkfólián rétegeléssel vagy extrudálással alakítható ki. Társított anyagú fóliatömlőt koextrudálással állítanak elő, többnyire alapozó réteg alkalmazásával.

Minden átlátszó társított fóliának kicsi a gáz-, vízgőz- és aromaáteresztése. Ez számos területen teljesen kielégítő. Amennyiben a záróképesség iránt még nagyobb igényeket támasztanak (különösen, ha a fénytá-eresztés nem kívánatos), alumínium fóliával társított változatokat kell választani. Az alumínium fólia a legszigorúbb gáz-, vízgőz-, aroma- és fénytá- zárási követelményeknek is megfelel. Jó hegeszthetőség érhető el, ha az alumínium fóliát egyik oldalán polietilénnel vonják be. Az alumínium fólia mechanikai sérülésekkel szembeni védelmére a másik oldalára viszkóz- vagy poliészter fóliát szoktak rétegelni.

Műanyag hab alapú csomagolószerek

Az anyagok tulajdonságai nagymértékben függenek a szerkezetüktől. Azonos anyagból a szerkezet változtatásával igen eltérő tulajdonságú termékek állíthatók elő. A műanyagok szerkezete sokkal nagyobb mértékben függ a gyártásmódjuktól, mint más anyagoké. Ezért már a műanyag technológia lendületes fejlődésének kezdetén, több évtizeddel ezelőtt megkezdtek a műszakilag kedvező szerkezetek (különösen a hab- vagy cellaszerkezet) előállításához a gazdaságos eljárások kutatását. Azóta minden közismert műanyaghoz kidolgozták a habosítás egyszerű technológiáját.

Hab állítható elő pl.: PVC-ből, polietilénből, polisztirolból, poliuretánból, sőt karbamid- vagy fenol-formaldehid kondenzációs termékekből is. A csomagolóiparban műszaki és gazdasági okokból a polisztirol és a poliur-

retán habokból készített csomagolászerek terjedtek el, bár az utóbbi időben a térhálósított polietilén habokat is egyre gyakrabban használják.

A csomagolásként széles körben használatos műanyag habok közé tartozik a jól habosítható *polisztirol*. A szakirodalomban az angolból származó EPS (= Expanded PolyStyrene) rövidítéssel jelölik. A habosítható polisztirol olyan sztirol homopolimer vagy kopolimer, amelyhez a polimerizáció során habosító anyagot adtak.

A habosítás kiinduló anyaga különféle szemcseméretű, gyöngy vagy hasáb alakú granulátum.

A habosodó polisztirolt két lépésben dolgozzák fel habidommá. A granulátumot először hővel előhabosítják. Energiaátadó közeg rendszerint a gőz. Ennek során a hőre lágyuló polisztirol részecskék térfogata a kitáguló habosító anyag hatására zárt cellájú habszerkezet képződésével 30...40-szeresére növekedik.

A második szakaszban a laza habrészecskéket fűtött fémszerszámban tetszőleges alakú tárgyakká formázzák. A részecskék szilárd, kölcsönös összehegedéséhez szükséges nyomást tágulásával maga az anyag adja. Ez lehetővé teszi, hogy a berendezések viszonylag könnyű szerkezetűek legyenek. Automatikusan, egy- vagy többfészkés szerszámmal működnek.

Mivel a polisztirol hab előállítása kifejezetten fizikai folyamat, elmarad a kémiai folyamatokhoz szükséges keményítési idő. A habosító anyag maradékának diffúziója után a polisztirol hab a hőre lágyuló polisztirol sejtyszerű vázából áll, a zárt cellákat levegő tölti ki.

A habanyag legkisebb térfogategységre eső tömege megközelítheti a 10 g/dm³-t. A csomagoláshoz használatos formatestek térfogategységre jutó tömege általában 20...35 g/dm³, de néha még nehezebb habokat is előállítanak. A 25 g/dm³-es polisztirol habban köbcentiméterenként kereken 350 000 cella van. A cellatérfogat a teljes térfogat 97%-át teszi ki.

Falvastagságuk mindössze 1...2 μm.

A polisztirolból különleges extrudálási eljárással 80...240 g/dm³-es, 0,2...4,0 mm vastag habfóliát is készítenek.

Szilárdsági és alakváltozási tulajdonságok. A 25 g/dm³-es polisztirol hab mintegy 100 kPa (1 kp/cm²) felületi terhelésig aránylag kevésbé torzul (deformálódik).

A nyomószilárdság optimális kihasználása kb. 4%-os tömörödésnél érhető el. A polisztirol hab ebben a tartományban felhasználható teherviselő csomagolóeszközökhöz (pl. ömlesztett árut tartalmazó ládákhoz) is.

Nagyobb felületi terhelésre a habszerkezet egyre inkább változtatja az alakját, és az ezzel együtt járó energiaelnyelés révén a dinamikus hatásokat csillapítja. Az igénybevétel megszüntetésekor a párnázóanyag rugalmas tulajdonságaiból adódó fizikai folyamatokkal részletesen nem foglalkozunk, de annyit megjegyzünk, hogy a polisztirol hab alapú csomagolószerek a felületi terhelés és a térfogategységre jutó tömeg figyelembevételével mind teherviselő csomagolóeszközként, mind párnázóanyagként használhatók.

A teherviselő csomagolóeszközöknél a falak kihajlási merevségének és a fenék teherbírásának számításához szükséges rugalmassági modulust próbatestlemez kihajlásából határozták meg. Az E-modulus értéke 3 MPa...15 MPa (0,3...1,5 kp/mm²).

A polisztirolhoz hasonlóan a hab sem vesz fel nedvességet. Bár az összehégedt habrészecskék között levő, habbal nem kötődött üregecskék, és csatornák egy része a kapillaris szívóhatás következtében vizet vehet fel, ez a hab mechanikai tulajdonságait nem befolyásolja. A polisztirol hab csomagolóeszközök ezért nagy légnedvességű vagy vizes környezetben is használhatók anélkül, hogy szilárdságuk, merevségük, rugalmasságuk, párnázási tulajdonságuk stb. változna. Polisztirolból vizet át nem eresztő habot lehet készíteni, a hab azonban a vízgőzt, a gázokat mindig át ereszt.

Termikus tulajdonságok. A polisztirol hab rövid ideig 100 °C-t visel el alakváltozás nélkül. Nagyobb igénybevételre és tartósabb hőhatásra a hőállóság csökken, pl. 5 kPa terhelésnél már csak 85 °C. Alsó hőmérsékleti határ nincs.

A polisztirol hab mechanikai tulajdonságai ugyan függenek a hőmérséklettől, de a csomagolásban normális körülmények között előforduló hőmérsékleti tartományban ez a hatás csekély. A finom pórusú zárt cellájú habokra jellemző a kis hővezető képesség.

Kémiai és biológiai tulajdonságok. A polisztirol hab vízzel, sók vizes oldataival, savakkal és lúgokkal, szappan- és nedvesítőszer oldatokkal, továbbá a legtöbb zsírral és olajjal, alkohollal szemben ellenáll. Egyes különleges típusok a telített alifás szénhidrogéneknek is ellenállnak, de az aromás szénhidrogénekkel szemben érzékenyek. A kiindulási sztirol homopolimer, vagy kopolimer reakciókra nem hajlamos, vizes vagy zsíros közegekkel kémiai reakció nem lép fel. Így a polisztirol habból készített csomagolóeszközök a szokásos feltételek mellett élelmiszerekhez is megfelelnek. Az alkalmasság ellenőrzöttség és a használati engedély beszerzése a gyártó

érdeke, de a felhasználó feladata, mivel a nyersanyagot gyártó minden egyes felhasználási lehetőséget előre nem láthat.

A polisztirol habok sem a rovarok (pl. hangyák és terheszek), sem a rágcsálók (pl. patkányok és egerek) számára nem jelentenek táplálékot, nem rothadnak, nem penészednek és nem korhadnak.

A polisztirol hab, mint valamennyi szerves műanyag, éghető. Égés közben nem szabadulnak fel belőle agresszív gázok vagy gőzök. A hulladéka ezért a többi szeméttel együtt kezelhető, azaz a háztartási vagy ipari hulladékkal a szemétegető berendezésekbe szállítható. Égésekor korom képződik, szabadban való elégetése tehát nem ajánlatos.

Elvárások a polisztirol habbal, mint csomagolóeszközzel szemben

- Védelem a közvetlen külső hatásokkal szemben. A polisztirol hab alapú csomagolóeszközök merevek és időjárásállóak, külső burkolatként használhatók, ha a szilárdsági igények mérsékeltek.
- A termék mozgáscsillapítása a csomagolásban. A habidom egyaránt illeszthető a termékhez és a csomagolóeszköz belső alakjához. A felhasznált anyagnak merevnek, lehetőleg könnyűnek és a sérülések elkerülésére lágynak, kémiaiilag semlegesnek kell lennie, és lehetőleg ne legyen nedvszívó.
- Védelemütéssel szemben. A párnázat az ütközéskor vagy ejtéskor fellépő dinamikus hatást a gyakorlatban fellépő minden körülmények között oly mértékben, csillapítsa, hogy sérülés ne következzen be.
- A felületi nyomóerő elosztása. A belső érintkező felületek úgy képezhetők ki, hogy a terhelés a szabálytalan alakú érzékeny áruk teljes felületén megoszoljon, ill. csak a terhelhető felületekre korlátozódjon.
- Hőszigetelés. Zárt csomagolásokban a környezeti hőmérséklettől eltérő alacsonyabb vagy magasabb hőmérséklet tartható fenn meghatározott ideig. Az érzékeny termékek megvédhetők a gyors hőmérsékletváltozással szemben.
- Gázáteresztés. A kertészeti termények, gyümölcs tárolásakor jelentkező „lélegzési” igény kielégítése.

PVC-dobozok előállítása

Víztiszta kemény PVC-ből újabban hajlított és tolókás dobozokat is készítenek. A hajlítási éleket a papírlemeztől eltérően többnyire felmelegített szerszámmal alakítják ki.

A mélyhúzott poharakon kívül megfelelő célberendezésekkel hengeres vagy ovális dobozok is gyárthatók. A peremeket merevítés céljából szegélyezik. A fenékrészt belülről helyezik el, a csomagolóeszközt fedéllel zárják. Ezeket, a dobozokat is lehet víztiszta, kemény PVC-ből gyártani.

A papírlemez dobozok ablakait főleg cellulóacetátból, kemény PVC-ből, valamint viszkózsfóliából készítik.

2.6.5. Az üveg csomagolóeszközök

Az üveg az egyik legrégebbi csomagolóanyag. A belőle gyártott csomagolóeszközöket már a föníciaiak, az egyiptomiak és később a rómaiak is ismerték. Ezért olykor túlhaladottnak is tekintik, pedig korszerűségük még ma sem vitatható.

A csomagolóüveg – fajtájától és alkalmazási céljától függően – a színező adalékot is beleértve 8–15 alkotóelemből áll.

Az üveg nem kristályos anyag. Többnyire olvadékalapotban van, de viszkozitása olyan nagy, hogy a szilárd test tulajdonságai érvényesülnek. Viszont kimutatható a folyadékok egyik fontos tulajdonságai is: a pórusmentesség. Egyáltalán nem engedi át a folyadékokat és a gázokat.

Az üveg csomagolóeszközök *teljes mértékben semlegesek a betöltött folyadékokkal szemben*. Egyedül a fluorsav támadja meg, más üveg csomagolóeszközbe csomagolt termék (pl. élelmiszerek, vegyi anyagok) egyáltalán nem, vagy a korszerű mérési módszerekkel is alig meghatározható mértékben lép az üveggel kölcsönhatásba.

Az üveg előállítása

Az üveg legrégebbi ismert összetételét Asszurbanipal asszír király agyagtábla könyvtára tartalmazza. Az akkor készített üvegnek a maival – az elnevezésen kívül – semmilyen közös tulajdonsága nincs. Az üveg összetétele 2500 év alatt alapvetően megváltozott, csak a kvarchomok maradt meg.

A fejlődés azonban rövid távon is kimutatható. A jelenlegi csomagolóüvegek minősége jelentősen különbözik akár csak a 10-15 év előttiétől is. Egyre nagyobb teret hódítanak a kis alkáli- és nagy kovasavtartalmú ún. „rövid” és „kemény” üvegtípusok.

A mai korszerű üveghuták a keverék összetételét számítógéppel határozzák meg és ellenőrzik. A keveréket közvetlenül vezetik a kemencébe, ahol 1500 °C hőmérsékleten – gyakran szintén számítógéppel szabályozva – megolvasztják. A régebben szokásos szakaszos kemencéket ma már általában a nagy teljesítményű átfolyó rendszerű kádmedence-kemencék

váltották fel, folyamatos adagolással, olvasztással, csapolással. Céljától függően, a színező adalékokat is beleértve 8-15 alkotóelemből áll.

2.6.6. A fa csomagolóeszközök

A fa alapú csomagolóeszközök szerkezetük szerint csoportosíthatók. Eszerint megkülönböztetnek :

- sík felületekkel határolt ládákat, rekeszeket és kereteket (lásd E71 szakrendi jelű szabványokat),
- íves palástú hordókat,
- hengeres vagy enyhén kúpos dobokat (lásd E72 szakrendi jelű szabványok).

A *láda*, *rekesz* és *keret* szerkezeti felépítése azonos, a különbség a héjazatban van. A láda lapjait alkotó elemek sima, árokerezstékes stb. illesztéssel egymással érintkeznek. A rekeszek elemei között – többnyire szélességük egész számú többszörösével egyező – hézag van. A keretről a héjazatelemek hiányoznak.

A *fabordó* általában kemény lombos fából, nyitott és zárt változatban készül (MSZ 1805–64, MSZ 1808–65), melegen hengerelt szalagacél vagy vessző abrongozással.

A *fadob* fűrészáruból és rétegelt falemezből egyaránt gyártható. Leggyakrabban használt típusai:

- a rétegelt falemez dob (MSZ 13349–59),
- a fűrészáru dob (MSZ 13362–53),
- a kábeldob (MSZ 4825–70).

Faláda, farekesz, fakeret

A faládák, -rekeszek és -keretek anyaguk, kialakításuk és összeállításuk szerint csoportosíthatók.

A *felhasznált alapanyag* általában fűrészáru. Láda azonban készíthető rétegelt falemezből és farostlemezből is.

A *kialakítása* szerint van: heveder nélküli, hevederes, csúszótalpas és különleges faláda, -rekesz és -keret.

Az *összeállítás* végezhető: szögezéssel, csavarozással, tűzéssel, kombinált technológiával, szögezés nélkül.

A lehető legkevesebb faanyagot tartalmazó, de mégis megfelelően szilárd faláda (-rekesz, -keret) előállításához a csomagolástervezőnek a következő adatokat kell ismernie:

- a termék méretei és tömege,
- a termék csomagolási szempontból fontos tulajdonságai,
- a termék értéke,
- a rendeltetési hely, a szállítás módja és útvonala,
- a várható halmazolási magasság,
- különleges követelmények (pl. a felhasználás gyakorisága, szélsőséges klimatikus körülmények, korrózió elleni védelem).

A fa csomagolóeszközök ára elsősorban a felhasznált faanyag mennyiségétől függ, nem pedig a bezárt térfogattól. A térfogat növekedésével a *fajlagos* fafelhasználás csökken.

Heveder nélküli csomagolóeszközök fűrészaruból

Az anyagra, szerkezetre, kivitelre és megengedett hibákra vonatkozó általános előírásokat az MSZ 8012–71 szabvány tartalmazza.

A *heveder nélküli láda* két h homloklapja és a két o oldallapja egybeépítve kávét alkot: erre erősítik az f fenéklapot, ill. a t tetőlapot. A homloklapok egy darabból készülnek, ezekhez kapcsolják az ugyancsak egy vagy több elemből készített többi lapot.

Viszonylag kis szilárdságú csomagolóeszköz, legfeljebb 10...20 kg tömegű termékhez alkalmas. Exportszállításra általában belső csomagolóeszközként használják.

A belső sarokmerevítő heveder nélküli láda két h homloklapja a két o oldallappal és a három- vagy négyszög keresztmetszetű belső sarokmerevítővel egybeépítve kávét alkot, ehhez erősítik az f fenéklapot, ill. a t tetőlapot.

Kisebb termékmennyiséghez használatos, ha a sarokmerevítők a termék elhelyezését nem gátolják.

Különleges változata a tetőlap nélküli gyümölcsös láda és rekesz. A termék szellőzését a káván túlnyúló belső sarokmerevítők teszik lehetővé.

Hevederes csomagolóeszközök fűrészaruból

Az anyagra, szerkezetre, a megengedett hibák mértékére és a kivitelre vonatkozó általános előírásokat szintén az MSZ 8012–71 ismerteti.

Ezek a csomagolóeszközökön a hevedereknek a lapok egységbe fogásán kívül egyéb jelentős feladataik is vannak.

A hevederekkel érhető el pl., hogy a káva összeállításakor a szögek a homlokrészen ne csak a homlokdeszkáknak a kihúzódás ellen legkisebb szilárdságot nyújtó bütürésébe, hanem a hevedereknél rostirányban merőlegesen kerüljenek.

A fának a legnagyobb ellenálló képessége a rostjai hosszirányában van. Mivel a hevedert merőlegesen szögezik a héjazatra, bármelyik irányból lép fel a terhelés, mindig lesz olyan elem, amely a nyomást a rostjai hosszirányában fogja fel.

A fa a száradás közben méretét rostirányban alig változtatja. Erre merőlegesen viszont tetemes mértékben zsugorodik. Így a hevederek feladata az állandó belméret tartása is a héjazatot alkotó deszkák zsugorodásával szemben.

A hevederek könnyítik a csomagolóeszköz kezelését, mozgatását is. Így pl. a vastagított fenékheveder segítségével a csomagolóeszköz kezelését gépesíteni lehet, pl. emelővillás targoncával mozgatható.

A legegyszerűbb változata a homlokhevederes láda. A kívül elhelyezett homlokhevederekkel erősített két h homloklap a két o oldallappal egybeépítve alkotja a kávéat. Ehhez kapcsolják a fenék- és a tetőlapot.

Kisebb (35...45 kg) tömegű termékhez és csomagolóeszköz-hosszhoz használatos.

A homlok-, tető- és fenékhevederes láda kávéját a hh homlokhevederekkel erősített két h homloklap a két o oldallappal egybeépítve alkotja. Az f fenéklapot az fh fenékhevederekkel, a t tetőlapot a th tetőhevederekkel merevítik. 50...60 kg tömegű termékhez alkalmas.

A homlok- és két vagy több körülfutó hevederes láda gyártásakor a hh homlokhevederes két h homloklap és az oh oldalhevederekkel erősített két o oldallap egybeépítésével alakítható ki a káva. Az f fenéklapot az fh fenékhevederekkel, a t tetőlapot, a th tetőhevederekkel látják el.

A körülfutó hevederek számát a csomagolóeszköz hossza határozza meg. 1200 mm ládahosszig 2, azon felül minden további 400 mm-ként 1-1 körülfutó heveder szükséges. A láda terhelhetősége a körülfutó hevederek keresztmetszetétől függően 150–400 kg.

A homlokátlós, homlokhevederes és két vagy több körülfutó hevederes láda kávéját a hh homlokhevederekkel és hh átlós homlokhevederrel erősített h homloklap az oh oldalhevederekkel átfogott o oldallapokkal egybeépítve alkotja. Ehhez kapcsolják az fh fenékhevederekkel erősített f fenéklapot és a th tetőhevederekkel átfogott t tetőlapot

Ezt a szerkezetet magasabb ládák esetén alkalmazzák. Terhelhetősége a hevederek keresztmetszetétől függően 200...450 kg.

A homlok-, átlós oldalhevederes és két körülfutó hevederes láda az előbbi szerkezettől annyiban tér el, hogy a két oldallap a körülfutó hevederek között átlós hevederrel van erősítve.

A *homlok-kerethevederes láda* két függőleges és két vízszintes elemből álló hh homlok-kerethevederrel erősített két h homloklapja a két o oldallappal egybeépítve képezi a kávét. Erre kell felerősíteni az f fenék- és t tetőlapot. A függőleges homlokkeretheveder-elemek hossza megegyezik a homloklap magasságával, a vízszintes elemek a függőleges hevederelemek közé illeszkedve keretet alkotnak.

Rövidebb ládákhoz és legfeljebb 150 kg tömegű áruhoz ajánlott.

A homlok-kerethevederes láda teherbíró képessége, *körülfutó hevederekkel* jelentősen növelhető. A körülfutó hevederek száma a láda hosszától függ. Terhelhetősége a hevederek keresztmetszetétől függően 400...800 kg.

Csúszótalpas faládák, -rekeszek és -keretek

A csúszótalpas csomagolóeszközök a közepes általában 500 kg-nál nagyobb termékek (gépek, műszerek, berendezési tárgyak) csomagolására használatosak. Az általános műszaki követelményeket, a felhasználható anyagokat, az alaptípusokat, valamint a kivitelt az MSZ 13286-76 tartalmazza. Három fő részük van:

- a csúszótalp,
- a keretváz,
- a héjazat.

A csomagolóeszközt – néhány különleges esettől eltekintve – mindig a hossz tengellyel párhuzamosan haladó csúszótalpakra építik. Ezek nemcsak egységbe fogják a terméket, hanem emeléskor felveszik a termék és a csomagolóeszköz tömegéből eredő hajlító igénybevételt is. Anyaguk luc- és jegenyefenyőből (MSZ 2548–58), ill. erdei- vagy feketefenyőből (MSZ 6772–58) készült fűrészáru.

A keretváz a teherviselő szerkezeti egység. A beépítendő elemeket a csomagolóeszköz méretei, a termék tömege és a várható igénybevételek határozzák meg. Kisebb terheléskor a keretvázelemek, ill. azok nagy része elhagyható vagy hevederrel helyettesíthető. Így alakulnak ki az ún. *keretváz nélküli és félkeretváz* csúszótalpas csomagolóeszközök (1. pl. az MSZ 132.86–76 szerinti körülfutó hevederes, valamint a belső merevítés nélküli csúszótalpas gépládát). Az elemek anyaga azonos a csúszótalppal.

A héjazat feladata a termék elszigetelése a környezettől. Anyaga azonos a csúszótalp anyagával, de lehet kemény farostlemez (MSZ 7086–72), rétegelt falemez (MSZ 49–75), esetleg forgácslap (MSZ 6784–74).

Az összeépítésnek megfelelően a keretvázcsúszótalpas csomagolóeszköz egyégei:

- fenékrész,
- homloklap,
- oldallap,
- tetőlap.

A fenékrész a csúszótalpakból, a csúszótalpösszekötőkből, a fenéklapból és az esetenként alkalmazott kiegészítő (pl. csúszólécz) elemekből áll.

A csúszótalpak száma elsősorban a termék tömegétől, a rögzítési lehetőségektől, és a csomagolóeszköz méreteitől függ. Legalább két csúszótalpra van szükség, amelyeket a csomagolóeszköz szélei alatt kell elhelyezni.

Kettőnél több csúszótalpat akkor célszerű alkalmazni :

- ha a csomagolóeszköz 1200 mm-nél szélesebb (1200...1800 mm között három, 1801...2200 mm között négy darab stb.),
- ha két csúszótalp esetén túl nagy keresztmetszet adódnék,
- ha a termék teherátadó felületrészei, ill. rögzítési pontjai nem a szélső csúszótalpak felett vannak.

A szélső csúszótalp ez esetben is a csomagolóeszköz szélein, a hosszteneggellyel párhuzamosan, ahol pótcúszótalpak pedig a termék teherátadó felületrészei (rögzítési pontjai) alatt egyenletesen elosztva helyezhetők el. Az utóbbi követelmény kielégítésére a pótcúszótalpak a csomagolóeszköz hossztenegelyétől eltérő irányban is haladhatnak.

Valamennyi csúszótalpat az emelőkötélnél alávethetősége céljából félmagasságig 45°-os szög alatt rézsűzni kell. Az emelőkötélnél könnyebb és pontosabb elhelyezésére a csúszótalp alsó síkjához szögezett csúszólécz segítségével vezetőhézag is kialakítható. A csúszólécz vastagsága 30...40 mm, szélessége megegyezik a csúszótalpéval. Hosszméretét és a csúszótalpra való rögzítésének helyét úgy kell megválasztani, hogy a tömegközéppontra mindenkor szimmetrikusan helyezkedjék el.

2.7. Veszélyes áruk csomagolása

2.7.1. A veszélyes áruk fogalma

Logisztikai szempontból nagy jelentősége van annak, hogy egy adott anyag, termék, áru a közlekedésüzem szempontjából veszélyes árunak minősül-e.

A veszélyes áru fogalom szállítás jogi kategória és veszélyes árunak minősül minden olyan anyag, vagy termék, amely a közlekedés üzemét akutan veszélyezteti.

A veszélyes áruk szállítására nemzetközi egyezmények vonatkoznak, amelyek az ENSZ és annak különböző szervei által kerültek kiadásra és gyakorlatilag ezeket évente módosítják is, részben tudományos eredmények, részben a gyakorlati tapasztalatok alapján.

Ma Magyarországon négy közlekedési ágnak megfelelően négy szabályzat rendszer ismerete szükséges amelyek a következők:

1. A veszélyes áruk nemzetközi közúti szállításáról szóló európai megállapodás (ADR). Erről a szabályzatról tudni kell, hogy Magyarországon a belföldi szállítás esetén is e szabályzat előírásait kell alkalmazni.
2. A veszélyes áruk nemzetközi vasúti fuvarozásról szóló szabályzat. (RID) Ez a szabályzat magyar nyelven is hozzáférhető. E szabályzat nemcsak Magyarországon belül, hanem nemzetközi szállítás esetén valamennyi Európán kívüli COTIF tagországra is érvényes.
3. Nemzetközi kódex a veszélyes áruk tengeri szállítására (IMDG – Code). Ez a szabályzat magyar nyelven nem elérhető
4. IATA Veszélyes árukra vonatkozó szabályzat (IATA DGR). Ez a szabályzat sem érhető el magyar nyelven.

A szabályzatok a következő veszélyességi osztályokat tartalmazzák:

- 1 robbanóanyagok – tárgyak
- 2 gázok
- 3 gyúlékony folyékony anyagok
- 4 gyúlékony szilárd anyagok
- 4.2 öngyulladásra hajlamos anyagok
- 4.3 vízzel érintkezve gyúlékony gázokat fejlesztő anyagok
- 5.1 gyújtó hatású anyagok
- 5.2 peroxidok
- 6.1 mérgező anyagok
- 6.2 fertőző anyagok
- 7 radioaktív anyagok
- 8 maró anyagok
- 9 különféle veszélyes anyagok és tárgyak

Az, hogy egy anyag a szabályzatok szerint veszélyes anyagnak minősül-e, a szabályzatok alapján meg kell keresni a veszélyességi határokat, vagy a név

szerinti felsorolásban az adott anyag megtalálható akkor veszélyes árurol van szó és a mindenkor gyártó vagy forgalomba hozó felelőssége, hogy a logisztikai folyamatban minden érintettel közli, hogy milyen jellegű veszélyes anyagról van szó és milyen biztonsági óvintézkedések teendők. Minden veszélyes anyag egy négyjegyű ENSZ számmal azonosítandó. Az anyaghoz ki kell tölteni a 91/55–93/112 EGK/EEC által előírt biztonsági adatlapot.

A mindennapi gyakorlatban a masszívan veszélyes anyagok gyártói általában ismerik az anyagaikra vonatkozó előírásokat, viszont sok probléma merül fel azoknál, amelyek viszonylag hétköznapi anyagokkal dolgoznak és gyakran nem is tudják, hogy az általuk gyártott és forgalmazott anyag veszélyes áruként kezelendő. Ezek az anyagok a festékek, hígítók, növényvédő szerek, fertőtlenítő anyagok, háztartás vegyipari anyagok, alkoholok, gyógyszerek, gyógyászati termékek, aeroszolok, motorhajtó és kenő anyagok, akkumulátorok, telepek stb., amelyek többnyire veszélyes áruk, de sem a gyártó sem a forgalmazó gyakran nem tudnak arról, hogy közlekedési szempontból veszélyes árukat gyártanak. Ez ma már azért is fontos lenne pedig, mert a legújabb rendeletek szerint fokozottan ellenőrzik a szabályzatok betartását és amennyiben nem teljesül, a szállítás megghiúsul és a szabályok megszegőit tetemes bírsággal sújtják.

2.7.2. A csomagolás jelentősége a veszélyes áruk szállításában

Az első pontban ismertetett szabályzatok nagy terjedelemben foglalkoznak a veszélyes áruk csomagolásaival, mivel a primer védelmet a csomagolásnak kell ellátni. Általános szabály, hogy a veszélyes áruk csomagolásának típusvizsgálaton kell át esnie, majd engedélyező hatóságnak jóvá kell hagyania és ezután kerülhet a csomagolásra a típuskód. Magyarországon a veszélyes áru csomagolások típusvizsgálatát a Széchenyi István Egyetem csomagolásvizsgáló laboratóriuma végzi, míg a hatósági engedélyezést a Műszaki Biztonsági Felügyelet végzi a nemzetközi egyezményeknek megfelelően.

A szabályzatok a csomagolás három fajtáját ismerik:

1. A hagyományos csomagolások, melyek lehetnek egyszerűek és összetettek, mint például hordók, kannák, zsákok, ládák és olyan összetett csomagolások, ahol a belső csomagolás valamilyen kanna, melyből egyet vagy többet egy külső ládában helyeznek el.

2. Nagyméretű csomagolóeszközök (IBC), mint például az ún. flexibilis konténerek vagy az 1 köbméteres rakodólápra szerelt téglatest alakú műanyag tartályok stb.
3. Nagyméretű csomagolások, melyekben a hagyományos csomagolásokból nagyobb mennyiség egyesíthető.

A szabályzatok a felhasználható csomagolóeszközök anyagait és azokkal szemben támasztott követelményeket is rögzítik.

Az új csomagolási konstrukciókat típusvizsgálatnak kell alávetni, amely vizsgálatok általában a következők:

1. Ejtő-vizsgálatok
2. Halmazolhatósági vizsgálatok
3. Belső nyomásállósági vizsgálatok
4. Tömítettség vizsgálatok
5. Vegyi-összeférhetőség vizsgálatok

Műanyag csomagolóeszközök esetén az ejtő-vizsgálatokat az elridegedés miatt $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ alá hűtve kell végezni, míg a halmazolhatósági vizsgálatok $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on hajtandók végre a csomagolóeszköz várható lágyulása miatt.

A veszélyes anyagokhoz a csomagolás kiválasztása és megtervezése bonyolult feladat. A gyakorlatban a legtöbb gondot a csomagolóeszköz és a töltőanyag összehangolása okozza. Nem engedhető meg, hogy a csomagolóeszköz falán át bármilyen halmazállapotú veszélyes anyag a szabadba juthasson, és azt is meg kell akadályozni, hogy a szabad légtérből levegő jusson a csomagolás légterébe. A csomagolások belső falának vegyileg ellenállónak kell lennie a töltőanyaggal szemben, de ugyanakkor a töltőanyagot sem szennyezheti a csomagolás falából kiváló valamilyen csomagolóanyag komponens.

Fontos feladat, különösen folyadékok esetén a töltési fok meghatározása, hiszen a folyadék térfogati hőtágulásából és parciális gőznyomásából a csomagolás belső terében a felmelegedés hatására nagy nyomás, míg erős lehűlés esetén vákuum keletkezhet.

A gyakorlatban az egyik legnehezebb feladat, a kereskedelmi szempontokat figyelembe véve a csomagolandó mennyiségeket meghatározni és ehhez olyan csomagolóeszközt választani, amely a fenti követelményeket kielégíti. A gyakorlatban erre nagyon kevés idő szokott maradni, ugyanakkor a töltőanyag és a csomagolóeszköz anyagának, illetve belső bevonatának vegyi összeférhetőségi vizsgálata időigényes feladat, mely hónapokat is igénybe vehet.

Sok csomagolóanyag esetén reológia hatásokkal is számolni kell, ami azt jelenti, hogy hosszú logisztikai folyamat esetén a csomagolóeszközök tartósan igénybe vannak véve és ez az igénybevételi fajta rövid idejű mérésekkel nem modellezhető. Gondoljunk csak egy tartósan terhelt hullámpapírlemez-dobozra vagy egy műanyag kannára, melyben állandó nyomás uralkodik, és itt a csomagolóeszköz sérülése viszonylag lassú alakváltozás során lassan jön létre, de ha ez egy logisztikai láncban még a szállítás alatt következik be emberéleteket veszélyeztethet és jelentős anyagi kárt okozhat. Az 23. ábrán egy műanyag kanna állapota látható, mely a tartós belsőnyomásállósági próba során maradó alakváltozást szenvedett. Ebből a nyomásból megállapítható az az érték, amelyet a kanna még biztonságosan el tud viselni. A 24. ábrán egy 200 liter űrtartalmú acéllemez hordó ejtő vizsgálata utáni deformációs képe látható. A vízzel töltött hordó ejtési magassága 240 cm, melyből érzékelhető, hogy ezeket a próbákat milyen nagy igénybevételekre kell elvégezni. A 25. ábrán a vizsgálatok alapján az engedélyező hatóság által kiadott csomagolási UN jelzés látható, mely kódban az 1A1 típusjelzés a nem levehető tetejű acéllemez típuskódja. Az X jelölés a betölthető anyag csomagolási csoportjára utal, mely a szabályzatokban szintén jelölve van, az azt követő szám a betölthető anyag maximális sűrűségét jelzi, míg az azt követő szám a nyomáspróba értéke.



23. ábra



24. ábra



25. ábra

A veszélyes árukkal szemben a közlekedési rendszer résztvevőinek primer védelmét a csomagolási rendszer látja el. Éppen ezért a veszélyes áruk csomagolásával szemben fokozott követelményeket támasztanak a szabályzatok, sőt csak típusvizsgált és hatóságilag engedélyezett csomagolóeszközök használhatók. Magyarországon ez a rendszer úgy működik, hogy a veszélyes áruk csomagolásának típusvizsgálatára akkreditált laboratórium a Széchenyi István Egyetem (Győr) Csomagolásvizsgáló Laboratóriuma és az itt készült vizsgálat alapján a hatósági engedélyt az MKEH MBF (Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal, Műszaki Biztonsági Felügyelő-

ség 1081. Budapest Köztársaság tér 7.) adja ki. A szabályzatok által érintett tagországokban hasonló rendszer működik, melyek a hazai megoldással teljesen kompatibilisek.

A különböző veszélyes árukat a veszély nagyságától függően a szabályzatok három csomagolási csoportba sorolják:

- I. nagyon veszélyes
- II. közepesen veszélyes
- III. enyhén veszélyes

Ennek megfelelően a csomagolások vizsgálatánál is három erősségi fokozatot kell használni, melynek eredményeként egy adott csomagolás a következő jelöléseket kaphatja:

X – mindhárom csomagolási csoport anyagra alkalmas

Y – a II. és III. csomagolási csoportú anyagra alkalmas

Z – III. csomagolási csoportú anyagra alkalmas.

A szabályzatok a veszélyes áruk csomagolásait három típusa osztják:

- hagyományos csomagolások
- nagyméretű csomagolások (IBC-k)
- nagycsomagolások

A hagyományos csomagolások típusait az azokhoz felhasználható anyagokat az egységes ENSZ kódjelet illetve a felső tömeg és térfogathatárokat a 9. számú táblázat mutatja be.

A táblázattal kapcsolatban megjegyzem, hogy a 0. Sorszámú finomlemez csomagolások csak az ADR és a RID szerint közúti és vasúti szállításra alkalmazhatók. A tengerhajózás és repülés szabályzatai ezeket a csomagolásokat nem fogadják el.

További fontos tudnivaló, hogy a hagyományos csomagolások kombinálhatók, azaz például a kannák amennyiben szükséges a ládákba helyezhetők, akár egyesével akár több belső csomagolást tartalmazó külső csomagolásként. Ilyen esetekben fontos tudni, hogy az engedélyezési kódot csak a külső csomagolásra kell feltüntetni, és a belső csomagolásnak csak úgy kell engedélyezettnek lenni, mint a vizsgált csomagolási rendszer belső eleme. Ez egyúttal azt is mutatja, hogy a típusvizsgálatok, és az ennek alapján kiadott engedélyek kombinált csomagolás esetén mindig a teljes csomagolási rendszerre vonatkoznak.

9. táblázat

Típus	Anyag	Kategória	Kód	Tömeg- határ (kg)	Térfogat- határ (l)
1. Hordók	A. Acél	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	1A1 1A2	400	450
	B. Alumínium.	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	1B1 1B2	400	450
	D. Rétegelt falemez		1D	400	250
	G. Papírlemez		1G	400	450
	H. Műanyag	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	1H1 1H2	400	450
	N. Fém, más mint acél, alumínium	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	1N1 1N2	400	450
2. Fahordó	C. Fa	Töltőnyílással Levehető tetővel	2C1 2C2	400	250
3. Kannák	A. Acél	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	3A1 3A2	120	60
	B. Alumínium	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	3B1 3B2	120	60
	H. Műanyag	Nem levehető tetővel Levehető tetővel	3H1 3H2	120	60
4. Ládák	A. Acél		4A	400	-
	B. Alumínium		4B	400	-
	C.	Közönséges Portömör oldalfalakkal	4C1 4C2	400	-
	D. Rétegelt falemez		4D	400	-
	F. Farostlemez		4F	400	-
	G. Papírlemez		4G	400	-
	H. Műanyag	Habosított Tömör	4H1 4H2	60 400	- -

9. táblázat (folytatás)

Típus	Anyag	Kategória	Kód	Tömeg-határ (kg)	Térfogat-határ (l)
5. Zsákok	H. szövött műanyag	Belső bélés vagy bevonat nélkül	5H1	50	-
		Portömör	5H2		
		Vízálló	5H3		
	H. Műanyag fólia		5H4	50	-
	L. Textil.	Belső bélés vagy bevonat nélkül	5L1	50	-
		Portömör	5L2		
		Vízálló	5L3		
	M. Papír	Többrétegű	5M1	50	-
		Többrétegű, vízálló	5M2		
6. Összetett csomagolások	H. Műanyag tartályok	Külső acélhordóval	6HA1	400	250
		Külső acél rekesszel vagy ládával	6HA2	75	60
		Külső alumíniumhordóval	6HB1	400	250
		Külső alumínium rekesszel vagy ládával	6HB2	75	60
		Külső faladával	6HC	75	60
		Külső rétegelt falemez hordóval	6HD1	400	250
		Külső rétegelt falemez ládával	6HD2	75	60
		Külső papírlemezhordóval	6HG1	400	250
		Külső papírlemez ládával	6HG2	75	60
		Külső műanyag hordóval	6HH1	400	250
		Külső tömör műanyag ládával	6HH2	75	60
	P. Üveg, porcelán vagy kőanyag tartályok	Külső acélhordóval	6PA1	75	60
		Külső acél rekesszel vagy ládával	6PA2		
		Külső alumíniumhordóval	6PB1		
		Külső alumínium rekesszel vagy ládával	6PB2		
		Külső faladával	6PC		
		Külső rétegelt falemez hordóval	6PD 1		
		Fonott fűzfavessző kosárral	6PD2		
		Külső papírlemezhordóval	6PG1		
			6PG2		
		Külső műanyag hab csomagolással	6PH2		
		Külső tömör műanyag csomagolással	6PH2		
			6PH2		
0. Finomlemez csomagolások	A. Acél	Nem levehető tetővel	0A1	50	40
		Levehető tetővel	0A2		

10. táblázat

Anyag	Kategória	Kód	Térfogat-határ (l)
A. Acél	Szilárd anyagokhoz, amelyeket gravitációs úton ürítenek vagy töltnek	11A	
	Szilárd anyagokhoz, amelyeket túlnyomással töltnek vagy ürítenek	21A	
	Folyadékokhoz	31A	
B. Alumínium	Szilárd anyagokhoz, amelyeket gravitációs úton ürítenek vagy töltnek	11B	
	Szilárd anyagokhoz, amelyeket túlnyomással töltnek vagy ürítenek	21B	
	Folyadékokhoz	31B	
N. Más mint acél vagy alumínium	Szilárd anyagokhoz, amelyeket gravitációs úton ürítenek vagy töltnek	11N	
	Szilárd anyagokhoz, amelyeket túlnyomással töltnek vagy ürítenek	21N	
	Folyadékokhoz	31N	
Hajlékony falú H. Műanyag	Műanyag szövet, bevonat vagy bélés nélkül	13H1	
	Műanyag szövet, bevonattal	13H2	
	Műanyag szövet, béléssel	13H3	
	Műanyag szövet, bevonattal vagy béléssel	13H4	
	Műanyag fólia	13H5	
L. Textil	Bevonat vagy bélés nélkül	13L1	
	Bevonattal	13L2	
	Béléssel	13L3	
	Bevonattal és béléssel	13L4	
M. Papír	Többrétegű	13M1	
	Többrétegű, vízálló	13M2	
H. Merev műanyag	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, szerkezeti szerelvényekkel ellátva	11H1	
	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, szabadon álló	11H2	
	Szilárd anyagokhoz nyomás alatti töltéssel vagy ürítéssel, szerkezeti szerelvényekkel ellátva	21H1	
	Szilárd anyagokhoz nyomás alatti töltéssel vagy ürítéssel, szabadon álló	21H2	
	Folyadékokhoz, szerkezeti szerelvényekkel ellátva	31H1	
	Folyadékokhoz szabadon álló	31H2	

10. táblázat (folytatás)

Anyag	Kategória	Kód	Térfogat-határ (l)
HZ. Összetett belső műanyag tartállyal	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, merev műanyag belső tartállyal	11HZ1	1250
	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, hajlékony belső műanyag tartállyal	11HZ2	
	Szilárd anyagokhoz nyomás alatti töltéssel vagy ürítéssel, merev belső műanyag tartállyal	21HZ1	
	Szilárd anyagokhoz nyomás alatti töltéssel vagy ürítéssel, hajlékony belső műanyag tartállyal	21HZ2	
	Folyadékokhoz, merev belső műanyag tartállyal	31HZ1	
	Folyadékokhoz hajlékony belső műanyag tartállyal	31HZ2	
G. Papírlemez	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel	11G	
Fa C. Közönséges fa	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, belső béléssel	11G	
D. Rétegelt falemez	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, belső béléssel	11D	
E. Farostlemez	Szilárd anyagokhoz gravitációs töltéssel vagy ürítéssel, belső béléssel	11F	

A nagyméretű csomagolóeszközök (IBC-k) szilárd ömlesztett anyagok és folyadékok nagyméretű csomagolóeszközei. Az IBC-k megengedett mérethatárai: térfogat: 1-3 m³, bruttó tömeg: 1-3 tonna. Fontos tudnivaló, – és a gyakorlatban félreértésre ad okot – hogy az IBC-kbe belső csomagolásban lévő veszélyes anyag nem helyezhető, azaz az IBC-k kombinált csomagolások külső csomagolásaként nem alkalmazható. Szintén tudni kell, hogy az IBC-k légi szállításra nem használhatóak. A veszélyes áruk csomagolására engedélyezett nagyméretű csomagolóeszközök típusait, az alkalmazandó ENSZ kódot és eltérő térfogathatárt a 10. táblázat tartalmazza.

Az ADR legutóbbi módosításával bevezette a nagycsomagolás fogalmát. A nagycsomagolások gyakorlatilag azt a problémát hidalják át, hogy az IBC-k fogalomköre a belső csomagolások behelyezését kizárja. A nagycsomagolások gyakorlatilag IBC nagyságrendű külső csomagolások és gyakorlatilag ide tartoznak a csomagolásokat tartalmazó zárt egységpakomány-képző eszközök is. Ugyanakkor nem minősül nagycsomagolásnak a sík rakodólapon képzett és fóliával vagy pántszalaggal rögzített egységpakomány. A nagycsomagolások típusai és kódja a következők:

- Fémből készült nagycsomagolások
 - 50A acél
 - 50B alumínium
 - 50N fém más mint acél vagy alumínium
- Hajlékony falú nagycsomagolások
 - 51H hajlékony falú műanyag
 - 51M hajlékony falú papír
- Műanyag nagycsomagolások
 - 50H merev műanyag
- Papírlemez nagycsomagolások
 - 50G merev papírlemez
- Fa nagycsomagolások
 - 50C közönséges fa
 - 50D rétegelt falemez
 - 50F farostlemez

Csomagolástípusokat a sikeres típusvizsgálat után a szabályzatok által előírt módon meg kell jelölni. A jelölés a következő fő részekből áll:

- Az ENSZ logója után közvetlenül az adott csomagolás típuskódja tüntetendő fel, melyet az előző cikk táblázata tartalmaz. A következő részben, mely egy / jellel van elválasztva, két nagyon fontos adatot tartalmaz:
- Az első karakteren, melyen x, y vagy z betű állhat, a következő információk vannak kódolva:
 - X megjelölés esetén mind I. mind II. mind III. csomagolási csoportú anyagok betölthetők.
 - Az Y-nal megjelölt csomagolóeszközökbe csak II. és III. csomagolási csoportú anyagok tölthetők be.
 - A Z-vel megjelölt csomagolóeszközökbe csak III. csomagolási csoportú anyagok tölthetők.

Az hogy egy anyag milyen csomagolási csoportba tartozik a későbbiekben tárgyaljuk. Itt annyit jegyzünk meg, hogy a I. csomagolási csoportba a legnagyobb veszélyt jelentő anyagok és tárgyak tartoznak, és a szám növekedésével a potenciális veszély csökken.

Ugyanebben a kódrészben kell feltüntetni egy nagyon fontos műszaki adatot, amely folyadék és szilárd töltőanyag esetén eltér egymástól. Amennyiben a csomagolás folyadék befogadására szolgál, a betölthető

anyag vízhez képesti relatív sűrűségét kell feltüntetni. A minimálisan szükséges relatív sűrűség 1,2. A gyakorlatban a jellemző folyadékok alapján a maximális relatív sűrűséget általában 1,9 értékben határozzák meg.

Amennyiben a csomagolásba szilárd anyagot-, vagy folyadékot olyan összetett csomagolásba töltenek, melyet szilárd belső csomagolásba helyeznek, a csomagolás bruttó tömegét kell ezen a karakteren feltüntetni. Az egyes csomagolás típusok térfogat és tömeghatárait az előző cikk táblázata szintén tartalmazza.

A következő karakterrészen folyadék betöltése esetén a csomagolóeszköz próbanyomását-, szilárd anyag vagy szilárd belső csomagolásba töltött folyadék esetén egy S betűt kell feltüntetni, mely az angol solid (szilárd) szó kezdőbetűje.

A következő karakterrészen a csomagolás gyártási évének utolsó két számát kell feltüntetni, majd a következő karakterrészen ezt követi az engedélyező ország jele.

Az utolsó karakterrész arra szolgál, hogy az engedélyező hatóság jelét és az engedélyezés aktaszámát tartalmazza, és így probléma esetén az adott országban visszakereshető, hogy az engedélyezett csomagolástípustól akár műszaki jellemzőkben akár töltési paraméterekben eltértek-e.

A veszélyes áruk csomagolásai alapvetően egyutas csomagolóeszközök, és mivel általában a töltőanyag teljes mértékben a csomagolásból nem távolítható el az üres tisztítatlan csomagolóeszközök is veszélyes árunak minősülnek.

A szabályzatok megengedik azonban, hogy az arra alkalmas csomagolóeszközöket felújítsák. Ez a felújítás általában a csomagolóeszköz szétbontásából teljes kitisztításából, új záró- és tömítőelemek behelyezéséből áll, és az így felújított csomagolóeszköz újabb típusvizsgálat és engedélyezési eljárás után ismételten felhasználható. Ezekben az esetekben az eredeti jelölés kiegészítéseképpen még a következő kódsorozatot is el kell helyezni:

- Annak az államnak a jele, ahol a felújítást végezték
- A felújítást végző neve vagy engedélyezett jele
- A felújítás éve
- R, mely a felújításra utal
- R és L, amennyiben a felújított csomagolóeszköz a tömítettségi próbát is kiállta

A veszélyes áru csomagolások között definiálva van az úgynevezett kármentő csomagolás, amely arra alkalmas, hogy megsérült veszélyes áru csomagolásokat töltőanyagokkal együtt egy olyan nagyobb méretű csomagolásba helyezzenek, amely alkalmas arra, hogy a megfelelő semlegesítési vagy újracsomagolási helyre szállítsák, ahol az már veszélytelenül elvégezhető. Ilyen kármentő csomagolásra példa egy nagyméretű levehető tetejű acéllemez-hordó, melybe egy folyadékot tartalmazó és szállítás közben tömítetlenné vált nem levehető tetejű acéllemez-hordó helyezhető el úgy, hogy arra is marad elegendő hely, hogy megfelelő mennyiségű folyadék felszívó anyagot helyezünk, hogy a veszélyes folyadék szabadba jutását megakadályozzuk. Az ilyen típusú kármentő csomagolások kódjában egy T betűt is fel kell tüntetni.

Szilárd vagy folyékony anyagot tartalmazó tetszőleges típusú belső csomagolások közös külső csomagolásba helyezhetők, és külön vizsgálat nélkül szállíthatók amennyiben a következő feltételek teljesülnek:

- A külső csomagolás törékeny belső csomagolásokkal az egyes csomagolási csoport szerint már sikeresen bevizsgált volt.
- A belső csomagolások együttes bruttó tömege nem haladja meg az előző pontban ismertetett bevizsgálás bruttó tömegének felét.
- A párnázó anyagok vastagsága sem a külső csomagolás fala és a szélső belső csomagolások között, sem az egyes belső csomagolások egymás közti párnázásánál nem lehet kevesebb az eredeti bevizsgált változatnál. Amennyiben a különböző belső csomagolások méretei igénylik a fennmaradó szabad tereket szintén párnázó anyaggal kell kitölteni.
- A külső csomagolásnak üres állapotban is el kell viselnie a halmazolási próbát oly módon, hogy a csomagolások eredeti tömegét vesszük alapul a halmazterhelés kiszámításához.
- Amennyiben a belső csomagolások folyadékot is tartalmaznak, olyan mennyiségű folyadékfelszívó anyagot kell a csomagolásba elhelyezni, amennyi elegendő a belső csomagolásokban elhelyezett teljes folyadékmennyiség elszívásához.
- A nem folyadékálló külső csomagolás belső felületét pl. műanyag fóliazsák felhasználásával folyadékállóvá kell tenni.
- A csomagolásokat ugyanolyan jelöléssel kell ellátni, mintha az az I. csomagolási csoportra lett volna bevizsgálva, de a tömegnél már a felezett értéket kell feltüntetni, és a kódban fel kell tüntetni egy V betűt, mely utal a csomagolás különleges voltára.

A fenti változat egy nagyon komoly gyakorlati problémát hidal át. Gondoljunk csak arra, hogy pl. egy gyógyszer vagy vegyszer-kereskedelemmel foglalkozó cég a változó vevői rendelések szerint más és más tételeket kell, hogy kiszolgáljon és így teljes képet kaphatunk a csomagolható, és gyakorlatilag bármilyen anyagú és nagyságú belső csomagolás az összes lehetséges variáció szerint engedélyezetten betölthető.

A szabályzatok arra is lehetőséget adnak, hogy figyelembe véve a műszaki fejlődést olyan új csomagolóeszközök is készülhetnek, amelyeket a szabályzatok engedélyezett típusként nem ismernek, de védelmi szempontból azokkal azonos értékűnek tekinthetők. Ilyen esetben a típuskódban egy W betűt kell feltüntetni, mely utal arra, hogy ez a csomagolás az előírttól eltér, de az illetékes vizsgálóintézet illetve hatóság megfelelőnek találta.

A nagyméretű csomagolóeszközök (IBC-k) megjelölése némileg eltér a hagyományos csomagolások jelölésétől. Az IBC-k esetén az ENSZ logo és az IBC típusát jelölő kód után csak a csomagolási csoportra utaló X, Y vagy Z betű következik, és ezt a gyártás éve és hónapja, az engedélyező állam jele, az IBC gyártójának a neve követ. Ezután a fő kódsorban a halmazolási próba során alkalmazott terhelés következik, itt jegyezzük meg, hogy eltérően a hagyományos csomagolásoktól az IBC-knek nem kell kötelezően halmazolhatóknak lenniük. Amennyiben az IBC nem halmazolható, ezen kódrészen 0 jelet kell feltüntetni. A fő kód utolsó karakterén a megengedett legnagyobb bruttó tömeg értéke szerepel. Ezt az alapjelölést több kiegészítő jelölés követhet, melyek a következők:

- Az IBC saját tömege
- Teljes űrtartalom literben 20 °C-on mérve
- Az utolsó tömítettségi vizsgálat dátuma
- Az utolsó felülvizsgálat dátuma
- A legnagyobb töltési és/ vagy ürítési nyomás kPa-ban
- A test anyaga és minimális vastagsága mm-ben
- A gyártó sorozatszám
- Próbanyomás kPa-ban

Ezen utóbbi jelölések értelemszerűen csak azoknál a változatoknál tűntetendők fel, amelyek ezek az adatok értelmezhetők. Pl. hajlékony falú IBC-k esetén teljesen felesleges a falvastagság feltüntetése, és mivel folyadék befogadására sem alkalmasak így azokon nyomáspróba sem végezhető.

2.7.3. A veszélyes áruk besorolása és a csomagolási csoport meghatározása

Gyakorlatilag a veszélyes áruk csomagolástervezése a töltőanyag besorolásával kezdődik. Az egyes veszélyes áruk egy-egy négyjegyű úgynevezett ENSZ számmal vannak azonosítva. Ezek az ENSZ számok jelölhetnek egy-egy konkrét anyagnevet, de jelölhetnek egy olyan anyagcsoportot is, amelyek azonos kategóriájú fizikai, kémiai vagy biológiai jellemző intervalumba tartóznak.

Egy konkrét példa az anyagnévre: metil-etil-keeton UN 1193 csomagolási csoport:

Egy konkrét példa a gyűjtőnévre: gyúlékony, mérgező izocian. Ez utóbbi esetben az mnn rövid szabályzatokban az mnn tételek, csomagolási csoport meghatározás, így azok csomagolási csoportja és az ahhoz tartozó csomagolóeszköz is kiválasztható. Az adott UN anyagszámhoz tartozik egy csomagolási utasítás, és nagyon sok esetben különböző kiegészítő előírások. Miután ennek alapján kiválasztottuk a szóba jöhető csomagolóeszközöket a betöltő dolga és felelőssége, hogy a töltési fok meghatározásával kerülje el a csomagolásban az olyan túlnyomás bekövetkezését, amely a csomagolás tömítettségének megszűnését okozhatja, illetve határozza meg a töltőanyag és a csomagolás töltőanyaggal érintkező komponenseinek vegyi kompatibilitását. A következő részben a csomagolás vizsgálatokkal és a vegyi kompatibilitás meghatározásával fogunk részletesen foglalkozni.

Az ömlesztett szilárd és folyékony veszélyes árukat ún. nagyméretű csomagolóeszközökbe is lehet csomagolni. A „nagyméretű csomagolóeszközök (IBC)¹⁾” az előző részben nem említett merev vagy hajlékony falú, szállítható csomagolóeszköz, amelynek

a) űrtartalma

- nem haladja meg a 3 m³-t, a II. és a III. csomagolási csoportba tartozó, szilárd és folyékony anyagok esetében;
- nem haladja meg az 1,5 m³-t az I. csomagolási csoportba tartozó, szilárd anyagok esetében, ha azok hajlékony falú, merev műanyag összetett, papírlemez vagy fa IBC-k be vannak csomagolva;
- nem haladja meg a 3 m³-t az I. csomagolási csoportba tartozó, szilárd anyagok esetében, ha azok fém IBC-k be vannak csomagolva;

b) gépi mozgatásra alkalmas kivitelű

- c) a szállítás és kezelés során fellépő erőhatásoknak oly módon áll ellen, mint az a később ismertetett vizsgálatok meghatározzák.

Az IBC-k re vonatkozó általános előírások

1. Annak biztosítására, hogy mindegyik IBC megfeleljen az előírásoknak az IBC-ket, olyan minőségbiztosító program szerint kell tervezni, gyártani és bevizsgálni, amelyet az illetékes hatóság kielégítőnek tart.
2. mindegyik IBC-nek minden tekintetben meg kell felelnie saját gyártási típusának.
3. Megtöltés és szállításra való átadás előtt mindegyik IBC-t ellenőrizni kell annak biztosítására, hogy az mentes legyen a korróziótól, szennyeződéstől vagy más sérüléstől, és hogy a kezelésre szolgáló szerelvényei megfelelően működjenek. Bármely IBC, amely a megvizsgált gyártási típushoz képest a csökkent szilárdság jeleit mutatja, tovább nem használható, vagy úgy kell megjavítani, hogy a gyártási típusvizsgálatot elviselhesse.
4. Amennyiben egymás mögött két vagy több zárószerkezet van beépítve, először a szállított anyaghoz legközelebb esőt kell elzárni.
5. A szállítás során az IBC külsejére semmiféle veszélyes maradék nem tapadhat.
6. Ha egy IBC-ben gáz kiszabadulása következtében (a hőmérséklet növekedése folytán, vagy más okból) túlnyomás léphet fel, az IBC ellátható szellőztető – szerkezettel, amennyiben a kibocsátott gáz mérgező volta, gyúlékonysága, a felszabaduló gáz mennyisége stb. nem okoz semmiféle veszélyt. A szellőztetőszerkezetnek olyannak kell lennie, hogy a folyadék kilépését, valamint idegen anyagok behatolását a szokásos szállítási körülmények között megakadályozza, ha az IBC szállításnak megfelelő helyzetben van. Bármely anyag azonban ilyen IBC-ben csak akkor szállítható, ha a szellőztetőszerkezet a megfelelő osztály szállítási előírásaiban erre az anyagra nézve elő van írva vagy egy ADR tagország illetékes hatósága megengedi.
7. Amennyiben az IBC-t folyékony anyaggal töltik meg, elegendő helyet kell hagyni arra, hogy a folyadéknak a hőmérséklet hatására a szállítás során bekövetkező tágulása se a folyadék kilépését, se az IBC maradó alakváltozását ne okozza.

Hacsak az egyes osztályok mást nem írnak elő, a töltési fokot 15 °C töltési hőmérséklet mellett a következők szerint kell meghatározni:

a) Vagy

Az anyag forráspontja (forrás kezdete), °C	>35 <60	≥60 <100	≥100 <200	≥200 <300	≥300
A töltési fok az IBC térfogatának %-ban	90	92	94	96	98

b) vagy

$$\text{a töltési fok} = \text{IBC térfogatának} \frac{98}{1 + \alpha(50 - t_F)} \% \text{-a}$$

A képletben α a folyadék átlagos köbös hőtágulási együtthatója 15...50 °C között, vagyis 35 °C-os maximális hőmérsékletváltozásra a következő képlettel számítható:

$$\alpha = \frac{d_{15} - d_{50}}{35d_{50}}.$$

Ahol d_{15} és d_{50} a folyadék relatív sűrűsége 15 °C-on, ill. 50 °C és t_F a folyadék középhőmérséklete a töltés során.

A 31HZ2 típusú IBC-eket legalább a külső burkolat térfogatának 80%-ig kell megtölteni.

8. Amennyiben az IBC-t 61 °C vagy alacsonyabb zárttéri lobbanáspontú folyékony anyagok vagy porrobbanásra hajlamos porok szállítására használják, intézkedéseket kell hozni, hogy a töltés és ürítés során a veszélyes elektrosztatikus feltöltődést elkerüljék.
9. A nedvesített vagy hígított anyagokat tartalmazó IBC zárásának olyanak kell lennie, hogy a folyékony anyag (víz, oldószer vagy flegmatizálószer) százalékos aránya a szállítás alatt ne csökkenjen az előírt határérték alá.
10. Folyadékot csak olyan merev műanyag IBC-kbe vagy összetett IBC-kbe szabad tölteni, amelyek kielégítően ellenállóak a belső nyomással szemben, ami szokásos szállítási feltételek között kialakulhat. Azokat az IBC-eket, amelyeken a próbanyomás értéke fel van tüntetve, csak olyan folyadékkal szabad megtölteni, melynek gőznyomása:
 - a) olyan, hogy a csomagolásban a teljes túlnyomás (azaz a betöltött anyag gőznyomása plusz a levegő vagy egyéb inert gáz parciális nyomása mínusz 100kPa) 55 °C a 7. bekezdés szerinti maximális

- töltési fok, és 15 °C töltési hőmérséklet alapján meghatározva nem haladja meg a feltüntetett próbanyomás kétharmadát; vagy
- b) 50 °C-on kisebb, mint a feltüntetett próbanyomás és 100 kPa összegének négyhetede; vagy
 - c) 55 °C-on kisebb, mint a feltüntetett próbanyomás és 100 kPa összegének kétharmada.
11. A szállítás során az IBC-ket a szállítóegységben úgy kell szilárdan rögzíteni vagy kitámasztani, hogy megakadályozzák a hosszirányú vagy keresztirányú elmozdulást vagy ütközést és, hogy a megfelelő külső kitámasztást biztosítsák. Ezen kívül a 31HZ” típusú IBC-k csak fedett járműben szállíthatók.

Az IBC típusok

Fogalom meghatározások:

Az egyes osztályok különleges előírásainak figyelembevételével a következő IBC-k használhatók:

Fém IBC-k:

A fém IBC-k fémtestből, valamint a megfelelő üzemi és szerkezeti szerelvényekből állnak.

Hajlékony falú IBC-k:

A hajlékonyfalú IBC-k fóliából, szövetből vagy más hajlékony anyagból vagy ilyen anyagok kombinációjából készült csomagolóeszköz-testből állnak, szükség esetén belső bevonattal vagy béléssel, a megfelelő üzemi szerelvényekkel és kezelő készülékekkel felszerelve.

Merevfalú műanyag IBC-k:

A merevfalú műanyag IBC-k merev műanyag testből állnak, amely vázszerkezettel rendelkezhet, és a megfelelő üzemi szerelvényekkel látható el.

Összetett IBC-k műanyag belső tartállyal:

Az összetett IBC-k merev külső burkolat formájú vázszerkezeti elemekből állnak, amelyek a műanyag belső tartályt, valamint a megfelelő üzemi és szerkezeti szerelvényeket veszik körül. Kialakításuk olyan, hogy a belső tartály és a külső burkolat összeszerelve szétválaszthatatlan egységet képez és így töltik, tárolják, szállítják vagy ürítik.

Papírlemez IBC-k:

A papírlemez IBC-k papírlemez testből különálló fenékkal és tetővel vagy anélkül, szükség esetén béléssel (de nem belső csomagolásból), és megfelelő szerkezeti és üzemi szerelvényekből állnak.

Fa IBC-k:

A fából készült IBC-k merev, vagy összezsukható fa testből és bélésből (de nem belsőcsomagolásból), továbbá a megfelelő szerkezeti és üzemi szerelvényekből állnak.

Az IBC-khez a következő meghatározások érvényesek:

A *test* (az összetett IBC-ket kivéve mindenmás IBC típusnál) jelenti magát a tartályt, beleértve a nyílásokat és azok zárószerkezeteit, de nem terjed ki az üzemi szerelvényekre.

A *merev belső tartály* (összetett IBC-knél) olyan tartályt jelent, amely üres állapotban, a zárószerkezet helyre tétele és a külső burkolat segítségével nélkül is megtartja szokásos alakját. Minden belső tartályt, amely nem „merev”, „hajlékony falú”-nak kell tekinteni.

Az *üzemi szerelvények* (minden IBC típusnál) a töltő- és ürítő-, nyomás-csökkentő-, szellőztető-, a fűtő- és hőszigetelő- berendezések, valamint a mérőeszközök.

A *szerkezeti szerelvények* (a hajlékony falú IBC-ket kivéve minden más IBC típusnál) az erősítő-, rögzítő-, mozgásra szolgáló, védő- vagy stabilizálóelemek (beleértve az összetett IBC-k fenéklapját is).

A *megengedett legnagyobb bruttó tömeg* (a hajlékony falú IBC-ket kivéve minden más IBC típusnál) az IBC test, az üzemi és szerkezeti szerelvények és a szállításra megengedett legnagyobb rakományössztömege.

A *megengedett legnagyobb rakomány* (a hajlékony falú IBC-knél) jelenti azt a legnagyobb nettó tömeget, amelyre az IBC-t kialakították, és amelynek szállítására engedélyezték.

A *védett IBC-k* (fém IBC-knél) az ütközéssel szembeni kiegészítő védelemmel ellátott IBC-k, ez a védelem lehet pl. többrétegű (szendvicsszerkezetű) vagy kettős falú konstrukció vagy fémrácsos vázszerkezet.

A *műanyag szövet* (hajlékony falú IBC-knél) alkalmas műanyagból álló nyújtott szalagokból vagy monoszálakból készült anyagot jelent.

A *műanyag* (az összetett IBC-knél műanyag belső tartállyal) az összetett IBC-knél a belső tartályokkal kapcsolatosan használva az egyéb polimer anyagokat is jelenti, mint pl. a gumit stb.

A *kezelő szerelvény* (hajlékony falú IBC-knél) az IBC testéhez erősített vagy az IBC test folytatásaként kialakított fület, hurkot, szemet vagy kereket jelent.

A *bélés* (hajlékonyfalú papírlemez IBC-knél és fa IBC-knél) olyan tömlőt vagy zsákot jelent, beleértve nyílásainak zárószerkezeteit, amely az IBC testen belül helyezkedik el, de nem alkotja annak szerves részét.

Az IBC-k gyártási típusainak kódolása

1. Az IBC típusok kódrendszere

A kód a következő elemekből áll:

- az IBC típusát jelző két arab számjegy a következő a) pont szerint;
- az anyag természetét jelző (pl. fém, műanyag stb.) egy vagy több latin nagybetű a következő b) pont szerint;
- adott esetben egy arab számjegy, amely a szóban forgó típuson belül az IBC kategóriát jelzi.

Összetett IBC esetén két nagybetűt (latin betűt) kell használni. Az első jelzi az IBC belső tartályának anyagát, a második az IBC külső csomagolásának anyagát.

a)

Típus	Szilárd anyagokhoz		Folyékony anyagokhoz
	gravitációs úton történő töltésnél és/vagy ürítésnél	10 kPa (0,1 bar) feletti nyomással történő töltésnél és/vagy ürítésnél	
Merev	11	21	31
Hajlékony	13	–	–

b)

A acél (bármilyen típusú vagy felületkezelésű)

B alumínium

C fa

D rétegelt falemez

F farostlemez

G papírlemez

H műanyag

L. textil

M. papír, többrétegű

N fém (acél és alumíniumot kivéve)

2. Az IBC kódját a jelölésben az anyagcsoportokat jelző betűnek kell követnie, amelyekre a gyártási mintadarabot jóváhagyták, azaz:

X: az I. II. III. csomagolási csoport anyagaihoz (kizárólag szilárd anyagok szállítására szolgáló IBC – kre)

Y: a II. és III. csomagolási csoport anyagaihoz

Z: a III. csomagolási csoport anyagaihoz

2.7.4. A veszélyes áruk jelölés

1. Alapjelölés

Minden, a jelen előírásoknak megfelelően gyártott és e szerinti használatra szolgáló IBC-n a következő adatokat tartalmazó, tartós és jól olvasható jelölésnek kell lennie:

- a) az ENSZ csomagolási szimbóluma  jel (fémből készült IBC-knél, ha a jelölést nyomással vagy domborítással viszik fel, a szimbólum helyett az UN betűk is használhatók);
- b) az IBC típusát jelző kód;
- c) egy betű (X, Y vagy Z), amely az(oka)t a csomagolási csoporto(ka)t jelzi, amely(ek)re a gyártási típust engedélyezték;
- d) a gyártási év (az utolsó két számjegy) és hónap
- e) annak az államnak a jele amelyben az engedélyt megadták
- f) a gyártó neve vagy jele, vagy az IBC bármilyen más azonosító jele, amit az illetékes hatóság írt elő;
- g) a halmazolási próba során alkalmazott terhelés kg-ban; a nem halmazolásra kialakított IBC-knél „0”
- h) a megengedett legnagyobb bruttó tömeg, vagy hajlékony falú IBC-k esetében a megengedett legnagyobb terhelés kg-ban

Ezt az alapjelölést az előző pontok sorrendjében kell felvinni. Az illetékes hatóságok által engedélyezett minden más jelölést úgy kell elhelyezni, hogy a jelölés különböző elemei pontosan felismerhetőek legyenek. Ezenkívül az összetett IBC-k belső tartályait legalább a d), az e) és az f) albekezdés szerinti jelöléssel kell ellátni.

2. Kiegészítő jelölés

Minden IBC típusnál a hajlékony falú IBC-k kivételével;

- a) a saját tömeg kg-ban;

A fém IBC-knél, a merev falú műanyag IBC-knél és az összetett IBC-knél műanyag belső tartályak:

- b) űrtartalom literben 20 °C-on,

- c) az utolsó tömörségi próba dátuma (év, hónap), ha van ilyen

- d) az utolsó felülvizsgálat dátuma (év, hónap);
- e) a legnagyobb töltési/ürítési nyomás kPa-ban (vagy bar-ban), ha van ilyen.

Fém IBC-knél:

- f) a test anyaga és minimális vastagsága mm-ben
- g) a gyártó sorozatszáma.

A merev falú műanyag IBC-khez és összetett IBC-khez műanyag belső tartállyal:

- h) próbanyomás kPa-ban (vagy bar-ban), ha van ilyen;
- i) ha az összetett IBC külső burkolata eltávolítható, minden levehető részt az 1. bekezdés d) és f) albekezdése szerinti jelöléssel kell ellátni.

Az IBC-k jegyzéke

1. Gravitációs töltésű és ürítésű IBC-k szilárd anyagokhoz:

Típus	Anyag	Kategória	Kód
11 merev falú	acél	fém	11A
	alumínium		11B
	fa	fa	11C
	rétegelt falemez		11D
	farostlemez		11F
	papírlemez	papírlemez	11G
	műanyag	merev falú műanyag (vázszerkezettel)	11H1
		merev falú műanyag (önhordó)	11H2
		összetett (merev falú) műanyag belső tartállyal	11HZ1
		összetett, (hajlékony falú) műanyag belső tartállyal	11HZ2
	egyéb fém	fém	11N

Típus	Anyag	Kategória	Kód
13 hajlékony falú	műanyag szövet belső bevonat vagy bélés nélkül	hajlékony falú	13H1
	műanyag szövet belső bevonattal		13H2
	műanyag szövet béléssel		13H3
	műanyag szövet belső bevonattal és béléssel		13H4
	műanyag fólia		13H5
	textilszövet belső bevonat vagy bélés nélkül		13L1
	textilszövet belső bevonattal		13L2
	textilszövet béléssel		13L3
	textilszövet belső bevonattal és béléssel		13L4
	többrétegű papír		13M1
	többrétegű papír, vízálló		13M2

2. Legfeljebb 10 kPa (0,1 bar) nyomással töltött és ürített IBC-k szilárd anyagokhoz

Típus	Anyag	Kategória	Kód
21 merev falú	acél	fém	21A
	alumínium		21B
	műanyag	merev falú műanyag (vázszerkezettel)	21H1
		merev falú műanyag (önhordó)	21H2
		összetett, (merev falú) műanyag belső tartállyal	21HZ1
		összetett, (hajlékony falú) műanyag belső tartállyal	21HZ2
	egyéb fém	fém	21N

3. IBC-k folyadékokhoz

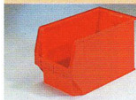
Típus	Anyag	Kategória	Kód
31 merev falú	acél	fém	31A
	alumínium		31B
	műanyag	merev falú műanyag (vázszerkezettel)	31H1
		merev falú műanyag (önhordó)	31H2
		összetett, (merev falú) műanyag belső tartállyal	31HZ1
		összetett, (hajlékony falú) műanyag belső tartállyal	31HZ2
	egyéb fém	fém	31N

2.8. Az üzemi anyagmozgatásban alkalmazott tároló dobozok, egységládák és egységrakomány-képző eszközök

Az üzemekben a gyártó- és szerelősorok:

- alkatrészrel való feltöltésére,
- a gyártás alatt levő félkész-termékek egyik munkahelyről a másik munkahelyre történő mozgatásához,
- az elkészült félkész és késztermékek egységrakományos tárolásához,

ma már nagyon sok cég gyárt olyan komplett rendszereket, amelyek az egységrakomány-képző eszközökből kiindulva az egyedi igényeknek megfelelően a legkülönbözőbb mérethálók szerint modulrendszerben összeállíthatók a különböző célokra eltérő teherbírású más és más alpméretű és magasságú, fix oldalfalu és összehajtható, műanyagból és fémből készült egységládák szerezhetők be és ezek a ládák valamint egységrakomány-képző eszközök mind egyedileg, mind egységrakományban az igénynek megfelelő raktári állványrendszerekhez kapcsolhatók. Az alábbiakban ismertetünk néhány elterjedten alkalmazott típusládát. (26., 27. ábra)

ELŐL NYITOTT TÁROLÓDOBOZOK**A4–A27. OLDAL**

Raktári tárolódobozok műanyagból**A4–A11**
 14/7-es sorozat műanyagból (PE)**A12–A15**
 14/7-es sorozat acéllemezről**A16–A21**
 Kisalkatrész-tároló rendszerek**A22–A27**

KÜLÖNLEGES TÁROLÓDOBOZOK**A111–A115. OLDAL**

A szabványon kívüli raklapok méretéhez illeszkedő tárolók és további egyedi kialakítások**A111–A115**

TÁROLÓDOBOZOK**A28–A35. OLDAL**

Tárolódobozok acélból**A28**
 Tárolódobozok műanyagból**A31–A34**
 Tárolóvályúk**A35**

14/6-OS SOROZATÚ, EGYMÁSRA RAKHATÓ SZÁLLÍTÓDOBOZOK**A36–A49. OLDAL**

14/6-os sorozat polietilénből**A36–A43**
 14/6-os sorozat acéllemezről**A44–A49**

DOBOZOK EUOMÉRETBEN**A50–A81. OLDAL**

Euro-Fix dobozok**A54–A65**
 MF-dobozok**A66–A71**
 LTF-dobozok**A72–A73**
 KLT és összecsukható KLT VDA-szabvány szerint**A74–A76**
 L-KLT**A78**
 Acéllemez-KLT**A79**
 LTS-dobozok, LTS-raklapok**A80–A81**

ÖSSZESZUKHATÓ TÁROLÓ- ÉS SZÁLLÍTÓDOBOZOK**A82–A91. OLDAL**

FK-Box**A86–A90**
 Összecsukható dobozok KB**A91**

EGYMÁSBA RAKHATÓ TÁROLÓ- ÉS SZÁLLÍTÓDOBOZOK**A92–A109. OLDAL**

Elfordítva egymásba rakható dobozok**A96–A101**
 Egymásba rakható szállító- és kommisszó dobozok**A102–A106**
 POOLBOX szállítódoboz®**A107**
 Egymásra rakható, tartókengyeles dobozok**A108–A109**

VEZETŐKÉPES DOBOZOK**A116–A139. OLDAL**

14/7-es sorozat**A121–A122**
 Állványdobozok**A123–A124**
 14/6-os sorozat**A125–A126**
 EF-dobozok**A127–A132**
 MF-tárolók**A133–A134**
 Felosztási minták betétdobozokkal**A135**
 Gyűjtőtálca-dobozok**A136**
 Printofix NYÁK-lap tartók és gyűjtőtálcák, piramistálcák**A137**
 Vario-keretek és bedugható rekeszosztások**A138–A139**

VESZÉLYESANYAG-TÁROLÓ DOBOZOK**A140–A145. OLDAL**

Veszélyesanyag-tárolók euroméretben**A142**
 Összecsukható veszélyesanyag-tárolók**A143**
 Elfordítva halmazható veszélyesanyag-tárolók, kónuszos veszélyesanyag-tárolók**A144–A145**

NAGYTERŰ TÁROLÓK ÉS RAKLAPOK**A146–A149. OLDAL**

Nagyterű tárolók műanyagból**A148**
 Nagyterű, összecsukható tárolók műanyagból, műanyag raklapok**A149**

EGYMÁSRA RAKHATÓ ACÉLKONTÉNEREK**A150–A155. OLDAL**

Egymásra rakható szállítókötények, tárolóládák**A152–A153**
 Rakoncák és rácskontények**A154**
 Acél raklapok, veszélyesanyag-tároló kontények, tankontények**A155**

26. ábra. A gyártásban alkalmazott kezelő és tároló egységládák tartozékaik és egységrakomány-képző eszközei



27. ábra. Különböző térfogatigényű alkatrészekből autóiipari szerelősor ellátását biztosító ládaösszetétel

3. Raktározástechnikai alapok

3.1. A raktározás szerepe a gazdaságban

Általános szempontok

Az anyagok, áruk termelése és felhasználása vagy elfogyasztása között rövidebb-hosszabb idő telik el. Az időeltolódást előidézheti egyes áruk termelésének idényszerűsége és egyenletes fogyasztása (pl. mezőgazdasági termékek), illetve más áruk egyenletes termelése és idényszerű fogyasztása (pl. ruházati cikkek). Az időeltolódást – az áruk állagmegóvása mellett – a raktározás egyenlíti ki.

A korszerű termelési rendszerek folyamatos működéséhez egyenletes anyagfolyamatot kell biztosítani a nyersanyagok, félkész- és késztermékek meghatározott mennyiségét raktározni kell. A termelés és a fogyasztás zavartalan ellátáshoz a gazdaság különböző szféráiban alapanyagokat, termelőeszközöket és fogyasztási cikkeket kell tartalékolni. E tartalékok használati értékének megóvása a raktározás feladata.

A raktározás és az újratermelési folyamat

Az újratermelési folyamatban a ki-, illetve a megtermelésből kiindulva a feldolgozáson és az elosztáson át a végső fogyasztásig, vagy felhasználásig – az anyagok, termékek sajátosságaitól függően – többször találkozunk a láncolatba beépülő raktározással.

A raktározás megjelenhet, mint termelő, feldolgozó, elosztó és a felhasználó vagy fogyasztó, valamint a közlekedés szerves tevékenysége, de önállósult formában is létezhet.

A raktározás úgy fogható fel, mint az újratermelési folyamat szükséges láncszeme. A raktározásban felhasznált élő- és holtmunka a szükséges társadalmi munka jegyét hordozza. A raktározás az újratermelési folyamat hatékonyságát pozitívan befolyásolja mindaddig, amíg a feladatokat a szükségletnek megfelelően és kielégítő műszaki-gazdasági színvonalon oldja meg.

A raktározás és a termelési folyamat

A termelési folyamat:

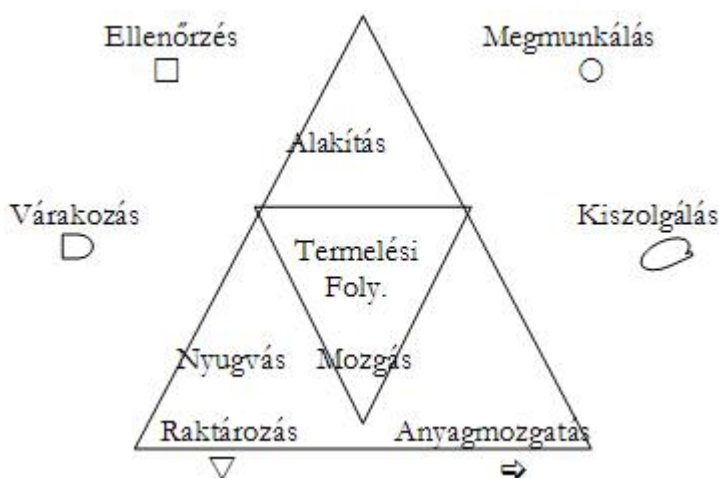
- a technológiai,
- a mozgatási,
- az ellenőrzési,

- a várakozási és
- a raktározási

műveletcsoportok összessége. A műveletcsoportok sajátosságaiból adódóan az anyag a termelési folyamaton belül:

- alakítási,
- mozgatási és
- nyugvási

fázisban lehet (28. ábra).



28. ábra. A termelési folyamat fázisainak és műveletcsoportjainak kapcsolata

A raktározási és a várakozási műveletcsoportok a termelési folyamat elején (pl. nyersanyag raktározás), a folyamat közben (pl. műveletközi raktározás) és a folyamat végén (pl. késztermék-raktározás) egyaránt előfordulnak.

A raktározás a termelési folyamatrendszeren belül olyan részrendszer, amelynek az egész folyamatra nézve kiegyenlítő és szabályozó szerepe van.

A raktározás és a disztribúció

A disztribúció az anyagoknak, félkész- és késztermékeknek az újratermelési folyamat forgalmi szférájában lezajló, szervezeten irányított komplex mozgásrendszere. Ennek során a termelési folyamatból kikerülő anyagok,

félkész- és késztermékek fokozatosan a fogyasztás, illetve a felhasználás tárgyává válnak.

A disztribúció feladatai:

- a termelő és felhasználó között a tényleges földrajzi távolság áthidalása (szállítás),
- a termelés és a felhasználás időpontja közötti rés áthidalása (raktározás),
- a termelt áruk mennyiségi és minőségi összetétele és a felhasználók igényei közti rés áthidalása (piackutatás, hirdetés),
- a korszerű nagytömegű termelés és a felhasználók kistételű igénye közötti rés áthidalása (kereskedelmi áruelosztás) és
- a termelés és felhasználás között eltelt időben a tulajdonosi funkciók áthidalása (a kereskedelem kockázatvállalása).

A raktárak tehát a disztribúció szempontjából a termelés és a felhasználás helye közötti áramlás fő gyűjtő, rendszerező, csoportosító és terelő csomópontjai, a raktározás pedig az e helyeken folytatott tevékenységek összessége. A raktározás így a disztribúció folyamatának dinamikus szabályozó láncszeme.

A raktárgazdálkodás feladata

A raktárgazdálkodás a raktárüzem gazdasági, technikai, technológiai és szervezési tevékenységének összessége.

A vállalati raktárgazdálkodás fő feladatai:

- a) az optimális készletek mértéke alapján raktárkapacitás biztosítása;
- b) műszaki-gazdasági szempontból megfelelő raktározási technológia alkalmazása;
- c) a raktározási feladatok megoldásához szükséges munkaerő biztosítása.

3.2. A raktározás és a tárolás (raktár és tárolóhely)

A *tárolás* általában a raktározásnál szűkebb körű tevékenység (pl. munkadarabok két művelet közötti, vagy építési anyagok bedolgozás előtti várakozása), esetenként alkalmoszerű, terület- és térigénye kevésbé jelentős, technológiai folyamata egyszerű, technikai berendezések iránti igénye alacsony fokú.

A *tárolóhely* gyakran alkalmoszerűen kiválasztott szabad, vagy körülkerített, esetleg röptetővel ellátott terület.

A *raktározás* valamilyen folyamatrendszer meghatározott technológiai, technikai és létszámgényű részrendszere, amely az áruk állagmegóvása mellett a folyamatrendszer igények szerinti szabályozásában is részt vesz.

A *raktár* az a komplex létesítmény, amely a raktározási feladatokat megoldja.

A szaknyelvtárolásnak nevezi a raktárban az áruk huzamos nyugvó állapotát is.

A raktározás technikai elemei

A technikai elemek biztosítják a raktározással szemben támasztott technikai, technológiai, valamint a szabályozási feladatok egy részének maradéktalan kielégítését. A technikai elemek közé sorolhatók:

- a létesítmények (épület, bunker, rakodó stb.),
- a tárolóeszközök és berendezések (állványok stb.),
- az anyagmozgató gépek és eszközök,
- az ügyviteli és nyilvántartó eszközök,
- az ellenőrző eszközök (mérleg, ellenőrző műszerek stb.), és
- a kiegészítő berendezések (légkondicionáló, hűtő, szárító, töltő stb. eszközök és gépek).

3.3. A raktározási módok és megválasztásukat befolyásoló tényezők

A raktározási módok a raktározási (tárolási) feladat megoldására alkalmazható létesítmények szerint különböztethetők meg, amely az általános raktározási gyakorlatban:

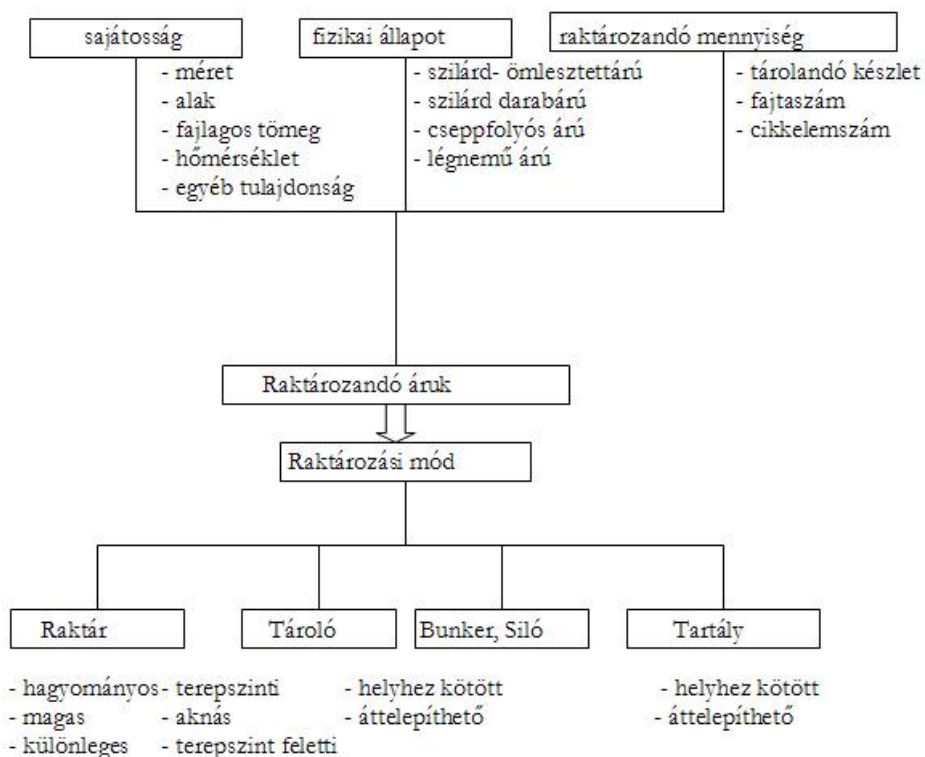
1. raktárépületben (hagyományos, csarnok- vagy magasraktár),
2. tárolóban (nyitott, röptetővel ellátott, körülkerített tárolóhely),
3. bunkerek, silókban és
4. tartályokban

történhet.

A raktározási módok megválasztását alapvetően a raktározandó áruk következő jellemzői határozzák meg:

- a fizikai állapot,
- a sajátosság és
- a raktározandó mennyiség.

Az árujellemzők és a raktározási mód kapcsolatáról a 29. ábra ad áttekintést.



29. ábra. A raktározandó áru jellemzői és a raktározási mód kapcsolata

3.4. A raktárak osztályozása

A raktárak osztályozhatók a gazdasági ágazatok alapján, valamint az újra-termelési folyamaton belül a termelési folyamatban és a disztribúcióban betöltött szerepük szerint, továbbá a készletváltozás (áruforgalom) sajátosságainak figyelembevételével.

A gazdasági ágazatok alapján:

- ipari,
- mezőgazdasági,
- kereskedelmi,
- közlekedési és
- készlettároló

raktárak különböztethetők meg.

A termelési folyamatban betöltött szerepük szerint:

- nyersanyag,
- félkész termék és
- késztermék-

raktárak lehetnek.

A disztribúcióban betöltött szerepük szerint:

- fogyasztási cikk nagykereskedelmi,
- fogyasztási cikk kiskereskedelmi,
- termelőeszköz-kereskedelmi és készletező nagykereskedelmi,
- felvásárló, melléktermék- és hulladékgyűjtő kereskedelmi, és
- közlekedési szállítványozó

raktárak lehetnek.

A készletváltozás (áruforgalom) sajátosságai szerint az alábbi esetek lehetségesek:

- azonos áru fajta érkezik és távozik nagy mennyiségben (pl. készletező nagykereskedelem)
- kevés áru fajta érkezik nagy mennyiségben, sok áru fajta távozik kis tételekben (pl. fogyasztási cikk- és termelőeszköz-nagykereskedelem),
- sok áru fajta érkezik kis mennyiségben, távozás nagyobb mennyiségben (pl. felvásárló kereskedelem),
- sok áru fajta érkezik és távozik kis mennyiségben (pl. ipari alkatrésztárak),
- a kis tételben távozó kis mennyiségű anyag időközönként visszatér (pl. szerszámraktár).

3.5. 3.5. A tárolandó árumennyiség (készlet) meghatározási lehetőségei, a készletgazdálkodás

3.5.1. A készletgazdálkodás elemei

A készletgazdálkodás feladata az igények szerint lebonyolítandó forgalomban a gazdasági szempontok alapján optimalizált készlet meghatározása és annak dinamikus szinten-tartása. A készletprobléma vizsgálatához abból kell kiindulni, hogy a raktározás meghatározott folyamatrendszer (kapcsolódó) részrendszere. A raktározandó készletek nagyságának meghatározásához a megelőző és a következő részrendszerek törvényszerűségeit kell vizsgálni. A 30. ábrán az áruelosztási rendszer vázlatát mutatjuk be, amelyen megfigyelhetők a tárolandó készletnagyság kialakításában szerepet játszó rendszerkapcsolatok.

A készletek időbeni változása a be- és kiszállítások időbeli lefogyásától függ, amelyek rendszerint sztochasztikus jellegűek, és az alábbi alapesetek valamelyike szerint megy végbe (31. ábra):

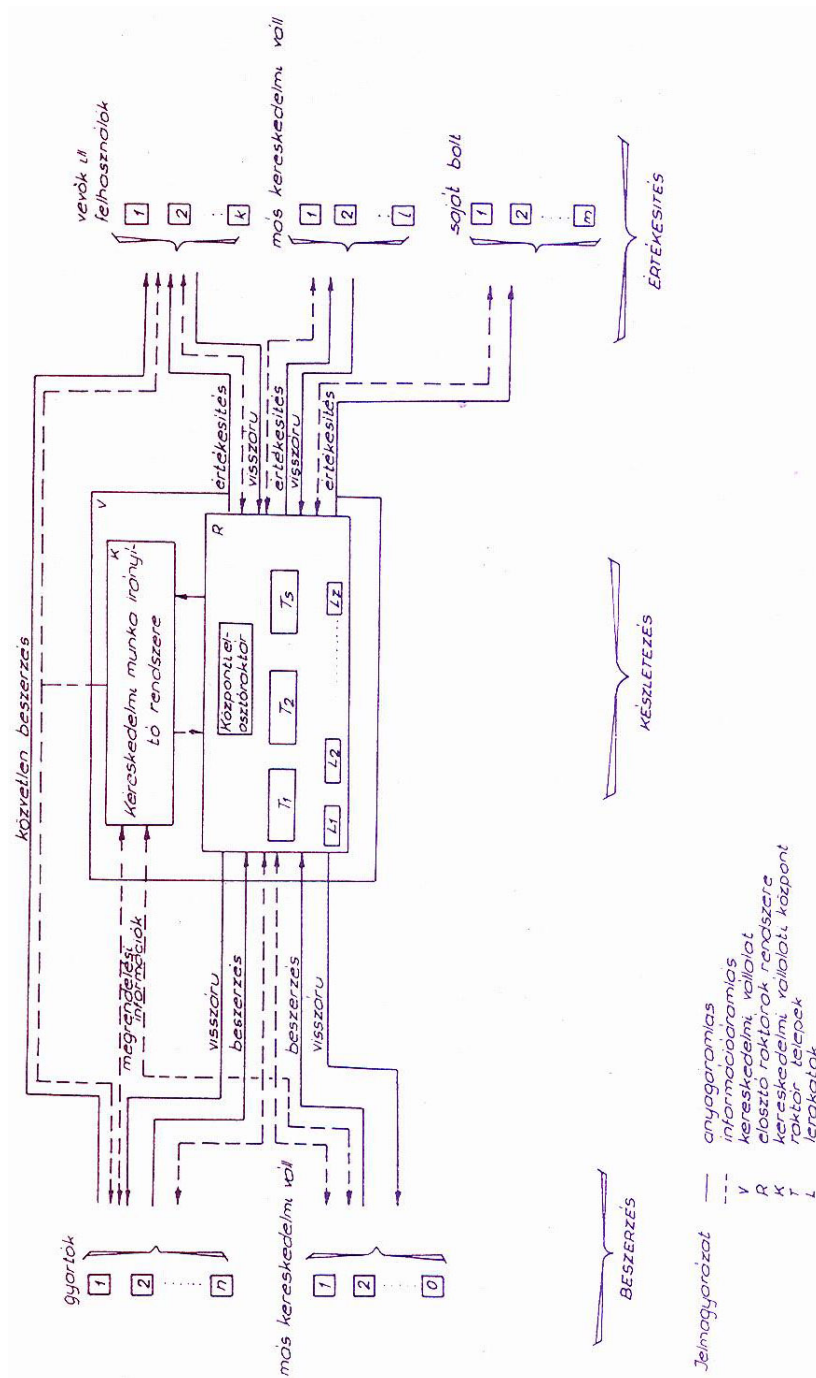
- a) szakaszos beállítás – folyamatos kiszállítás,
- b) folyamatos beszállítás – szakaszos kiszállítás,
- c) szakaszos beszállítás – szakaszos kiszállítás,
- d) folyamatos beszállítás – folyamatos kiszállítás.

A folyamatos be- és kiszállítás az időosztás finomításával szakaszos függvénybe mehet át. A szakaszos be- és kiszállítás lehet:

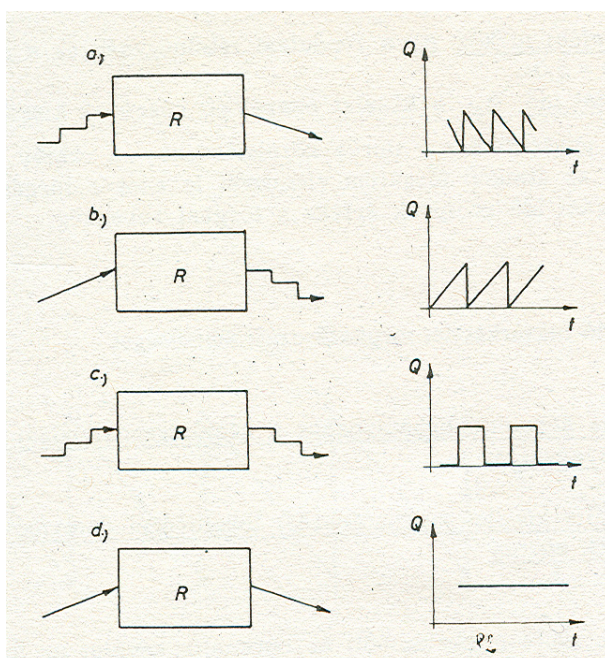
- a) állandó időperiódusú és állandó tétel nagyságú,
- b) állandó időperiódusú és változó tétel nagyságú,
- c) változó időperiódusú és állandó tétel nagyságú,
- d) változó időperiódusú és változó tétel nagyságú.

A készletgazdálkodásban használatos alapfogalmak között a nyitó és zárókészlet, a jelentésköteles készlet, a rendelési tétel nagyság, a biztonsági készlet, a maximális készlet, a szükséglet, az utánpótlási idő, a rendelési időköz és a forgási idő (forgási sebesség) említhető.

A nyitókészlet (Q_{ny}) a készletpolitika kialakítását képező időszak indulásakor, a zárókészlet (Q_z) az időszak lezárásakor rendelkezésre álló árukészlet. A raktározási gyakorlatban az időszakok leltárok során felvett készletet is az előző időszak záró-, ill. következő időszak nyitókészleteként kezelik.



30. ábra. Az áruelosztási rendszer vázlata



31. ábra. A be- és kiszállítás időbeni változásának alapesetei

A *jelentésköteles készlet* (Q_i) a megrendeléstől a rendelt tétel leszállításáig eltelt (utánpótlási) idő alatti szükséglet. Ha a raktárkészlet a jelentésköteles készlet szintjére csökkent, a következő tétel rendelését fel kell adni.

A *rendelési téte nagyság* (q) az esetenként megrendelt árumennyiség.

A *biztonsági készlet* (Q_b) tartalékolt árumennyiség, amely a kereslet véletlen ingadozásait vagy előre nem látható pótlási akadályokat egyenlítő ki.

A *maximális készlet* (Q_m) a rendelési téte nagyság és a biztonsági készlet összege: $Q_{\max} = q + Q_b$.

Az időegységre vonatkoztatott szükséglet (B) lehet:

- determinisztikus,
- sztochasztikus,
- idényjellegű (szezonális), és
- ismeretlen.

Az *utánpótlási idő* (t_p) a megrendeléstől a q mennyiség leszállításáig eltelt idő.

A *rendelési időköz* (t) a rendelési téte nagyság és a szükséglet hányadosa: $t = q/B$.

A *forgási idő* (t_f) a készlet cserélődő részének kiszállítása alatt eltelt idő. A gyakorlatban – durva közelítésként – a raktár befogadóképessége és az átmenő forgalom viszonyát is szokás forgási időnek venni. A forgási idő reciprok értéke a forgási sebesség.

3.5.2. Az áruajták (cikkelemek) figyelembevétele a raktárkészlet meghatározásakor, a cikkek rangsorolása

Az áruajták (cikkek, cikkelemek) a raktárkészlet egymástól eltérő tulajdonságú és jellemzőjű áruk részhalmazait jelentik. Az egyes áruajták mozgási és tárolási igényei, készletnagysága, forgalma, értéke stb. kisebb-nagyobb mértékben különböznek, emiatt e vizsgálatokat elvileg áruajtákra kell elvégezni.

Az áruajták nagy száma (pl. kereskedelmi raktárakban 10^4 nagyságrendű a cikkelemek száma) a raktárkészlettel stb. kapcsolatos számításokat rendkívül megnöveli, így rendszerint egyszerűsítéseket kell végrehajtani. Az egyszerűsítés A-B-C elemzéssel vagy mintavételezéssel végezhető.

Az *ABC elemzés* az egyes áruajták kiválasztott jellemzőjének vizsgálatán alapul. A vizsgálat jellegétől függően elemezhetjük az egyes áruajták

- forgalmát (tömegben, térfogatban, egységgromány-darabszámban, értékben, bevételben, rendelési számban stb.), és
- készletét (tömegben, térfogatban, egységgromány-darabszámban stb.).

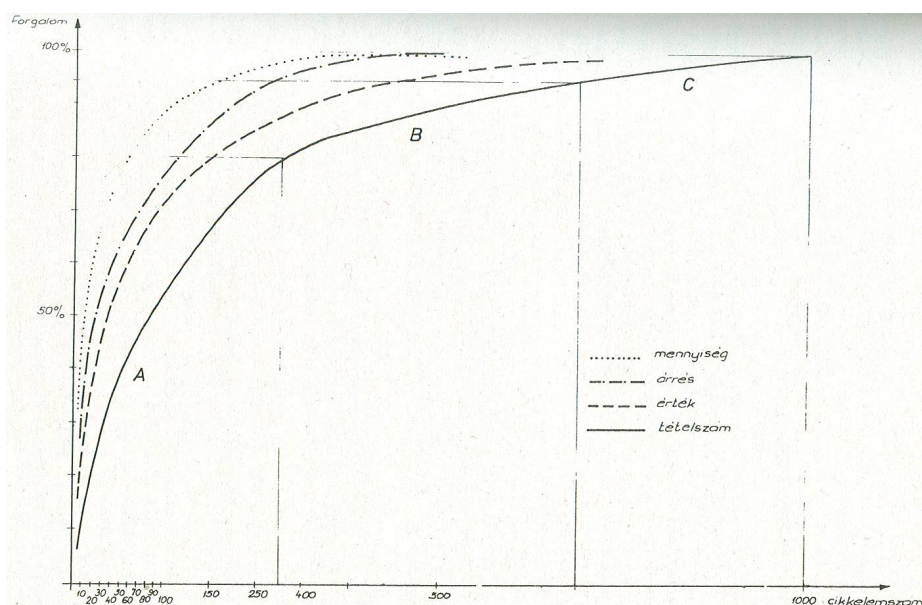
Az analízis menete:

1. a kiválasztott jellemző szerint az egyes cikkelemeket csökkenő sorrendbe állítjuk;
2. cikkelemenként kiszámítjuk a jellemző összértékéhez viszonyított (százalékban mért) részesedéseket;
3. a cikkelemeket a megválasztott határértékek szerint osztályozzuk (pl. az összforgalom első 80-85%-át szolgáltató cikkelemeket az A, a következő 10-12%-ot adó cikkelemeket a B, a maradékot a C kategóriába soroljuk);
4. ábrázoljuk a függvényt (Lorenz-görbe).

A Lorenz-görbe jellemző alakulása a 32. ábrán látható.

Az A jelű csoportba tartozó áruajták készletnagysága cikkelemenként pontosan számítandó, míg a B és C csoportba tartozó áruajták készletvizsgálatát egyszerűbb modellek segítségével, esetleg több áruajtára összevonásával – vezértermék választásával – végezhetjük.

A *mintavételezési eljárást* akkor alkalmazzuk, ha az A-B-C elemzés elvégzéséhez az adatok beszerzése nem biztosítható. Kellő számú áru fajta véletlenszerű kiválasztása és az ezekből képzendő raktárkészlet nagyságának meghatározása lehetőséget nyújt a teljes raktárkészletre való – meghatározott pontosságú – következtetésre.



32. ábra. Lorenz-görbe alakulása

3.5.3. Esettanulmány ipari késztermékraktár készletének, és áruforgalmának tervezési célú vizsgálatára és elemzésére

3.5.3.1. A mértékadó raktárkészlet meghatározása

A mértékadó tárolandó árukészlet meghatározásánál problémát okoz, hogy hosszabb statisztikai idősor a mértékadó készlet előrebecslésére nem áll rendelkezésre. Ennek fő oka, hogy a gyár mindössze 1,5 éve működik üzemszerűen, valamint nem csak kész piacokat vett át a céghálózat más gyáraitól, hanem a saját piac kiépítése is folyamatban van. Nyilván új piacok kiépítése hosszabb kereskedelmi folyamat eredménye lehet csak.

Szintén problémát okoz, hogy az alapvető gyártó berendezések mind beszerzésüket, mind működésüket tekintve újak és egyediek, így a kezelést végző operátorok még pillanatnyilag is begyakorlási időszakban vannak, és

ennek következtében a termékváltások egyelőre jelentős időtartamot igényelnek, de úgy tűnik, hogy ez radikálisan csökkenthető.

Mivel gyártóműről van szó, elvileg fontos lenne annak a költségviszonyát vizsgálni, hogy milyen sűrűn váltunk terméket, vagy viszonylag nagyobb tételt készletre gyártunk, és ezzel a raktározási költségeket növeljük. Sajnos ez a jelenlegi helyzetben nem kivitelezhető.

Szintén problémát okoz, hogy a jelenlegi vevőállomány, amely főként az elektronikai iparból kerül ki, igen hullámozó rendelésállománnyal rendelkezik, amely értelemszerűen visszahat a csomagolóanyag szükségletre is.

A következőkben a mértékadó raktárkészlet meghatározásához a gyár üzemszerű működésétől kezdve 2006. őszéig terjedő időszakot vizsgáljuk abból a szempontból, hogy heti, havi, és évszaki ingadozásokat mérjünk föl a számítógépes vállalatirányítási rendszerből a be- és kitárolás adataira nézve. Ezekből az adatokból úgy határozható meg készletállomány, hogy ezek a mennyiségek, tárolási időt tekintve két alapvető csoportra bonthatók:

- A konkrét rendelésre gyártott mennyiségek, melynek kiszállítása szinte folyamatosan történhet, és a hétvégeket is figyelembe véve maximum 2 hét tárolási idővel veendő figyelembe.
- Egy-egy rendelési tételnél a megrendelőtől függően történhet előre (forecast) gyártás, amelyre sajnos nem minden esetben jön újabb megrendelés, így ez a termék hosszabb ideig készleten marad, továbbá a kiszállítási műveletek során történhetnek sérülések, hibák, amelyek a vevőnél derülnek ki, és, hogy ezeket ne kelljen újra legyártani, többletmennyiség gyártására kerül sor. Jelenleg a késztermékraktár kapacitásának legnagyobb részét ez utóbbi termékek foglalják le.

A számítógépes rendszerben minden raktári mozgás nyomon követhető olyan mélységig, hogy az adott mozgatási műveletet, ki, mikor végezte, és ezek az adatok különböző keresési kulcsok szerint lehívhatók, csoportosíthatók. Ennek az állománynak a felhasználásával 2005. 06. és 2006. 09. hó között havi bontásban kigyűjtöttük a késztermékraktár adatait.

3.5.3.2. A készletállomány alakulásának előrebecslése

Az aktuális készletek terméktípusonként, és egységirakomány darabszámonként a számítógépes rendszerből folyamatosan meghatározhatók. Az aktuális készlet alakulásáról a számítógépes rendszerből táblázat kérhető le. A táblázatban megrendelőnként és azon belül típusonként a tárolt termékek az első oszlopban vannak felsorolva. A táblázat többi oszlopában

tárolási idők szerint van felbontva a teljes árukészlet. A táblázatban a következő tárolási időintervallumok találhatók:

- 0–2 hét,
- 3–5 hét,
- 6–13 hét,
- 14–26 hét,
- 26–52 hét,
- 53 hét fölött.

A mértékadó raktárkészlet megállapításához a táblázatos összeállításból két időintervallumot képzünk:

- 0–2 hét, mint JIT kiszolgálás,
- 3–∞, mint forecast-ból, és túlgyártásból származó termék.

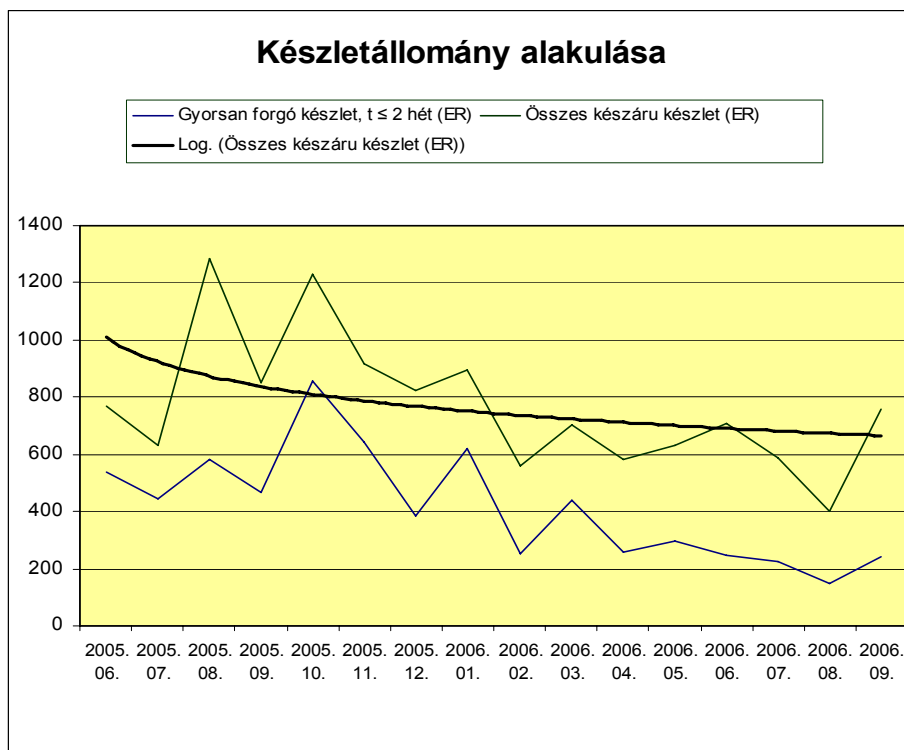
A készletállomány a rendszerből tárolóhely szerint is folyamatosan meghatározható, és a táblázatos lekérdezés itt is megvalósítható. Ebben a táblázatban oszloponként a következő ismérvek jelennek meg:

- a vevő neve,
- termékazonosító,
- a vevő termékleírása,
- a vevő rendelésazonosítója,
- készletes? (Készletre, vagy rendelésre gyártott),
- belső, gyártási azonosító,
- raktárterület és tároló hely,
- rakatmennyiség,
- rakat összeállítás,
- kor (tárolási idő),
- összes rendelt, foglalt rendelt és összesen.

A rendszerből az adatokat feldolgozva, a készletállományt és annak alakulását a 11. számú táblázat, és a 33. ábra mutatja be. Az összes készárú készlet alakulásának görbéjére logaritmikus regresszió görbe volt illeszthető, amely statisztikai próbával bizonyíthatóan reprezentatív módon mutatja az összes készárú készlet csökkenő tendenciáját, ami azt mutatja, hogy a gyártásprogramozás egyre begyakoroltabban tudja beállítani a gyártandó mennyiségeket.

11. táblázat. Havi bontásban a gyorsan forgó és az összes készáru készlet mennyiségének alakulása egységrakomány darabszámban

	Gyorsan forgó kész- let, $t \leq 2$ hét (ER)	Összes készáru készlet (ER)
2005. 06.	540	771
2005. 07.	446	633
2005. 08.	582	1285
2005. 09.	466	853
2005. 10.	858	1231
2005. 11.	642	917
2005. 12.	384	826
2006. 01.	620	895
2006. 02.	253	560
2006. 03.	441	703
2006. 04.	260	583
2006. 05.	299	631
2006. 06.	248	706
2006. 07.	224	590
2006. 08.	147	402
2006. 09.	241	759

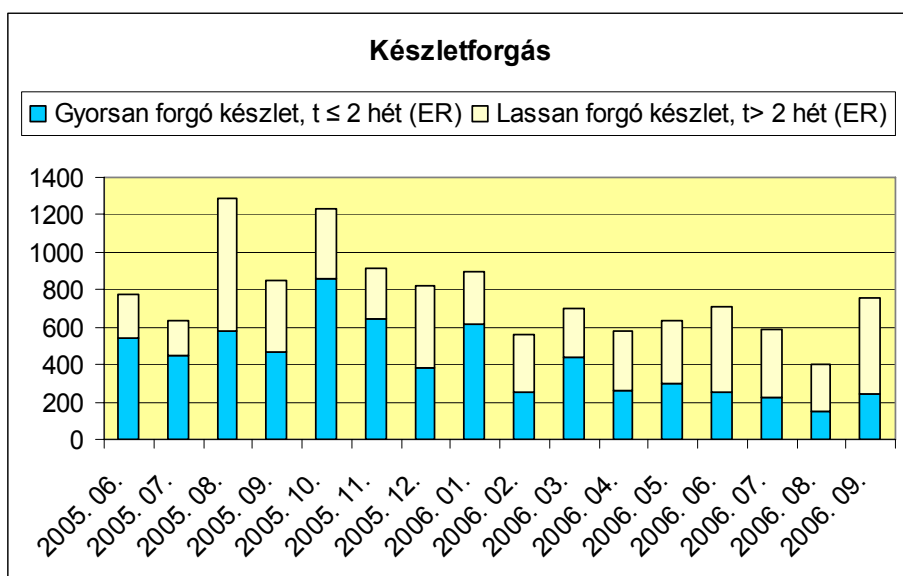


33. ábra. A készletállomány időbeli alakulása
a tartós irányzat meghatározásával

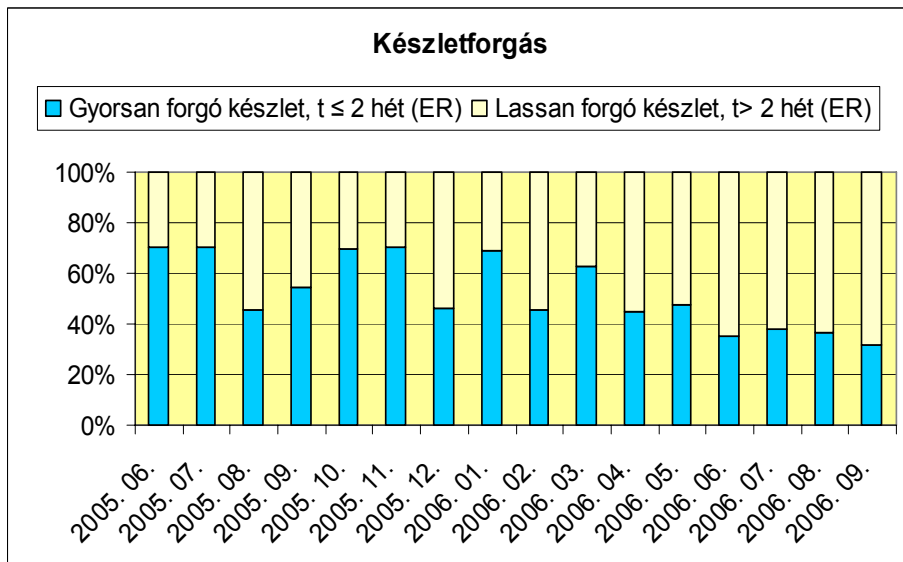
A gyorsan forgó (JIT jellegű) és a lassan forgó készlet arányainak időbeli változását a 12. táblázat és a 34. ábra mutatja be. Erről olyan diagramot is készítettünk (35. ábra), amely arányaiban mutatja az idő függvényében a gyorsan és lassan forgó készleteket. Az utóbbi idők növekvő arányú lassan forgó készlete annak a ténynek tudható be, hogy a vevőkör állandósult, a rendelésállomány kiszámítható, és így kevesebb gépátállítással célszerűvé vált viszonylag nagyobb mennyiségek gyártása, és logisztikai típusú tárolása.

12. táblázat. A gyorsan és lassan forgó készletek alakulása az idő függvényében egységrakomány darabszámban

	Gyorsan for- gó készlet, $t \leq 2$ hét (ER)	Lassan for- gó készlet, $t > 2$ hét (ER)
2005. 06.	540	231
2005. 07.	446	187
2005. 08.	582	703
2005. 09.	466	387
2005. 10.	858	373
2005. 11.	642	275
2005. 12.	384	442
2006. 01.	620	275
2006. 02.	253	307
2006. 03.	441	262
2006. 04.	260	323
2006. 05.	299	332
2006. 06.	248	458
2006. 07.	224	366
2006. 08.	147	255
2006. 09.	241	518

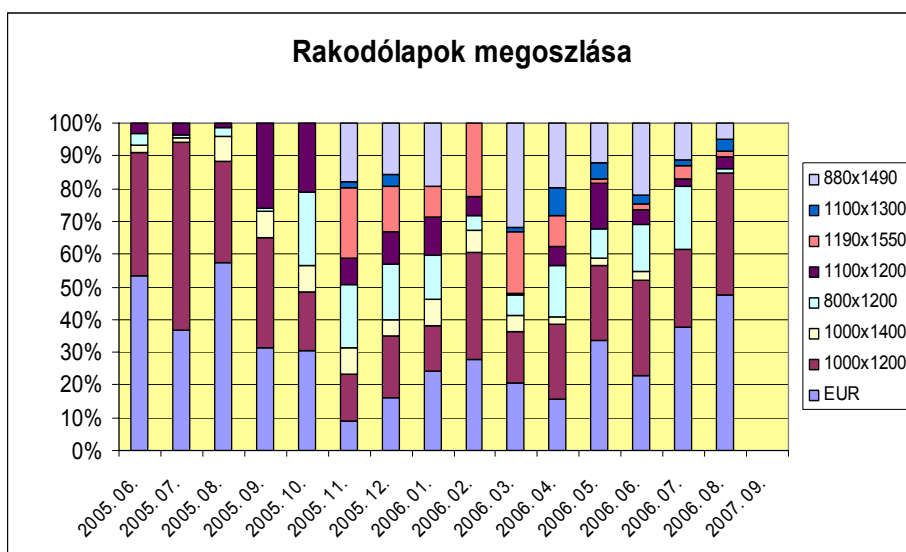


34. ábra. A gyorsan és lassan forgó készletek időbeli alakulásának oszlopdiagramja abszolút értékben



35. ábra. A gyorsan és lassan forgó készletek időbeli alakulásának oszlopdiagramja %-os megoszlásban

A raktártervezés szempontjából fontos, hogy ezek a készletek milyen rakodólap típusokon vannak elhelyezve, erre vonatkozóan a fenti idősorra kigyűjtöttük, hogy az adott tárolt árumennyiség, milyen méretű sík, fa rakodólapon van tárolva. Hasonlóképpen ezt az adatsort is %-os feldolgozásban szintén megadtuk. Ez utóbbit a 36. ábrán mutatjuk be.



36. ábra. A tárolt árukészletek rakodólap típusok szerinti megoszlása a vizsgált időtartományban

A raktár rekonstrukciós tervezéséhez felmértük a rakodólapok típusonkénti megoszlását, és annak változásait. Az elemzés eredményéből, mint mértékadó rakodólap összetétel a 13. táblázatban látható összeállítást készítettük. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a rakodólapok típusösszetételénél a rendeltéstől függő véletlen jelenséggel kell számolni, és ezért a tároló állványok típus kiválasztásánál viszonylag nagy méretrugalmasságra fogunk törekedni. A táblázatban a 800×1200 mm-es rakodólapok esetén csak minőségi eltérés van, ezért a továbbiakban ezeket együttesen kezeljük a további tervezés során.

13. táblázat. Az egyes sík fa rakodólapok összforgalomból való részesedése

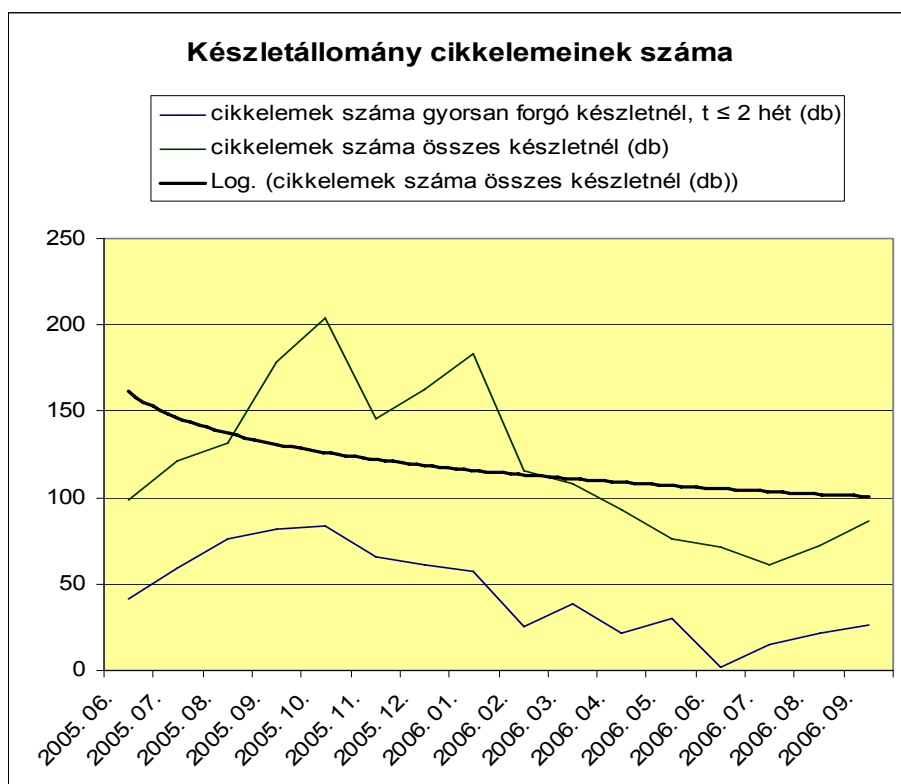
Rakodólap mérete (mm)	Felhasználás (%)
800×1200 EUR	29
800×1200 egyutas	12
1000×1200	24
1000×1400	5
1100×1200	6
1550×1190	10
1100×1300	2
880×1490	12

3.5.3.3. A cikkelem szám várható alakulása

Az előző pontban ismertetett készlet idősoron belül kigyűjtöttük, hogy az ott ismertetett hó végi aktuális készletmennyiségek és rakodólap típusok mellett, hány eltérő termék készül, amelyet külön cikkelemnek kell kezelni a hozzáférés szempontjából. A cikkelemek számát szintén két bontásban dolgoztuk fel. Nevezetesen külön vettük a gyorsan forgó és az összes készletek cikkelem számait. A cikkelem szám alakulására szintén logaritmikus regresszió volt ültethető, ami azt mutatja, hogy a rendelésállomány egyre homogénebb lesz. A cikkelem számokat tartalmazó idősort a 14. táblázat, és a 37. ábra mutatja be.

14. táblázat. A cikkelem szám meghatározása
a vizsgált időintervallumban

	cikkelemek száma gyorsan forgó kész- letnél; $t \leq 2$ hét (db)	cikkelemek száma ösz- szes kész- letnél (db)
2005. 06.	41	99
2005. 07.	59	121
2005. 08.	76	132
2005. 09.	82	179
2005. 10.	84	204
2005. 11.	66	146
2005. 12.	61	163
2006. 01.	57	183
2006. 02.	25	116
2006. 03.	39	108
2006. 04.	22	93
2006. 05.	30	76
2006. 06.	2	71
2006. 07.	15	61
2006. 08.	22	72
2006. 09.	26	86



37. ábra. A cikkek szám meghatározása a vizsgált időintervallumban, és a tartós irányzat előrebecslése

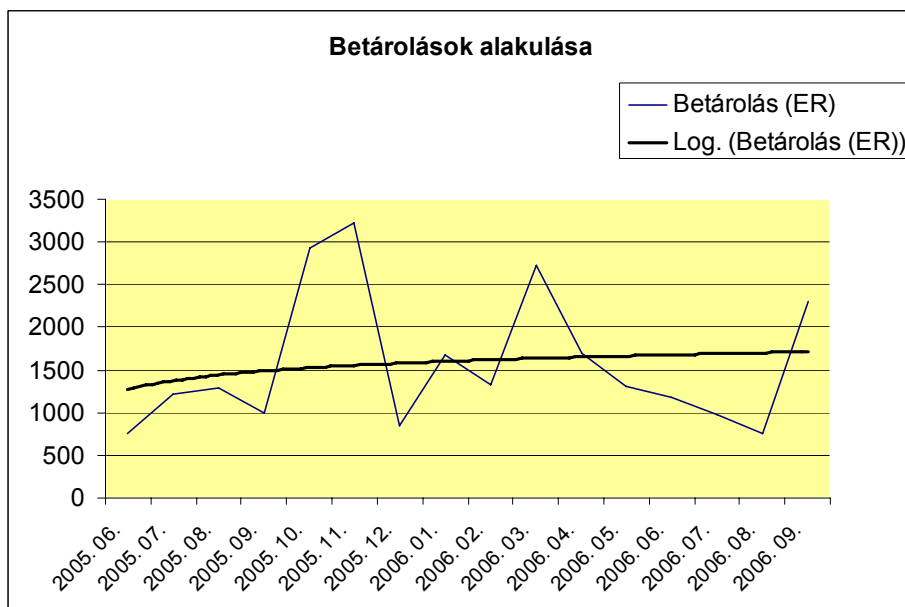
3.5.3.4. A mértékadó áruforgalom és várható alakulása

Az előző pontban ismertetett adatállomány felhasználásával feldolgoztuk a be-, illetve kitárolási feladatok nagyságát, és időszakonkénti eltéréseit. A 15. táblázat a vizsgált időszakban havonként feltünteti az összes betárolt egységrakomány darabszámát. Ugyanezt diagramban feldolgozva a 38. ábrán mutatjuk be, amely diagramra szintén logaritmikus regresszió volt ültethető.

15. táblázat. A betárolások havonkénti alakulása

	Betárolás (ER)
2005. 06.	750
2005. 07.	1207
2005. 08.	1295
2005. 09.	989
2005. 10.	2928
2005. 11.	3216
2005. 12.	852
2006. 01.	1674

	Betárolás (ER)
2006. 02.	1329
2006. 03.	2734
2006. 04.	1695
2006. 05.	1302
2006. 06.	1186
2006. 07.	975
2006. 08.	748
2006. 09.	2305

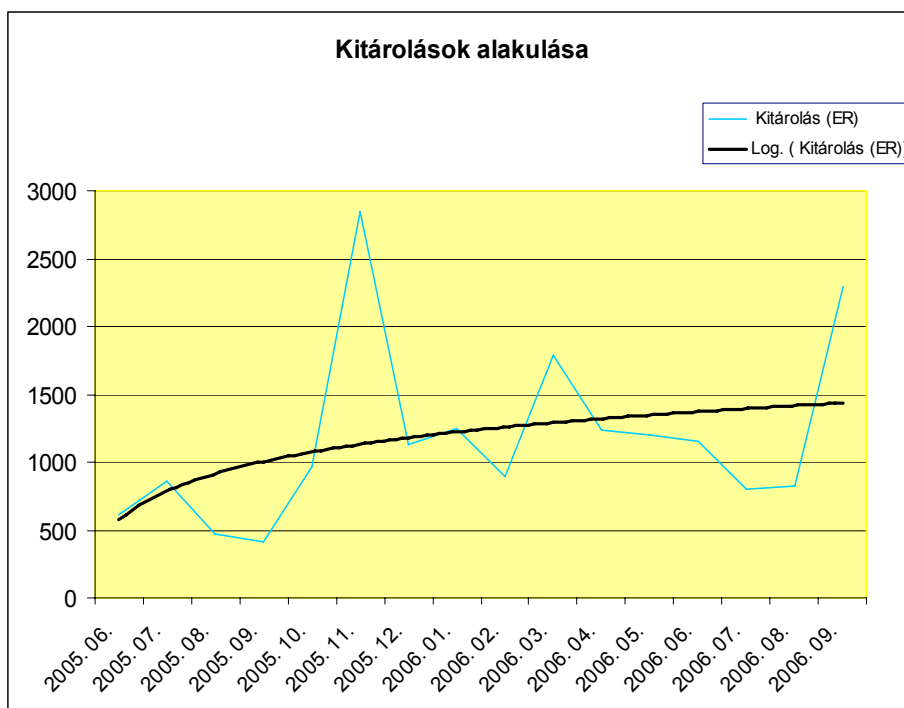


38. ábra. A betárolások havonkénti alakulása, és tartós irányzata

Ugyanilyen összeállítást készítettünk a kitárolásokra, amelyet a 16. táblázat és 39. ábra mutat be.

16. táblázat. A kitárolások havonkénti alakulása

	Kitárolás (ER)		Kitárolás (ER)
2005. 06.	616	2006. 02.	896
2005. 07.	857	2006. 03.	1793
2005. 08.	466	2006. 04.	1238
2005. 09.	414	2006. 05.	1204
2005. 10.	961	2006. 06.	1149
2005. 11.	2849	2006. 07.	802
2005. 12.	1130	2006. 08.	824
2006. 01.	1242	2006. 09.	2290

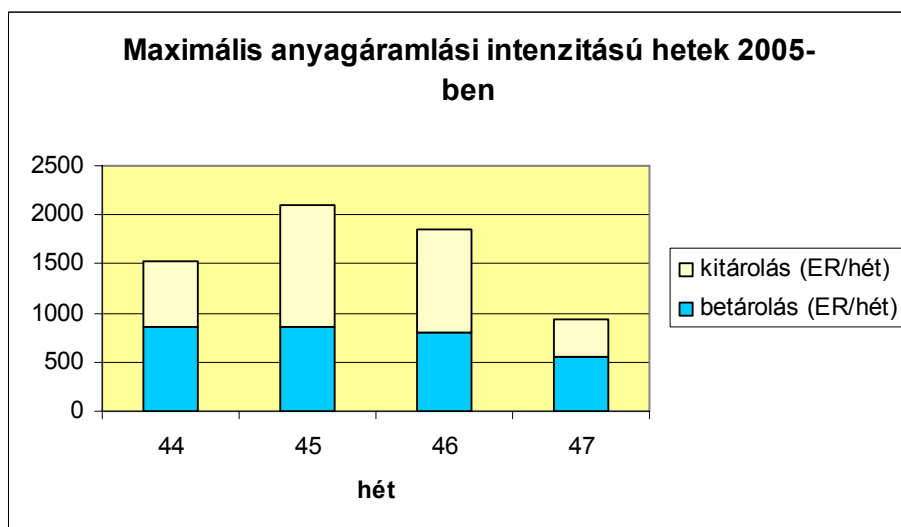


39. ábra. A kitárolások havonkénti alakulása, és tartós irányzata

Az anyagmozgatási kapacitás tervezéséhez átvizsgálva a be- és kitárolt mennyiségeket, kiderült, hogy a vizsgált időszakon belül a 2005. 11. hó (44-47. hét) volt a legnagyobb intenzitású. (Ld. 15. és 16. táblázat) Az ezekre a hetekre vonatkozó be- és kitárolásokat a 17. táblázat és a 40. ábra mutatja be.

17. táblázat. A legnagyobb anyagáramlási intenzitású naptári hetek a vizsgált időintervallumon belül (2005. 11. hó)

naptári hét	44	45	46	47
betárolás (ER/hét)	853	866	808	547
kitárolás (ER/hét)	667	1241	1051	379



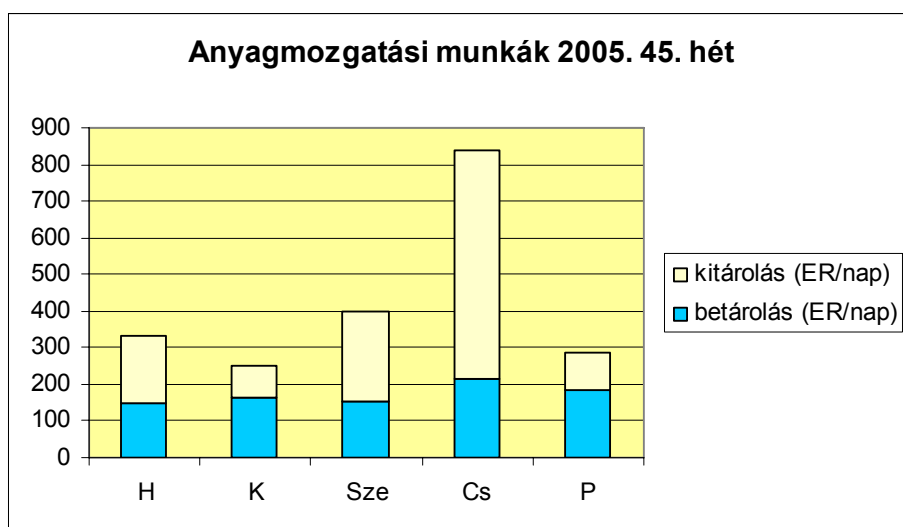
40. ábra. A legnagyobb anyagáramlási intenzitású naptári hetek a vizsgált időintervallumon belül (2005. 11. hó) oszlopdiagramban ábrázolva

A vizsgált heteken belül a 45. hét volt a legnagyobb anyagáramlási intenzitású. Ezt a hetet megvizsgálva a napi intenzitásokat kigyűjtöttük. A vonatkozó adatokat a 18. táblázat és a 41. ábra mutatja be. Az összeállításból kiderül – és ez általában jellemző –, hogy a héten belül a hét közepe a legerősebb időszak. A kedd és péntek viszonylag enyhébb, míg a hétfő tekinthető még jelentős mozgatási igénnyel bíró napnak. Az anyagmozgatási kapacitás számításánál azt a tény is figyelembe kell vennünk, hogy az

alapanyag beérkezések főként hétfői és pénteki napokra esnek, amely abból a szempontból kedvező, hogy így a mozgatási szükségletek a teljes hét folyamán megközelítőleg egyenletessé válnak.

18. táblázat. Az anyagáramlási intenzitás megoszlása a hét egyes napjai között a legnagyobb intenzitású időszakot figyelembe véve

2005. 45. hét	H	K	Sze	Cs	P
betárolás (ER/nap)	149	163	155	217	182
kitárolás (ER/nap)	184	90	245	620	102

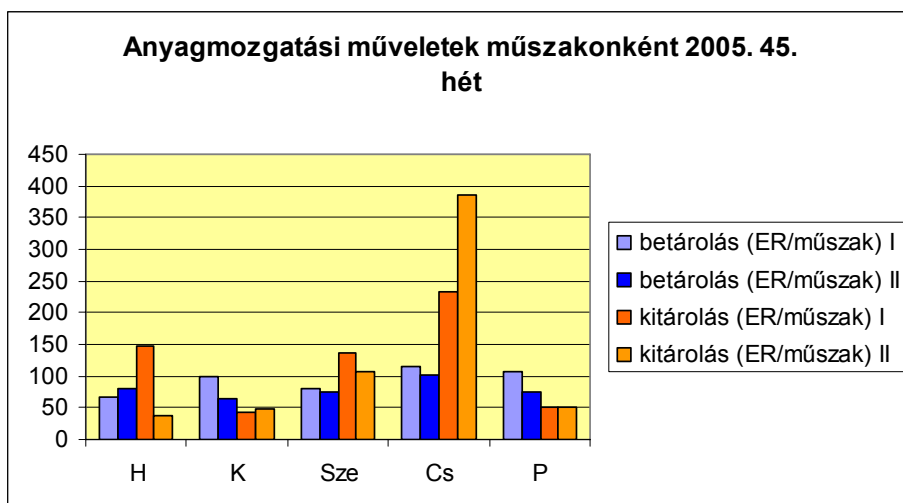


41. ábra. Az anyagáramlási intenzitás megoszlása oszlopdiagramon a hét egyes napjai között a legnagyobb intenzitású időszakot figyelembe véve

A vizsgált legnagyobb intenzitású héten az üzem két műszakban dolgozott, így a szükséges anyagmozgatási kapacitás meghatározásához, műszakokra fel kellett bontanunk a 41. ábrán látható anyagáramlási intenzitást. A 19. táblázat és a 42. ábra műszakokra bontva mutatja be a be- és kitárolási igényeket.

19. táblázat. Az anyagáramlás intenzitása műszakonként a hét egyes napjain a forgalom szempontjából legerősebb héten

2005. 45. hét	betárolás (ER/műszak)		kitárolás (ER/műszak)	
	I	II	I	II
H	68	81	147	37
K	98	65	42	48
Sze	81	74	137	108
Cs	115	102	234	386
P	108	74	51	51



42. ábra. Az anyagáramlás intenzitása műszakonként a hét egyes napjain a forgalom szempontjából legerősebb héten oszlopdiagramon

A raktár tárolási- és anyagmozgatási kapacitásának tervezésekor ezeket az adatokat célszerű figyelembe venni, mivel ekkor dolgoztak a termelő gépsorok a legnagyobb kapacitással.

3.6. Raktárak és tárolók telepítése

3.6.1. A telepítés általános szempontjai

A *telepítési hely megválasztásakor* – a számításba vehető helyek közül – a műszaki gazdasági szempontból legkedvezőbb megoldást kell megkeresnünk. A telepítési hely megválasztását számos (részben nem számszerűsíthető) tényező befolyásolja, így az optimális hely csak sokoldalú (termelési, ellátási, forgalmazási stb.) komplex vizsgálatok alapján jelölhető ki. A telepítési hely megválasztására felállított célfüggvények rendszerint csak a számszerűsíthető paramétereket tartalmazzák, az így megállapított telepítési hely nem minden esetben optimális.

A telepítési hely megválasztásának legfontosabb szempontjai az alábbiakban foglalhatók össze:

1. A raktár, illetve tároló lehetőség szerint annak az anyagáramlásnak a centrumában legyen, amely üzemen belül, vagy a körzet felől feléje, illetve a raktárból kifelé irányul. Így biztosítható az áru legkedvezőbb útja, a legkisebb anyagmozgatási, illetve szállítási teljesítménnyel való kiszolgálás.
2. Biztosítani kell az üzemi út-, illetve a közlekedési hálózatba való bekötés legkedvezőbb lehetőségét.
3. A telepítési hely lehetőség szerint közművesítve legyen (villamosenergia-, víz-, csatornahálózattal rendelkezzen).

A telepítési hely megválasztását nagymértékben befolyásolja a raktár- vagy tároló funkciója is.

Az *ipari raktárak* rendszerint a termelési egységekhez kapcsolódnak, így csupán az üzem területén belüli elhelyezést kell megoldani.

A *mezőgazdasági raktárak* a mezőgazdasági termelőüzemek alapanyagainak raktározására (vetőmagtárolás, műtrágyarakár stb.) készletgyűjtésre (felvásárlás), vagy feldolgozó üzemi (keveréktakarmány-gyártás) célokra épülhetnek. A rendeltetésüktől függően más-más telepítési feladatok adódnak.

A *kereskedelmi raktárak* telepítésekor elsősorban az ellátási funkcióból kell kiindulni. A korszerű nagykereskedelmi raktárak – a gyors és szakszerű áruterítés és a gazdaságos üzemeltetés céljából – ma már szakosítva (pl. élelmiszer, ruházati, bútor- stb. raktárak) épülnek, de ugyanakkor több szakosított raktár egy komplex raktártelepet képez.

A *közlekedési raktárak* részben saját üzemi raktárak (a közlekedésüzem fenntartásához szükséges anyagokat, alkatrészeket stb. raktározzák), részben a fuvarozás tárgyát képező áruk ideiglenes raktározását biztosítják (átmenő raktárak). A kétféle raktártípusok rendeltetése különböző, telepítési helyük eltérő. Az üzemi raktárak a közlekedésüzemi fenntartóhelyekre (közúti közlekedési vállalatok, járműjavítók stb.) az átmenő raktárak formai csomópontokra települnek.

A *közraktárak telepítésekor* az ellátandó körzetbe való centrális telepítés az elsődleges szempont. Igen gyakori azonban a vasúti, a közúti és a vízi szállítás csomópontjaiba való telepítés.

A különböző funkciójú raktárak közül – a tervezési gyakorlatban komolyabb problémát jelentő – ipari, kereskedelmi és közlekedési raktárak sajátos telepítési problémáit foglaljuk össze.

3.6.2. Üzemi raktárak telepítése

Az *üzemi raktárak feladata* az üzem szempontjából kiinduló termék (nyersanyag) meghatározott mennyiségének raktározása (nyersanyag-raktárak), egyes technológiai műveletek után szükségessé váló átmeneti (műveletközi) raktározás (műveletközi vagy félkésztermék-raktárak) és az üzem szempontjából elkészültnek tekinthető termékek raktározása (késztermék-raktárak).

A *nyersanyag, a félkész- és a késztermékraktárak* telepítésekor a legelőnyösebb kiszolgálási rendszert kell biztosítani, hogy az árut a legrövidebb úton, a legkisebb anyagmozgatási teljesítménnyel lehessen a rendeltetési helyre juttatni.

A nyersanyag-raktárakat az első üzembrész, illetve technológiai munkahely közelében, a félkésztermék-raktárakat a termelési utak találkozási helyének közelében, míg a késztermék-raktárakat az üzem legutolsó munkahelyének (általában szerelő-részlegének) közelében célszerű elhelyezni.

Az elhelyezési probléma megoldásakor a legkisebb anyagmozgatási teljesítmény, a termelés és a raktározás összehangoltságának biztosítása mellett a helyi viszonyok (a rendelkezésre álló terület, az anyagmozgatási úthálózatba való bekötés stb.) is döntőek lehetnek.

Külön problémát jelent az üzemi raktárak elhelyezése akkor, ha több termelőüzemrészt kell kiszolgálni, illetve több helyről kell feltölteni. Ez esetben – különösen térben kiterjedt fekvésű nagyüzemek esetén – a centralizált és a decentralizált (a termelés folyamatával összehangolt több kisebb) raktárak létesítésének problémája vetődik fel.

A *centralizált raktár* ugyanazon üzem területén több üzemrészt szolgál ki. Előnyei:

1. szervezettebben lehet foglalkoztatni a raktári dolgozókat,
2. jobban megszervezhető az ügyintézés,
3. az anyagmozgató gépek, a raktártér és a terület jobban kihasználhatók,
4. a raktárkészlet jobban áttekinthető, az átvétel és az ellenőrzés központosított.

Hátránya: a raktár és az üzemrészek közötti nagy távolság.

A centralizált üzemi raktárak telepítési helyének megválasztására az anyagmozgatási teljesítményeket minimalizáló grafikus (közelítő) módszerek (mint pl. a háromszög-módszer, a Muther-módszer) és a matematikai módszerek (pl. a lineáris programozási módszerek) egyaránt alkalmazhatók (lásd még a 3.2.2. pontban leírtakat). Amennyiben a telepítési hely megválasztásakor a nem számszerűsíthető tényezők (bővítési lehetőség, közművesítési lehetőség stb.) befolyásoló szerepe nem hanyagolható el, célszerűen alkalmazhatók a minősítő (teszt) módszerek is.

A *decentralizált raktárak* a kapcsolódó üzemrészekhez telepíthetők. Hátrányként a centralizált raktáraknál említett előnyök jelentkeznek. A decentralizált telepítés előnyeként említhető, hogy csökkenthetők az üzem területén adódó forgalmi torlódások, és a raktári anyagmozgatást végző gép az első munkahelyet közvetlenül kiszolgálhatja.

A centralizált vagy decentralizált telepítés melletti döntést az üzem jellege és a termelés volumene mellett a helyi viszonyok (az üzem, illetve az üzemi vezetés vertikális vagy horizontális tagoltsága) is befolyásolják.

Az *üzemi raktárak beillesztése az üzemi anyagáramlásba*. A decentralizált telepítésű, valamint egyetlen üzemet vagy üzemrészt kiszolgáló raktárak helyének, illetve helyzetének megválasztásakor a kiszorgálandó üzem (üzemrész) anyagáramlási irányát, illetve sajátosságait is figyelembe kell venni.

3.7. Darabáruk (egységrakományok) raktározása hagyományos raktárakban

3.7.1. A hagyományos raktárak technológiai tervezésének általános szempontjai

A *raktárak technológiai tervezése* a telepítéssel, az anyagmozgatással és a tárolással összefüggő, és az azokhoz kapcsolódó járulékos feladatok számbavételét és megoldását, a raktárak létesítésével kapcsolatos egyéb (építészeti,

út-vasútépítési, közművesítési stb.) tervek elkészítéséhez szükséges jellemzők megadását jelenti.

A raktározás – tervezési szempontból – bonyolult rendszer, amelynek egyes elemeit (folyamat, épület, gépészet stb.) az adott szakterület szakemberei kell, hogy megtervezzék, azaz a tervezést az egyes részterületek szakembereiből álló, összehangoltan dolgozó „team” kell, hogy végezze.

A *bonyolult rendszerek korszerű tervezésének alapja* a folyamat centrikusság, azaz a további elemeknek a folyamatelem által megszabott követelményekhez való alkalmazkodása. A technológia tervezése tehát nagy körültekintést tesz szükségessé, jelentős információhalmaz feldolgozását, és rendszerint nagy matematika-apparátus igénybevételét kívánja. Ezért a hagyományos tervezési módszerek helyett egyre inkább a számítógépes tervezési módszerek kerülnek előtérbe. A számítógépes tervezési módszerek alkalmazását teszi szükségessé a tervek több változatban – de rövid átfutási idővel – való kidolgozásának (majd az optimális változat kiválasztásának) egyre gyakrabban felmerülő igénye is.

A raktárak technológiai tervezésének modelljét ezért olyan logikai sorrendben célszerű felépíteni, hogy az manuális és számítógépes tervezésre egyaránt alkalmazható legyen. A tervezés során számos olyan tervezési lépéssel kell számolni, amelyek hagyományos tervezés esetén csak párhuzamosan végezhetők (pl. az anyagmozgatási és a tárolási folyamat tervezése). Ezeket a tervezési lépéseket számítógépes tervezés esetén visszacsatolással lehet összefüggésbe hozni.

A raktárak technológiai tervezése – a telepítési hely megválasztása és a tárolandó készlet nagyság meghatározása után – az alábbi főbb lépések szerint végezhető:

1. a raktárterület előzetes meghatározása,
2. a raktárépület főbb jellemzőinek meghatározása,
3. az anyagmozgatási folyamat tervezése,
4. a tárolási folyamat tervezése,
5. a raktárterület végleges meghatározása,
6. a közlekedési kapcsolatok tervezése,
7. a raktárépület tervezéséhez szükséges jellemzők meghatározása,
8. az áru gyűjtés módjának megválasztása,
9. az anyagmozgató és tárolóeszközök és berendezések mennyiségének, valamint a munkaerő-szükségletnek a meghatározása,
10. az információáramlás, illetve az árunyilvántartás tervezése és
11. a költségek meghatározása, mutatószámok képzése.

3.7.1.1. A raktárterület előzetes meghatározása

Általános szempontok

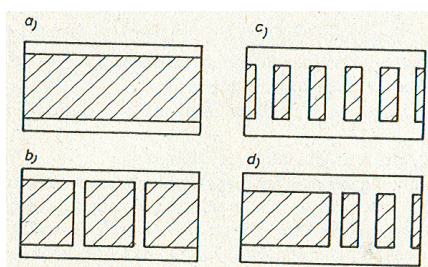
A *raktárterület előzetes meghatározása* kiindulási alapul szolgál a raktárépület kialakításához, illetve az anyagmozgatási és a tárolási folyamat tervezéséhez. A raktárterület előzetes meghatározásához viszont már előzetes döntést kell hozni az anyagmozgatás és a tárolás rendszeréről.

Az *anyagmozgatási rendszer* az általa biztosított halmazolási magasságon és az általa igényelt anyagmozgatási út szélességén keresztül (20. táblázat) befolyásolja a raktárterület nagyságát.

20. táblázat. Anyagmozgatási rendszerek által biztosított halmazolási magasság és az igényelt útszélesség

Anyagmozgatási rendszer	Elérhető halmazolási magasság (m)	Anyagmozgatási út szélessége (m)
Kézi	2,0 2,2	1,0 2,0
Targoncás	4,0 7,0	1,5 3,5
Darus	4,5 10,0	1,7 2,5
Állványkiszolgáló gép	6,0 30,0	1,0 2,0

Az áruhalmazok vízszintes elrendezése szerint képzett tárolási rendszer (43. ábra) pedig az anyagmozgatási rendszerrel összefüggésben – a raktárterület kihasználhatóságát szabja meg.



43. ábra. Az áruhalmazok vízszintes elrendezése szerint képzett tárolási rendszerek

a) tömbtárolás, b) osztott tömbtárolás, c) soros tárolás, d) vegyes tárolás

A hasznos tárolóterület nagyságának meghatározása

A *hasznos tárolóterület nagysága* a raktározandó áruk mennyiségétől és a hasznos magasságtól függ.

Az áruajtánként raktározandó készlet:

$$Q_{\max} = q_o + Q_b(t),$$

ahol:

q_o : az optimális rendelési tételemnagyság (t), és

Q_b : a biztonsági készlet (t).

A teljes készlet:

- azonos rendelési időközök esetén:

$$Q_{\max}^n = \sum_{i=1}^n q_o + \sum_{i=1}^n Q_b(t),$$

- eltérő rendelési időközök esetén:

$$Q_{\max}^n = \rho \cdot \sum_{i=1}^n q_o + \sum_{i=1}^n Q_b(t),$$

ahol:

n – az áruajták száma,

$\rho = 0,5 \dots 1,0$ (egyidejűsítési tényező).

Amennyiben az optimális rendelési tételemnagyságot és a biztonsági készletet az áruajták egy részére állapítottuk meg, a teljes készlet meghatározásakor a vizsgálatba be nem vont áruajták körét is figyelembe kell venni.

Az *áruajták fajlagos tömege* (γ) szabályos kiterjedésű (pl. dobozolt, ládázott, henger alakú stb.) áruk esetén egyszerű méréssel és térfogatszámítással határozható meg. A különböző áruajták fajlagos tömegét egyébként tárolási előírások tartalmazzák.

A *hasznos magasságot* (m_h) úgy kapjuk meg, hogy a tárolási magasságból levonjuk a tárolási rendszertől függő – tárolásra nem használt – magasságrészeket.

A tárolási magasság (m) viszont az alkalmazott anyagmozgatási és tárolási rendszertől függ. Esetenként (pl. eszköz- és berendezés nélküli tárolási rendszer, vagy síkrakodólapos tárolás mellett) a csomagolás teherbíró képessége és a tárolási előírások is korlátozhatják a tárolási magasságot.

A közvetlen halmazolással egymásra helyezhető egységakományok számát (n_i) korlátozhatja rakodólapos egységakományok tárolása esetén:

- a raktárépület szabad belmagassága,
- a tároló-, illetve csomagolóeszközök halmazolási igénybevételének nagysága,
- a tárolótéri anyagmozgatást végző anyagmozgató gépek maximális emelési magassága,
- a födémteherbírás nagysága (rendszerint csak többszintes raktárak esetében jelent korlátozó tényezőt).

A raktárépület szabad belmagassága szempontjából egymásra helyezhető egységakományok maximális száma az i -edik tárolóeszköz-típusból az alábbi összefüggéssel határozható meg:

$$n_i = \frac{h - b_i}{h_{ui}},$$

ahol:

- h : a raktárépület szabad belmagassága (a hazai viszonylatban kifejlesztett egyszintes ipari típusépületek általában max. 6,0 ... 7,2 m szabad belmagasságúak);
- b_i : a födém és a tárolt áruk között tűzrendészeti okokból szükséges biztonsági távolság (50 ... 80 cm);
- h_{ui} : az i -edik egységakomány magassága.

Az egymásra helyezhető tárolóeszköz-számot korlátozhatja a több rétegben megengedett hasznos terhelés értéke (M_{hi}):

$$n_i = \frac{M_{hi}}{M_i},$$

ahol:

- M : az i -edik tárolóeszközben, illetve tárolóeszközön tárolt áru tömege.

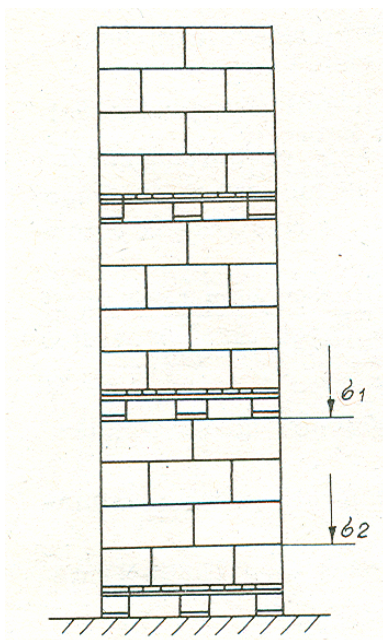
Sík rakodólapos egységakományok esetében az egymásra halmazolható rakományok számát az alkalmazott csomagolóanyagok nyomószilárdsága is korlátozhatja. A legelső rakodólap legfelső áru rétegét:

$$\sigma_1 = \frac{(n-1) M_r \cdot g}{F_t} \left(\frac{N}{m^2} \right),$$

a legalsó áruréteget:

$$\sigma_2 \cong \frac{n \cdot M_r \cdot g}{F_f} \left(\frac{N}{m^2} \right)$$

nyomófeszültség terheli (44. ábra).



44. ábra. Vázlat a halmazási igénybevételből származó nyomófeszültség alakulásának vizsgálatához

Az összefüggésekben

n : az egymásra halmazolt rakodólapos rakományok számát,

M_r : egy rakodólapos rakomány bruttó tömegét,

F_t : a rakodólap talpchevedereinek felületét (m^2),

F_f : a rakodólap áruval fedett fedlapjának alapterületét (m^2) és

g : a nehézségi gyorsulást: 9,81 m/s

jelöli.

Szabványos 800×1200 mm alapterületű sík fa rakodólapok esetén:

$$F_t = 0,414 \text{ m}^2, \quad F_f = 0,762 \text{ m}^2, \quad \text{a } \sigma_1/\sigma_2 \text{ arány pedig:}$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{\frac{(n-1)M_r g}{0,414}}{\frac{nM_r g}{0,762}} = 1,83 - \frac{1,84}{n},$$

$n > 2$ esetén $\sigma_1/\sigma_2 > 1$; ebből adódik, hogy az egymásra halmozható sík rakodólapos egységgrakományok száma $\sigma_1 = \sigma_m$ helyettesítésével az alábbi összefüggés alapján számítható:

$$n = \frac{\sigma_m \cdot F_t}{M_r g} + 1$$

ahol σ_m az alkalmazott csomagolóanyagok megengedett nyomószilárdsága. A σ_m értékei:

- faláda esetében: 50 000...65 000 N/m²,
- jó minőségű ötrétegű hullámpapírból kialakított dobozokba csomagolt önhordó termékek esetében 30 000...45 000 N/m²,
- gyengébb minőségű ötrétegű hullámpapírból kialakított dobozokba csomagolt, nem önhordó termékek esetében: 10 000...15 000 N/m².

Az áruajtánként szükséges hasznos tárolóterület:

$$f_h = \frac{Q_{\max}}{\gamma \cdot m_h} (m^2).$$

A teljes készlet raktározásához szükséges hasznos tárolóterület:

$$f_h^{(n)} = \sum_{i=1}^n f_h (m^2).$$

A hasznos tárolóterület nagysága meghatározható az egyidejűleg raktározásra kerülő egységgrakományok számának ismeretében is:

$$f_h^{(n)} = \sum_{i=1}^n \frac{N_i}{z_i} \cdot f_e (m^2),$$

ahol:

N_i : az árufajtánként raktározandó egységgrakományok száma,

z_i : az oszloponként elhelyezhető egységgrakományok száma,

f_c : az egységgrakomány alapterülete (m^2).

A kiegészítő területek nagyságának meghatározása

A kiegészítő területszükséglet az alábbi összefüggéssel számítható:

$$f_{\text{kieg}} = f_{\text{közl}} + f_{\text{kez}} + f_{\text{am}} + f_{\text{ig}} \text{ (m}^2\text{)},$$

ahol:

$f_{\text{közl}}$: a fő- és mellékközlekedési (anyagmozgatási) utak területszükséglete (m^2),

f_{kez} : az áru átvételére, osztályozására és kiadására szolgáló terület (m^2),

f_{am} : az anyagmozgató és tárolóeszközök (pl. kézi emelővillás targoncák, rakodólapok stb.) tárolásához szükséges területszükséglet (m^2),

f_{ig} : a raktáron belüli igazgatási és szociális helyiségek területszükséglete (m^2).

A fő- és a mellékközlekedési utak területszükséglete – az előzetes számításokhoz – közelítő tapasztalati adatok alapján vehető figyelembe, az alábbiak szerint:

$$f_{\text{közl}} = \tau \cdot f_h \text{ (m}^2\text{)},$$

ahol τ az anyagmozgatási és tárolási rendszertől függő szorzó tényező (21. táblázat).

21. táblázat. A τ szorzótényező közelítő értékei

Anyag- mozgatási rendszer \ Tárolási rendszer	Tömb	Osztott tömb	Soros	Vegyes
Kézi	0,1...0,2	0,2...0,4	0,8...1,0	0,2...0,7
Targoncás	0,1...0,3	0,3...0,5	0,9...1,4	0,3...0,8
Darus			0,7...1,0	0,3...0,6
Állványkiszolg. gépes			0,6...0,8	0,3...0,5

Az áru átvételére, osztályozására és kiadására szolgáló (manipulációs) területek nagyságát az árukezelés napi volumene (a naponta bevételre és kiadásra kerülő áruk mennyisége) és a helyiségekben végzendő műveletek (mennyiségi és minőségi ellenőrzés, csomagolás, tétel-összeállítás stb.) száma befolyásolja. Az átvevő és a kiadóhelyiségek területét célszerű úgy megválasztani, hogy a naponta kezelt árumennyiség 20...60%-a ott elhelyezhető legyen. Így a járművek rakodásával kapcsolatos műveletek gyorsan elvégezhetők, az állásidő a minimálisra csökken.

Amennyiben átvételkor, illetve kiadáskor nem kell ellenőrzést, rakománybontást vagy egyéb műveletet végezni, az átvevő, illetve a kiadóhelyiség elhagyása megfontolandó.

Az anyagmozgató és tárolóeszközök tárolásához szükséges területet állványos tárolási rendszer mellett kell számításba venni. A megüresedett egység-
rakomány-képző eszközök, esetenként a kézi szállítóeszközök elhelyezésére a manipulációs helyiségek közelében célszerű területet biztosítani.

A raktáron belüli igazgatási és szociális helyiségek területe a raktári dolgozók előre becsült létszáma és az egyes helyiségek kialakítására vonatkozó területnormák alapján számítható.

3.7.1.2. A teljes terület nagyságának és a terület-kihasználási tényezőnek a meghatározása

A teljes raktárterület a hasznos (f_h) és a kiegészítő (f_{kieg}) területek összege. Vagyis:

$$f_o = f_h + f_{kieg}.$$

A terület-kihasználási tényező (α) a hasznos terület és a teljes terület viszony-száma:

$$\alpha = \frac{f_h}{f_o} 100\%.$$

A kihasználási tényező mindig kisebb egynél; általában 0,3...0,8 között változik. Értéke a gépesítési és a tárolási rendszertől, és a teljes terület nagyságától függ.

A terület-kihasználási tényező – a gépesítési és a tárolási rendszertől függő – közelítő értékeit a 22. táblázat tartalmazza.

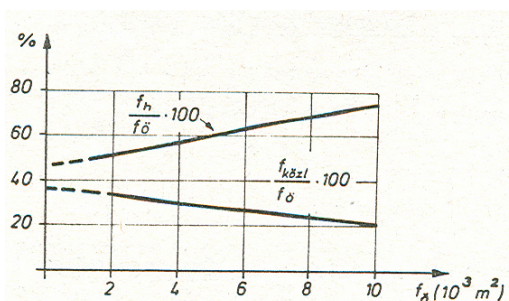
A kihasználási tényező és a korábban meghatározott hasznos alapterület ismeretében a globális raktárterület számítható.

A kiegészítő területek viszonylagos nagysága – így a kihasználási tényező értéke is – a teljes terület nagyságától függ.

22. táblázat. A terület-kihasználási tényező (α) közelítő értékei

Tárolási rendszer Anyag- mozgatási rendszer	Tömb	Osztott tömb	Soros	Vegyes
Kézi	0,7...0,8	0,6...0,7	0,4...0,5	0,5...0,7
Targoncás	0,6...0,7	0,5...0,6	0,3...0,4	0,4...0,6
Darus			0,4...0,5	0,5...0,6
Állványkiszolgáló gépes			0,5...0,6	0,5...0,6

A fő- és a mellékközlekedési utak, valamint a hasznos terület és a teljes raktárterület viszonyának alakulását a 45. ábra szemlélteti.



45. ábra. A közlekedési utak területszükséglete és a teljes terület viszonyának, valamint a területkihasználási tényezőnek alakulása a teljes terület függvényében

A fenti diagramok – egyéb tényezők mérlegelésével – alkalmasak az optimális raktárnagyság meghatározására. A méretek növelésének gazdaságfokozó hatása – mint elvi alap – a nagyobb raktárak létesítésének irányába mutat. A fentieken kívül a megfelelő kihasználással üzemelő nagyobb raktárak gépesítése hatékonyabb, fajlagos mutatói kedvezőbbek. A kereskedelmi és a begyűjtő raktárak optimális nagyságának meghatározásakor azonban a gyűjtő és a terítő szállítások költségeit is figyelembe kell venni.

A raktár befogadóképességének növelése a szállítási távolságok – tehát a szállítási költségek – növelésével jár, így a túlzott mértékű centralizáció gazdaságtalan lehet.

3.7.2. A raktárépület főbb jellemzőinek meghatározása

Általános szempontok

A raktárak kialakíthatók önálló, külön épületben, vagy más funkciójú épülettel közösen, egy- vagy többszintes kivitelben. Készülhetnek továbbá rakodóval vagy rakodó nélkül – azonos alapterület mellett is – különböző alapterületekkel.

Önálló épületként kerülnek kivitelezésre általában a nagyobb üzemek kiinduló anyagraktárai, illetve készáru-raktárai, valamint a kereskedelmi és begyűjtő raktárak. Más funkciójú épülettel közösen, vagy azon belül alakíthatók ki kisebb üzemek raktárai (félkésztermék-raktárak, szerszámraktárak, kézraktárak stb.).

A raktárak építészeti tervezésekor a raktár technológiai funkciójából kell kiindulni, de figyelembe kell venni a raktárt érintő szállítási lánc technikai jellemzőit (a be- és a kiszállító járművek paramétereit), a be- és a kiszállítás gyakoriságát is.

Anyagmozgatási és tárolási folyamat szempontjából az a raktárépület tekinthető kedvezőbbnek, amelyik kevés válaszfallal rendelkezik, a tartóoszlopok osztása előnyös, az alapterület és a belmagassága az anyagmozgatási és a tárolási rendszerhez igazodik.

Típustervek, illetve típuselemek alkalmazása rendszerint csökkenti az épület beruházási költségeit. Típustervek kialakítására hazai viszonylatban is több kezdeményezés történt. Az eddig kialakított típustervek alapján egyszintes rakodó nélküli csarnokraktárak építhetők vasbeton-, illetve könnyű acélvázas szerkezettel. Az oszloposztásuk 12×3 m, 9×9 m, 6×1 m, 12×18 m, 12×24 m, 24×24m. A típustervek alkalmazására akkor célszerű, ha az – a helyi sajátosságokat is figyelembe véve – az anyagmozgatási és a tárolási folyamat, a közlekedési kapcsolatok stb. kialakítása szempontjából nem kedvezőtlen.

A raktárépület előzetes kialakításakor 1. az egy- vagy többszintes raktárak építésének lehetőségét, 2. az alapterület és az alapterület nagyságát, 3. a rakodó építésének vagy elhagyásának lehetőségét, és 4. a manipulációs helyiségek elhelyezését kell vizsgálni.

Az egy- vagy többszintes raktárak létesítési lehetőségének vizsgálata

Az egy- és a többszintes megoldás technológiai vonatkozásai. Az egy- és többszintes raktárak – az építészeti kialakítás, helyigény stb. mellett – anyagmozgatási és tárolási technológiai szempontból is különböznek.

Mindkét megoldásnak megvannak az előnyei és a hátrányai is.

Az egyszintes megoldás előnyei:

1. A tárolóterület jobban kihasználható, mivel nem csökkenti a lépcsőházak, a függőleges anyagmozgató eszközök (felvonók, elevátorok, csúszdák stb.) által igénybevett területek;
2. a tartóoszlopok elmaradása vagy nagyobb távolságra való telepítési megkönnyíti az anyagmozgatási és tárolási folyamat kialakítását;
3. a padló teherbíró képességének növelése nem jár együtt jelentős beruházási költség növelésével;
4. elhanyagolhatók a vertikális anyagmozgatást végző gépek.

Az egyszintes megoldás hátrányai:

1. Központi áruátvétel és kiadás esetén a belső szállítási távolságok nagyok;
2. rendszerint bonyolultabb csatlakozó út kialakítása szükséges;
3. az alapterülethez képest viszonylag nagy fal- és tetőfelületek miatt jelentős hőveszteséggel kell számolni.

A többszintes megoldás előnyei:

1. Az épületen belüli horizontális távolságok rövidek;
2. a belső anyagmozgatási feladat megoldásához a gravitációs erőt is fel lehet használni;
3. a belső légtér, a határoló fal, valamint a tetősíkok előnyösebb aránya miatt a hőveszteség előnyösebben alakul.

A többszintes megoldás hátrányai:

1. A raktár hasznos területét a lépcsők, a függőleges anyagmozgatást végző gépek, a nagyobb keresztmetszetű és sűrűbb osztással elhelyezett oszlopok csökkentik;
2. forgalomleboncoló képességének a függőleges anyagmozgatást végző gépek teljesítőképessége szab határt;
3. az emeleti födégek teherbírása korlátozott, illetve csak nagyobb ráfordítás árán növelhető.

A hagyományos egy- vagy többszintes raktár melletti döntés a fenteken kívül számos (építési, beruházási, gazdaságossági stb.) szempont figyelembevételét kívánja. A befolyásoló tényezők, az előnyök és a hátrányok mérlegelése alapján a többszintes megoldás helyett egyre inkább a magasraktárak kerülnek előtérbe.

Az egy- vagy többszintes változat melletti döntést – a fenti szempontok mérlegelése mellett – befolyásolja a raktár területi elhelyezkedése is. A raktárak létesítési költségében ugyanis – különösen városi környezetben – egyre nagyobb összegű tételt jelentenek a telekárak, illetve esetenként a célszerűbb megoldás irányában való kialakítást a rendelkezésre álló terület korlátozhatja.

Az alapterület és az alapterület meghatározása

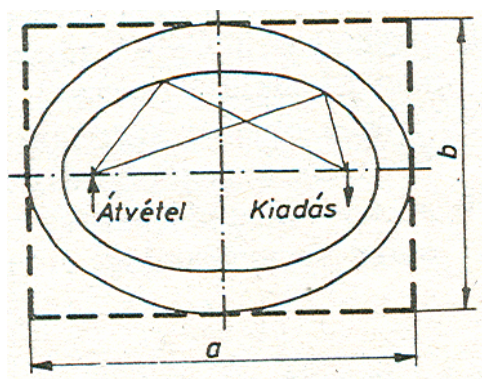
A raktár alapterülete egyszintes raktárak esetén a teljes területtel azonos, többszintes raktárak esetén a teljes területet a szintek számával kell osztani.

Az adott alapterületű raktárak különböző geometriai alakúak lehetnek. Az egyszerű – szabályos – geometriai alakú raktárépület azonban könnyebben építhető és abban jobb terület-, illetve térkihasználás érhető el. Az egyszerű geometriai alakú épületek közül – adott alapterület mellett – a négyzet alakú épületnek legkisebb a falfelülete (a kerülete).

Az alapterület meghatározásakor azonban figyelembe kell venni az anyagmozgatási távolságok alakulását is. A tárolóterületek kiszolgálása ugyanis annál nagyobb anyagmozgatási teljesítménnyel oldható meg, minél nagyobb a távolság:

- a belépés helyétől (az áruátvevő helyiségtől), és
- a kilépés helyétől (az árukiadó helyiségtől).

Általános esetben tehát valamely tárolóterület vagy tárolótér annál kedvezőtlenebb helyzetű, minél nagyobb a be- és a kilépés helyétől mért távolságok összege. Az azonos értékű tárolóterületek tehát olyan ellipszisek, amelyek gyújtópontjaiban a be- és kilépés helyei vannak (46. ábra).



46. ábra. Vázlat az anyagmozgatási távolságok szempontjából azonos értékűnek tekinthető tárolóterületek helyének szemléltetéséhez

Az anyagmozgatási távolságok szempontjából tehát az ellipszis alakú raktár lenne a legkedvezőbb. Ezzel szemben – figyelembe véve az egyszerűbb építészeti kialakítás lehetőségeit – az a téglalap alak részesíthető előnyben, ahol a hossz és a szélesség aránya kb. 1,4...1,6.

Vagyis:

$$F_0 = a \cdot b \text{ (m}^2\text{)},$$

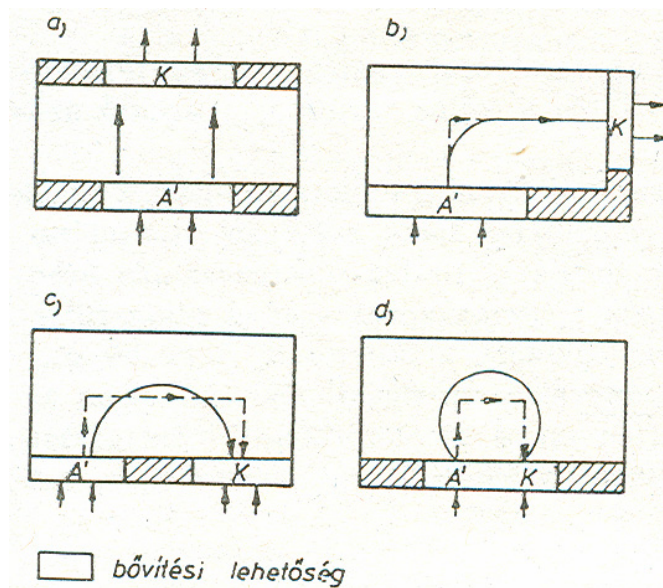
$$\frac{a}{b} = 1,4 \dots 1,6.$$

Az a , b oldalak így közelítően az anyagmozgatási szempontból azonos értékűnek tekinthető külső területrészek egyszerű geometriai alakzattal behelyettesített burkolóvonalai.

Az áruátvevő és az árukiadó helyiségek elhelyezése

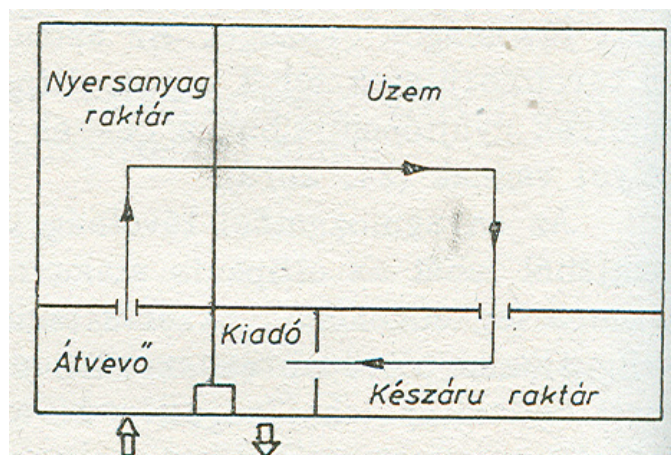
Az áruátvevő és az árukiadó (*manipulációs helyiségek*) tárolóterületekhez, illetve egymáshoz viszonyított *elhelyezése* (elrendezése) egyben a raktáron belüli anyagáramlás fő irányát is megszabja.

Önállóan létesített raktárak esetén a 47. ábra szerinti alapesetek vehetők számításba.



47. ábra. Az áruátvevő (Á) és az árukiadó (K) helyiségek elrendezésének lehetőségei

- a) egymással szemben, egyenes anyagáramlási iránnyal; b) egymástól 90°-ra, görbe alakú anyagáramlási iránnyal; c) azonos oldalon szétválasztva, félkör alakú anyagáramlási iránnyal; d) azonos oldalon összevonva, kör alakú anyagáramlási iránnyal



48. ábra. Az áruátvevő és az árukiadó helyiségek elrendezése üzemi épülettel összekapcsolt raktárak esetén

Üzemi raktárral összekapcsolt raktárak esetén célszerű a belső elrendezést úgy kialakítani, hogy az átvevő és a kiadó helyiségek egymás mellett legyenek, esetleg (főleg kisebb üzemek esetén) közös ellenőrzési hellyel kialakítva (48. ábra).

Rakodóval rendelkező és rakodó nélküli raktárak létesítésének vizsgálata

A rakodók a raktárépület külső falánál létesített, a csatlakozó út, illetve vasút szintje fölé emelt közlekedési területek. Megkönnyítik a járművek hagyományos ki- és berakását, és alkalmas területet biztosítanak az áruk átcsoportosítására, anyagmozgatási segédeszközök (pl. rakodólapok) tárolására.

A rakodók létesítését az a körülmény indokolja, hogy a vasúti és közúti járművek rakfelületének szintjét – a hagyományos eszközökkel történő rakodások egyszerűbb és gyorsabb lebonyolítása érdekében – a raktár padlósíntjével célszerű egy szintbe hozni. Ennek érdekében a raktár padlósíntjét a csatlakozó út, illetve vasút szintje fölé kell emelni, vagy a csatlakozó út, illetve vasút szintjét kell süllyeszteni.

Az ilyen rakodók magassága megközelíti a járművek rakfelület-magasságát, így kézi eszközökkel, vagy pl. gépi hajtású targoncákkal történő rakodást azonos szintben lehet végezni.

Rakodóval rendelkező raktárak esetén a rakodó biztosítja a gépi üzemű emelőtargoncák vasúti kocsiba való bejárási lehetőségét is.

A közúti járművekre azonban a gépi üzemű emelőtargoncák általában nem járhatnak rá, csak a rakfelületre helyezhetik rakományukat.

A rakomány beljebb szállítását kézi, vagy kombinált működtetésű (kis saját tömegű) targoncák végezhetik. A rájárási lehetőséget egyrészt a gépkocsi teherbíró képessége, másrészt – zárt gépkocsiszekrény esetén – a ponyvatartó lécek magassága korlátozhatja. A rakodókról azonkívül csak egyik oldalról (oldal- vagy hátrányból) lehet a gépkocsik rakfelületéhez hozzáférni. A közúti oldalon létesített rakodó tehát nem minden esetben előnyös.

A rakodók nélkül létesített raktárak padlósíntje megegyezik, vagy alig magasabb az út, illetve vasút szintjénél. A közúti járművek rakfelülete több oldalról jók megközelíthető és az oldalfalak lehajtása után rakodható.

A fedett vasúti járművek azonban – adottságuknál fogva ebben az esetben is csak az ajtón keresztül rakodhatók. A járművek megrakásakor a rakfelület magasságának megfelelő szintkülönbséget le kell győzni. A rak-

tári anyagmozgatás korszerű gépei (emelőtargoncák, futódaruk, halmazólódaruk stb.) a szintkülönbség legyőzését lehetővé teszik.

3.7.3. Az anyagmozgatási folyamat tervezése

A raktári anyagmozgatás folyamata

A raktári anyagmozgatás folyamatáról általában. A raktárban az áruk hosszabb-rövidebb időt nyugalmi helyzetben töltenek, a raktárakra mégis az áruk folyamatos mozgása, a raktárkészlet állandó változása jellemző. A raktárból időszakonként bizonyos mennyiségű árut kiszállítanak, ugyanakkor a kiszállított mennyiséget beérkező új készlettel pótolják.

A raktár gyors, zavartalan és gazdaságos működése nagymértékben függ e folyamat – a raktáron belüli anyagáramlás – helyes kialakításától.

A raktári anyagmozgatási folyamat fő- és mellékműveletekre bontható. A főműveletek a be- és kiszállítással, a mellékműveletek a raktáron belül áruátcsoportosítással kapcsolatosak.

A beszállítással (betárolással) kapcsolatos főműveletek:

1. a járművek kirakása,
2. az áru átvételével kapcsolatos mozgatás,
3. a belső mozgatás (belső szállítás),
4. a tárolóterületre (tárolóhelyre) helyezés.

A járművek kirakása a beszállítást végző közúti vagy vasúti járműből való árukirakást és az átvevőhelyre való továbbítást jelenti. Ez a művelet az áru megfogásából, rövid távolságú szállításából és az átvevő-helyiségben való elhelyezéséből áll.

Az áru átvétele rendszerint az átvevő-helyiségben történik. Az átvevő-helyiségek a mennyiségi és minőségi átvételhez szükséges berendezésekkel (mérlegek, osztályozóasztalok, kisebb tárolóállványok stb.) vannak ellátva. Az átvétellel kapcsolatos anyagmozgatási feladatok általában nem jelentősek, de esetenként fizikai munkavégzést igényelnek.

Esetenként (elsősorban egységrakományokat tároló raktárakban) az átvétel közvetlenül a beszállító jármű kirakása közben történhet. Ez esetben az átvevő-helyiségben lezajló művelet, a betárolási folyamatból kiiktatható.

A belső mozgatás az átvevő-helyiségből (vagy közvetlenül a beszállító járműtől) a beérkező áru részére kijelölt tárolóterületre való továbbítást jelenti. Ez a művelet az áru megfogásából, horizontális és vertikális mozgásából (többszintes raktárak esetén) tevődik össze.

A tárolóterületre helyezés az áru tárolóállványra vagy közvetlenül a kijelölt tárolóterületre (állvány nélküli tárolás esetén) való helyezést jelenti.

A kiszállítással (kitárolással) kapcsolatos főműveletek:

1. az áru tárolóhelyről való kiemelése, illetve gyűjtése,
2. a belső mozgatás (belső szállítás),
3. a kiszállításra való előkészítés (ellenőrzés, expedálás),
4. a járművek megrakása.

Az áru tárolóhelyről való kiemelése általában a rendeléseknek megfelelő sorrendben történik. Amennyiben a raktárban különböző árufajtákat tárolnak és a megrendelés is különböző minőségű és mennyiségű árufajtákra vonatkozik, a gyűjtés (komissiózás) a tárolóterület egy részének vagy egészének bejárását is jelenti.

A belső mozgatás a megrendelésnek megfelelően összegyűjtött árunak a kiadóhelyiségbe való továbbítását jelenti. Ez a művelet az áru horizontális és vertikális mozgatásából és a kiadóhelyiség kijelölt helyére helyezésének műveletéből áll.

A kiszállításra való előkészítés a megrendelt és összegyűjtött árufajták, illetve árucikkek minőségi és mennyiségi ellenőrzését, a kiszállítási egység összeállítását jelenti. Ezt a műveletet a kiadóhelyiségben végzik.

Esetenként (főleg ha egységgrakományok kerülnek kiszállításra) az ellenőrzés a járművek megrakása közben történik, így a kiadóhelyiségben végzendő művelet a folyamatból kiiktatódik.

A járművek megrakása a kiszállítást végző közúti vagy vasúti járműveknek a kiadóhelyiségből (vagy közvetlenül a tárolóterületekről) történő megrakását jelenti. Ez a művelet az áru megfogásából, rövid távolságú szállításából és a járműbe való helyezéséből áll.

Anyagmozgatási folyamat mellékműveletei:

1. a tárolás közbeni esetleges átcsoportosítás,
2. az anyagmozgató eszközök és segédeszközök (pl. rakodólapok) átcsoportosítása.

A mellékműveletek az anyagmozgatási folyamat fő irányát a (be- és kitárolás) nem változtatják meg, viszonylag kis anyagmozgatási teljesítménnyel megoldhatók.

Az anyagmozgatási folyamat célszerű kialakításának követelményei:

1. a járművek ki- és berakásának művelete illeszkedjen a belső mozgatás műveletéhez,
2. a be- és kitárolási műveletek egymást ne zavarják,
3. az anyagmozgatási folyamatban torlódások ne keletkezzenek,
4. az anyagmozgatási út egyértelműen legyen meghatározva,
5. az anyagmozgatási rendszer jól illeszkedjen a tárolási rendszerhez,
6. a mozgatás lehetőleg ugyanolyan egységben történjék, mint a tárolás,
7. az anyagmozgatási feladat a lehető legkisebb anyagmozgatási teljesítménnyel legyen megoldható,
8. az anyagmozgató gépek beállítása lehetőleg ne növelje a raktár építési költségeit.

A raktárak külső (a járművek ki- és berakása) és belső (átvétel, belső mozgatás, tárolóterületre helyezés, összegyűjtés, kiadásra való előkészítés) anyagmozgatási folyamatát a fenti követelmények figyelembevételével kell kialakítani.

Betárolás	Kitárolás
1. a járművek kirakása	1. az áru gyűjtése
2. átvétel	2. belső mozgatás az árukiadóba
3. belső mozgatás a tárolóterületre	3. kiszállításra való előkészítés (expediálás)
4. elhelyezés a tárolóterületen	4. a járművek megrakása

Az anyagmozgatás-gépesítési rendszer megválasztása

Az anyagmozgatás-gépesítési rendszerekről általában. Az anyagmozgatás-gépesítési rendszerek feladata az anyagoknak egyik helyről a másik helyre továbbítása. A feladat megvalósítását anyagmozgató gépek és berendezések, azok hatáshoz szükséges energiák és dolgozók biztosítják.

Az anyagmozgatási rendszerek – a rendszerbe tartozó elemek kombinálásával – különböző szempontok és elvek szerint képezhetők (pl. ömlesztett anyagok szállítására alkalmas anyagmozgatási rendszerek, folyamatos anyagmozgatási rendszerek stb.).

Raktári anyagmozgatási rendszereket – a raktárak sajátos anyagmozgatási problémáit, valamint a gépesítési fokozatok áttekinthetőségét figyelembe

véve – működési jelleg, sín pályához kötöttség, géptípus, valamint gépfajta (gépesítési fokozat) szerint célszerű képezni (49. ábra).

A anyagmozgatási rendszer megválasztását befolyásoló tényezők (50. ábra):

1. az árujellemzők,
2. a forgalmi jellemzők,
3. az építészeti adottságok,
4. a tárolási rendszer.

Kézi anyagmozgatási rendszer

A tisztán kézi anyagmozgatás kis (35 kg alatti) tömegű áruk kis gyakorisággal való kezelése esetén jöhet szóba. A tisztán kézi anyagmozgatás esetén a tárolóállványokat a kézi anyagmozgatás jellegének megfelelően kell megválasztani (pl. 2,2 m-es tárolási magasság).

A kézi eszközök és a kézi segédeszközök a tisztán kézi anyagmozgatáshoz viszonyítva megkönnyítik és gyorsítják az anyagmozgatási folyamatot. Állványos és állvány nélküli tárolási rendszer esetén egyaránt számításba vehető, akkor, ha kis vagy közepes (0...140 kg) tömegű árukat kis gyakorisággal rövid távolságon kell mozgatni, vagy ha az építészeti adottságok gépesített rendszer kialakítását nem teszik lehetővé.

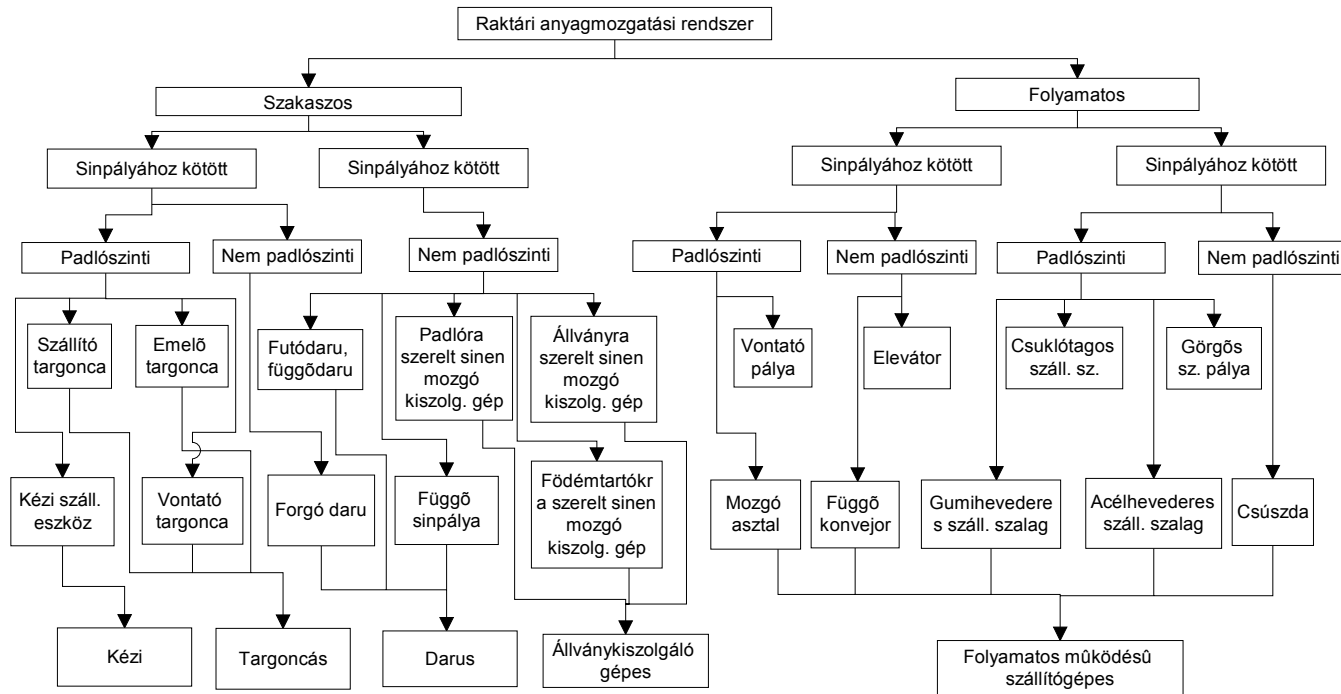
A kézi anyagmozgatási rendszer megvalósításának területei: könyvtárak könyvraktárai, bútörüzetek raktárai, irattárak, kézi szerszámraktárak, szertárak, kis egységekben való kiszállítás esetén nagyobb raktárak (pl. anyag- vagy fogyóeszköz-raktárak) árugyűjtési műveletei stb. A kézi eszközök kisegítőeszközként gépi anyagmozgatási rendszereknél is számításba vehetők.

A kézi segédeszközök közül elsősorban a *hevederek és görgős* emelőrudak alkalmazásával számolhatunk. A hevederek ládásáruk, bútorok, a görgős emelőrudak, súlyos áruk, (pl. nehéz gépalkatrészek) esetenkénti mozgatásához alkalmazhatók.

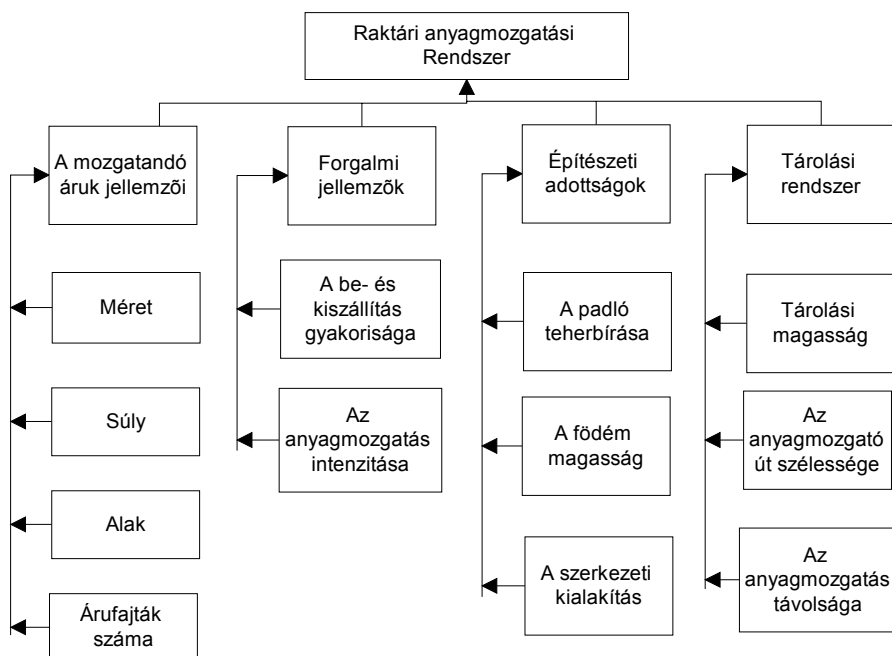
A kétkerekes targoncák közül a zsáktargoncák és a mozgatandó áru jellegéhez alkalmazkodó sajátos kialakítású targoncák vehetők számításba.

A kézikocsik kommissiózás céljára kialakított változatai a raktári anyagmozgatás legelterjedtebb kézi eszközei. Egyes változataikat a kommissiózást megkönnyítő elemekkel látják el (írófelülettel, létrával).

A kézi emelővillás targoncák és a kézi rakodóállványok az egységrakományokat tároló raktárak nélkülözhetetlen kézi eszközei, de célszerűen alkalmazhatók egyedi árukat tároló raktárak állványainak kiszolgálására is.



49. ábra. A raktárakban alkalmazható anyagmozgatási rendszerek



50. ábra. A raktári anyagmozgatási rendszer megválasztását befolyásoló tényezők

Targoncás anyagmozgatási rendszer

A gépi hajtású targoncák a raktári anyagmozgatás legelterjedtebben alkalmazott gépei. Egységrakományok és egyedi darabok mozgatására egyaránt alkalmasak. A gépi hajtású targoncák közül a szállító- és a vontatótargoncák csak a vízszintes anyagmozgatást könnyítik meg; nem teszik lehetővé a teher megfogásának, emelésének és halmazolásának gépesítését. Ezért elsősorban (alapanyag, félkész áru, készáru) raktárak és az üzemszolgálat közötti szállítási feladatok megoldására alkalmazhatók, de esetenként – nagy alapterületű és nagy forgalmú raktárakban – a raktáron belüli horizontális szállítási feladatok megoldására is számításba vehetők.

Az *emelőtargoncák* a raktári anyagmozgatás teljes (komplex) gépesítését biztosítják. Különböző raktárakban a legkülönbözőbb (egységrakományba összefogott vagy egyedi) áruk mozgatására alkalmasak. A targoncák sokrétű felhasználási lehetősége különböző targoncafajták kialakítását eredményezte. Ezek közül – a legcélszerűbb raktári anyagmozgatási rendszer ki-

alakításához – a legmegfelelőbb targoncák kell kiválasztani. A kiválasztás során elsősorban a hajtás módját (villamos vagy belsőégésű motor), valamint a raktárüzem szempontjából mértékadó paramétereket (halmazolási magasság, útszélesség stb.) kell mérlegelni.

A targoncák hajtóenergia szerinti megválasztása.

A villamosmotoros targoncák előnyei:

1. csaknem zajtalan az üzemük,
2. levegőt nem szennyeznek,
3. üzemük tiszta,
4. a hajtómotoroknak nincs üresjárata.

Hátrányai:

1. az akkumulátortelep energiakészletének 6...8 órás normálüzemű használat utáni pótlása hosszabb időt igényel;
2. az akkumulátortelep töltése segédberendezéseket és helyiségeket tesz szükségessé;
3. üzemi körülményekre érzékeny;
4. sebessége a telep kimerülésével fokozatosan csökken.

A felsorolt hátrányok miatt előnytelen a villamosmotoros targoncák alkalmazása szabadtéri tárolóhelyeken vagy nagy légterű raktárakban.

A tiszta és zajtalan üzemük, valamint a légtér tisztaságának megóvása miatt azonban olyan raktárakból, ahol a tisztaság és a csendes üzem alapvető szempont, a belsőégésű motoros üzem nem tudja kiszorítani.

A belsőégésű motoros targoncák hátrányai.

1. a levegőt erősen szennyezik a kipufogó gázai;
2. üzemük zajos;
3. gyúlékony üzemanyagot használnak;
4. jelentős az üresjáratuk.

Előnyei:

1. üzemi körülményekre kevésbé érzékenyek;
2. energiakészletük gyorsan utánpótolható;
3. könnyen áttelephíthetők.

A felsorolt előnyök (elsősorban a durvább üzemi körülmények melletti alkalmazhatóság) miatt szabadtéri tárolóhelyeken, esetleg nagy légterű csarnokraktárakban előnyösen alkalmazhatók.

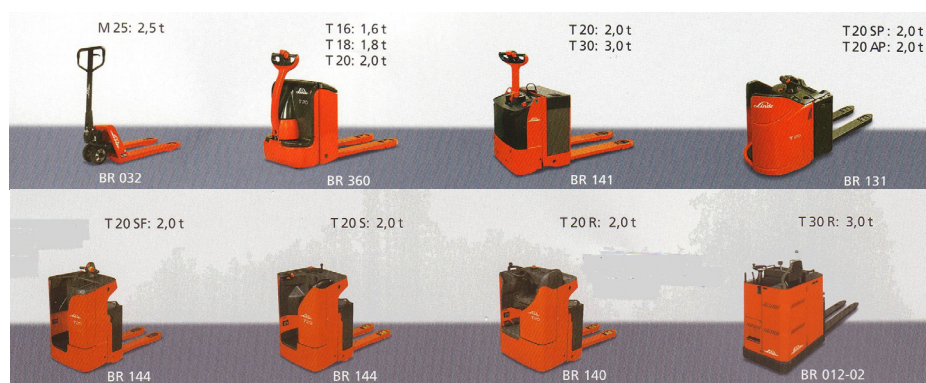
A belsőégésű motoros üzem legnagyobb hátrányaként az egészségre is ártalmas szennyező kipufogógázok és a zajos üzem említhető. A korszerű belsőégésű motoros targoncák azonban hatékony (folyadékos vagy katalizátoros) gáztisztító készülékkel vannak felszerelve, amelyek kiszűrik a kipufogógázokból az egészségre ártalmas elemeket (széndioxid, szénmonoxid, benzpyrén stb.) és hangtompító szerepet is betöltenek.

Kipufogógáz-tisztító készülékkel felszerelt, valamint a folyékony gázüzemű belsőégésű motoros targoncák a gyártó üzem által megadott légtérirány-érték – nomogramról leolvasható, korlátozott ideig normál – a tisztaságra kevésbé kényes árukat raktározó – raktárakban is alkalmazhatók.

A targoncák típus szerinti megválasztása. A raktári anyagmozgatásban alkalmazásra kerülő emelőtargoncákkal szemben a raktár gazdaságos üzemeltetése szempontjából a következő követelményeket támasztjuk:

1. a lehető legkisebb saját tömeg mellett biztosítsa a szükséges teherbíró képességet;
2. a lehető legkeskenyebb anyagmozgatási út mellett biztosítsa a szükséges halmazolási magasságot;
3. feleljen meg a raktárüzem egyéb követelményeinek (vagonba-járás, kommissiózás stb.).

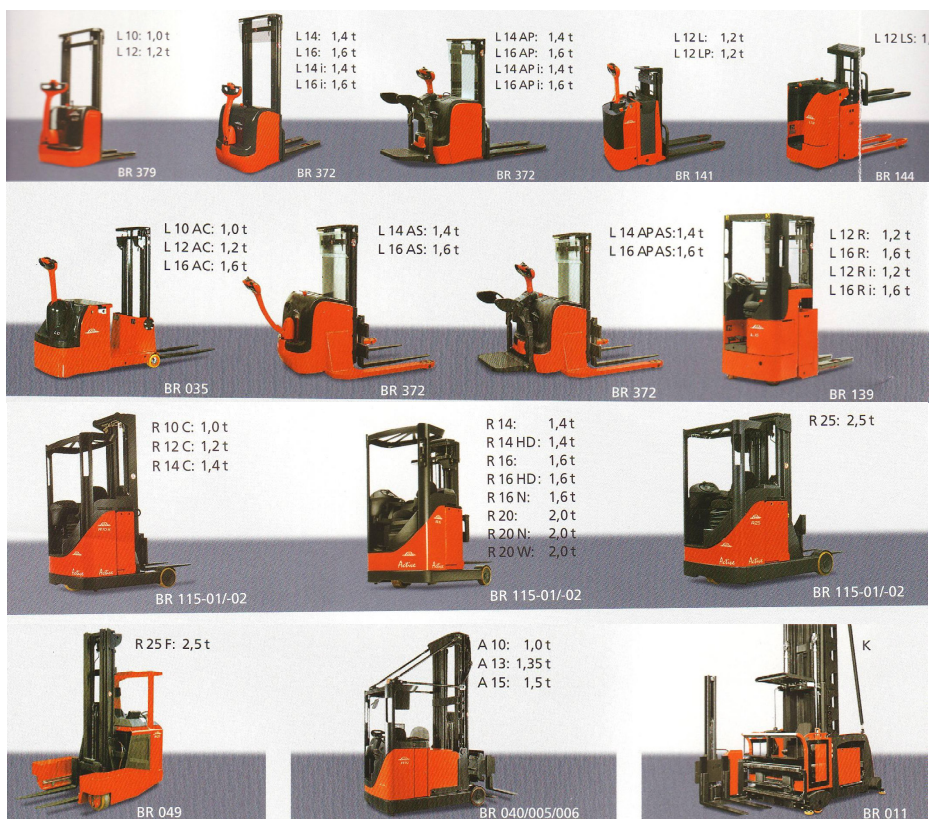
A továbbiakban a napjainkban elterjedten alkalmazott főbb raktári targonca típusokat mutatjuk be az egyik nagy gyártó kínálatából. (51–57. ábra)



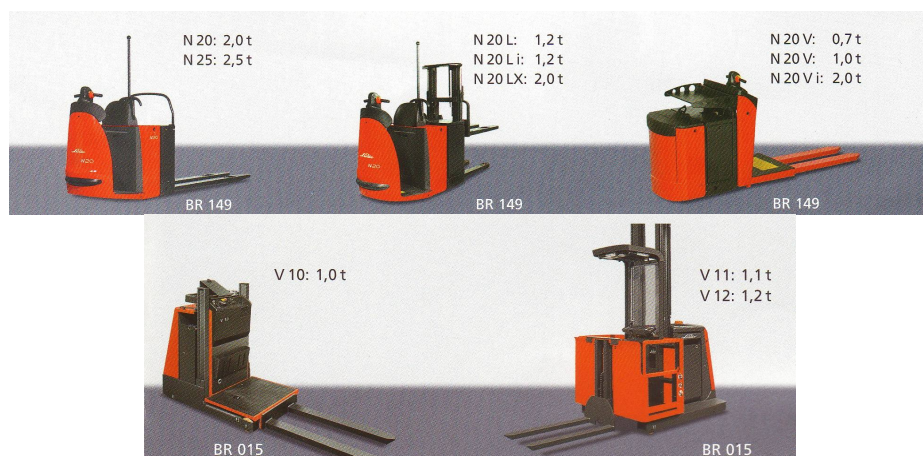
51. ábra. Korszerű, kézi és villamos működtetésű, alacsonyemelésű, gyalogkíséretű, vezetőállásos, és vezetőüléssel különböző teherbírású targoncák



52. ábra. Villamos hajtású vontató- és szállítótargoncák



53. ábra. Raktári kiszolgálásra alkalmas homlokvillás, terpesz, tolóoszlopos, oldalvillás és elforgatható villás, magasemelősű, villamos üzemű targoncák különböző teherbírásokkal, vezetőüléssel, és –állásos vezérléssel



54. ábra. Kommissiózó targoncák, villamos hajtással



55. ábra. Univerzális felhasználhatóságú villamos, illetve diesel/LPG hajtású, homlokvillás emelőtargoncák



56. ábra. Különlegesen nagy teherbírású, valamint 20' és 40' ISO konténerek mozgatására alkalmas targoncák, emelővillával, illetve automata konténeremelő kerettel (spraeder)



57. ábra. Robbanás biztos kivitelű villamos targoncák veszélyes munkahelyek kiszolgálására

Darus anyagmozgatási rendszer

A darus anyagmozgatási rendszerről általában. A raktárüzemben *kötetlen pályán mozgó (mobil) daruk* csak kivételes esetekben pl. rendszertelenül érkező, ládába csomagolt súlyos gépalkatrészek járműről való leemelése és a bon-tási helyre való továbbítása) vehető számításba, így tulajdonképpen *kötet-lenpályás* darus rendszerről nem beszélhetünk.

A *forgódaruk* (fali daruk, aknás daruk stb.) feladata nem a tulajdonképpen raktárkiszolgálás, hanem nehezebb áruk átrakása a szállító járműről anyagmozgató eszközre vagy fordítva. Hasonló feladatok megoldására korlátozódik a *függő sín pályák* szerepe is. Ezek azonban felhasználhatók rövidebb távolságokra (pl. kiadóhelyiségből járműre) való mozgatásra is.

A *kötött pályán mozgó* daruk közül a futódaruk, a függódaruk és a felra-kó daruk a raktárüzemben általában használt darutípusok. Jellemzőjük – a kötetlenpályás szállítóeszközökkel (targoncákkal) szemben, – hogy ható-körzetük a tárolótérre korlátozódik, haladási sebességük legfeljebb 30...100 m/min.

Daruk alkalmazása elsősorban súlyos vagy terjedelmes árut tároló, esetleg nagy halmazolási magasságot igénylő raktárakban indokolt. A darus anyagmozgatási rendszer önállóan csak akkor alkalmazható, ha a szállító-járművek raktártérbe való bejárása lehetséges és biztosított.

Egyébként a járművek rakodására más rendszerbe tartozó anyagmoz-gató gépet is be kell állítani.

Futó daruk és függő daruk alkalmazása. A futó daruk alkalmazásának egyik problémája, hogy a daru szerkezeti magassága – nagyobb fesztávolságok esetén – jelentős helyet vesz igénybe a raktárhelyiség légteréből. További probléma az áruk halmazolásának megoldása. Horogüzemű daruk állványok kiszolgálására nem (vagy csak körülményes munkavégzés mellett) alkalmasak, állvány nélküli tömbtárolás esetén pedig megoldatlan a kézi erő beavatkozása nélküli biztonságos áruelhelyezés, illetve kötözés. A halmazolásra kerülő áru jellegéhez alkalmazkodó megfogó szerkezet esetleg lehetővé teszi a kézi beavatkozás nélküli áruelhelyezést vagy árufelvételt, de az emelőműről aláfüggő megfogó-szerkezet pontos irányítása (az áru pontos elhelyezése) nehezen biztosítható.

A függődaruk az épület födémszerkezetére függesztett sínen futnak, így a szerkezeti magasság lényegesen kisebb lehet. A függődaruk olyan raktárakban is alkalmazhatók, amelyek födémét tartóoszlopok támasztják alá. A tartóoszlopok közé függesztett pályán mozgó függődaruk futómacskái kölcsönösen átjárhatnak egyik daruhídról a másikra, így az árut hordozó futómacska a raktár bármely pontjára irányítható. A függődaru hídja függő sínpályához is csatlakoztatható, lehetővé teszi ezáltal a futómacska raktári kapun való kihaladását és a rakodási feladatok megoldását.

Az áru megfogásával, illetve halmazolásával kapcsolatos – futódaruknál említett – problémák itt is jelentkeznek.

Felrakó daruk alkalmazása. A futó daruknál említett – az áruk halmazolásával kapcsolatos – problémákat küszöbölik ki a raktári anyagmozgatás céljára kifejlesztett felrakó daruk.

A hídyszerkezeten mozgó villamosmotoros futómacskára a padlószintig aláfüggő emelőoszlop van szerelve, amelyen egy – villával vagy más megfogó-szerkezettel ellátott szán mozog. A vezérlés 3...4 m-es halmazolási magasság esetén rendszerint aláfüggő kábelén keresztül gyalogosan, 4 m feletti halmazolási magasság esetén az emelőszánra (esetleg az emelőoszlopra) szerelt kezelőfülkéből történik.

A felrakó daruk sajátos kialakítása lehetővé teszi, hogy a kezelő – kötöző és irányító nélkül – egységtrakományokat, vagy (sajátos megfogó-szerkezetek alkalmazása esetén) egyedi árukat nagy magasságban egymásra, vagy állványok rekeszeibe helyezzen, esetleg közúti járműveket vagy szállítótargoncákat közvetlenül kiszolgáljon.

Az emelőoszlop és a megfogó-szerkezet a mozgatandó áruk jellegének megfelelően alakítható ki, így az alkalmazási területek rendkívül széles körűek.

Folyamatos működésű szállítógépes anyagmozgatási rendszer

A folyamatos működésű szállítógépes anyagmozgatási rendszerről általában. A folyamatos működésű szállítógépek önmagukban nem képesek a darabárukat tároló raktárak anyagmozgatási feladatának teljes megoldására. Adagolásuk és ürítésük rendszerint külön géppel, vagy kézi erővel történik, halmazolást pedig csak különleges esetekben biztosítanak. Ezért tisztán folyamatos működésű szállítógépes anyagmozgatási rendszerek a darabáru raktározásában csak sajátos esetekben fordulnak elő. Az áru be- és kitárolásával összefüggő részfeladatok megoldására, illetve önálló rendszerként, vagy más rendszerrel kombinálva a folyamatos raktározás megvalósítására viszont célszerűen alkalmazhatók.

A részleges alkalmazásuk feltétele, hogy az áru ne legyen nagytömegű (kézi erővel kezelhető legyen), és a mozgás egyetlen, vagy kevés számú meghatározott útvonalon történjen.

Teljes körű alkalmazásuk akkor indokolt, ha az anyagmozgatási útvonalak, valamint a feladat jelentkezésének ütemessége rendszeres.

Folyamatos működésű szállítógépek közül a hevederes szállítószalagok, a csuklótagos szállítószalagok, a függő konvektorok, a vontatópályák, a mozgóasztalok, az elevátorok, a gravitációs görgősorok és a csúszdák vehetők számításba.

Állványkiszolgáló gépes anyagmozgatási rendszer

A nagy befogó képességű és nagy forgalmú raktárak anyagmozgatási folyamatának tervezése komoly problémát jelent, különösen akkor, ha többfajta, de azonos jellegű árut kell nagy választékban tárolni. Az ilyen esetekben merülhet fel – a tömegszerű ipari termelés analógiájára – a raktári anyagmozgatás automatizálásának problémája is.

Az állványkiszolgáló gépek nagy befogadó képességű, nagy forgalmú raktárakban (az ún. magas raktárak) sajátos anyagmozgató gépei, amelyek korszerű változatai lehetővé teszik a raktári anyagmozgatás részleges vagy teljes automatizálását. Elsősorban egységrakományos árut tároló raktárakban alkalmazhatók, de egyes változataik (pl. komissiózó gépek) egyedi árut tároló raktárak kiszolgáló gépeiként is számításba vehetők.

Az állványkiszolgáló gépes raktárak épületének, illetve a tárolási és az anyagmozgatási folyamatának tervezése – a hagyományos raktárak tervezésén túlmenő – tervezői kooperációt kíván. A kiszolgáló gépek valamilyen formában az állvánnyal, illetve a raktárépülettel közvetlen kapcsolatban vannak.

3.7.4. A tárolási folyamat tervezése

A tárolási rendszer megválasztása

A tárolási rendszerekről általában. A tárolási rendszer olyan szerves egység, amely különböző elemekből (tárolóeszközök, tároló berendezések) és azok kölcsönös kapcsolataiból áll, és – ezek együttműködése útján – meghatározott funkciót tölt be.

A tárolóeszközök a tárolási folyamat korszerűsítését lehetővé tevő, hordozható – általában anyagmozgatási segédeszközként is használható – sík, vagy oldalfalakkal határolt, esetleg az áru sajátos alátámasztását biztosító elemek (rakodólapok, tárolókeretek, tárolóládák stb.).

A tároló berendezések a tárolóeszközökön levő, vagy egyedi jellegű áruk elhelyezését biztosító – általában a padlóhoz rögzített – elemek (rakodólapos állványok, polcos állványok, görgős állványok stb.).

Tárolási rendszerek – a rendszerképzés szabályainak megfelelően – különböző szempontok szerint képezhetők. A megválasztás szempontját figyelembe véve célszerű:

- eszköz, illetve berendezés igény,
- a kezelés módja,
- a tárolt áruk tárolás közbeni mozgása,
- a tárolóterületen való (horizontális) elrendezés, és
- magassági (vertikális) elrendezés szerint

tárolási rendszert képezni.

A tárolási rendszer megválasztását befolyásoló tényezők fontosságuk szerint rendszerezhetők.

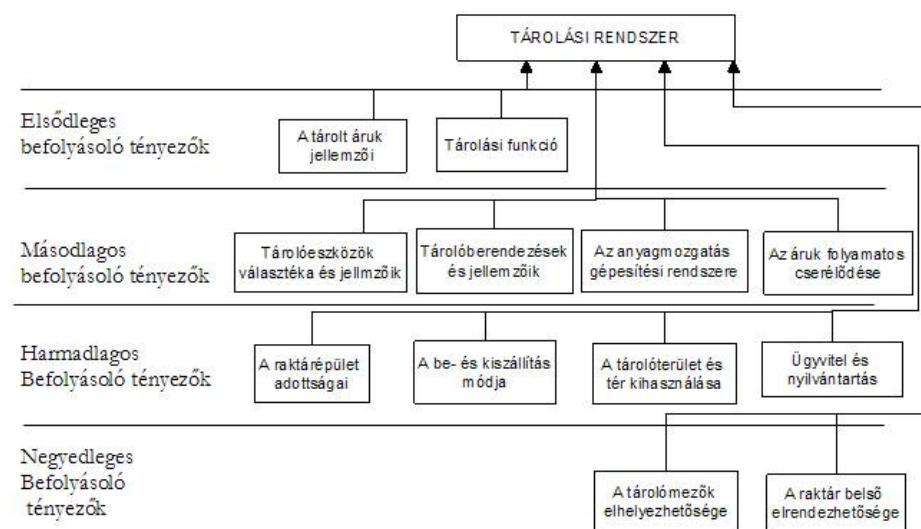
Elsődleges befolyásoló tényezők a tárolt árukkal kapcsolatos jellemzők, valamint a tárolási funkciók.

Másodlagos befolyásoló tényezők a rendelkezésre álló tárolóeszközök választéka és azok jellemzői, az anyagmozgatás gépesítési rendszere, valamint az áruk folyamatos cserélődésének („first in – first out” elv) biztosítása.

Harmadlagos befolyásoló tényezők a raktárépület adottságai, a be- és kiszállítás módja, a tárolóterület és a tárolótér kihasználása, valamint az ügyvitel és az árunyilvántartás adottságai.

Negyedleges befolyásoló tényezők a tárolómezők elhelyezhetősége és a raktár belső elrendezhetősége.

A befolyásoló tényezők rendszerét az 58. ábra szemlélteti.



58. ábra. A tárolási rendszer megválasztását befolyásoló tényezők

A *tárolt áruk* számításba vehető jellemzői a következőkben foglalhatók össze:

Az áru alakja szabályos és szabálytalan lehet.

Tárolási és mozgatási szempontból a szabályos alakú áruk vagy áruegységek a legelőnyösebbek. Célszerű, ha az áru, a belőle képzett egység vagy csomag téglatest alakú és a különböző méretű téglatestek valamilyen modul-rendszert képeznek. E modul-rendszer alapján választhatók ki a tárolóeszközök.

A szabálytalan alakú árukat olyan csomagolással célszerű ellátni, amelynek burkoló méretei szabályos alakúak.

Az áru mérete és tömege meghatározza a gépi kezelhetőségét, a tárolóeszközök és berendezések méreteit és a teherbíró képességét.

Az áru csomagolása megszabja a tárolóeszközön vagy eszköz nélkül való tárolás lehetőségét, illetve befolyásolja a tárolóeszköz kiválasztását. Kedvező esetben a csomagolás közvetlen halmazolást is lehetővé tesz (pl. bálák, ládák, hordók stb.), vagy biztosítja a tárolóeszközökön összefogott egység-alkományok közvetlenül egymás fölé helyezését.

Amennyiben a csomagolás teherbíró képessége a felső rétegek súlyát deformálódás mentesen, illetve károsodás nélkül nem tudja tartani, a tárolóeszközöknek kell alátámasztó elemekkel rendelkeznie.

Az áruk kémiai, fizikai és biológiai sajátosságai a tárolótér kialakítása (pl. hűtött, fűtött, szellőző stb.), valamint a tárolóeszközök és berendezések megválasztása (pl. a költséges, hűtött térben nem célszerű rakodólapokat alkalmazni a viszonylag nagy magasságuk miatt) irányában támaszt követelményeket.

A készletnagyság, az áruajták száma az áruválaszték (szortiment), valamint a forgási sebesség, mint összefüggő befolyásoló tényezők vizsgálandók. A teljes készleten belül egymástól eltérő tulajdonságokkal rendelkező áruajták száma, az áruajtákon belüli választék (cikkelemek száma) és a forgási sebesség kihatással van a raktár technológiájára, megszabja a tárolási rendszert (a tárolóeszközök fajtáját, az áruelrendezés módját stb.), meghatározza a raktári munka jellegét és mennyiségét.

A készletnagyság és az áruajták közötti összefüggés az ABC diagrammal jellemezhető.

A raktárnak az újratermelési folyamatban betöltött szerepe (a tárolás funkciója) a tárolási rendszer megválasztásának ugyancsak lényeges szempontja. Az üzemi raktárak jelegüknél fogva pl. más tárolási rendszer kialakítását kívánják (azonos áruajták esetén is, mint a gazdasági tartalékraktárak).

A rendelkezésre álló, illetve a tervezés során figyelembe vehető tárolóeszközök és berendezések választéka, illetve azok paraméterei a tárolási rendszer megválasztásának fontos tényezője. A célszerű tárolási rendszer kialakítása esetenként egyedi tervezésű, illetve kivitelezésű tárolóeszközöket vagy berendezéseket kíván, amely a költségek jelentős növekedésével jár.

Az anyagmozgatás gépesítési rendszere a tárolóeszköz, illetve a berendezések igény mellett befolyásolja a tárolási magasságot, a tároló mezők elrendezhetőségét és a tároló berendezések méreteit.

Az áru folyamatos cserélődési lehetőségének biztosítása (a „first in – first out” elv kielégítése) a tárolási rendszer kialakításának elengedhetetlen követelménye. E követelmény kielégítése érdekében egyes áruajtáknál (pl. romlandó áruknál) folyamatos tárolást kell megvalósítani, más esetekben a készletezés megfelelő szervezésével is lehetséges a tárolt áru folyamatos cserélődését biztosítani.

A raktár építészeti adottságai az alkalmazható tároló berendezések méreteit és a tároló mezők elrendezhetőségét befolyásolják. A raktár méretei közül a hossz, a szélesség, a belmagasság (födémmagasság), valamint a tartóoszlopok távolsága bír jelentős szereppel. Ezek a méretek egyben a raktár befogadóképességét is megszabják.

Új raktárak tervezésekor az előzetesen kiválasztott tároló berendezések méreteihez és a kialakított tárolási és anyagmozgatási technológiához tervezhető a raktárpépület. *Meglevő raktárak esetén* a raktár földélmagassága szab határt a tároló berendezések (és így a halmazolás) magasságának.

A be- és kiszállítás módja a tároló eszközök, illetve a tároló berendezések kiválasztásakor veendő figyelembe. Amennyiben egyedileg kezelhető áruk (pl. bálázott áruk, ládázott áruk, papírtekercsek stb.) tárolóeszköz, illetve tároló berendezés nélkül – az egyedi darabok közvetlen egymásra helyezéssel – biztosítható. Rakodólapokon érkező és kiszállításra kerülő áruk tárolása is célszerűen rakodólapokon történhet – a csomagolás teherbíró képességét függően – közvetlenül egymásra halmozással, vagy tároló állványra helyezéssel.

A tárolóterület és a tárolótér kihasználásának növelésére irányuló törekvés a raktár technológiai tervezése során folyamatosan figyelembe veendő szempont. A raktárüzem gazdaságossága ugyanis a fajlagos tárolási költségek csökkentését igényli. Bár a térkihasználás növekedésével a tárolóeszközök, illetve berendezések beruházási költsége növekszik, a fajlagos tárolási költség csökken.

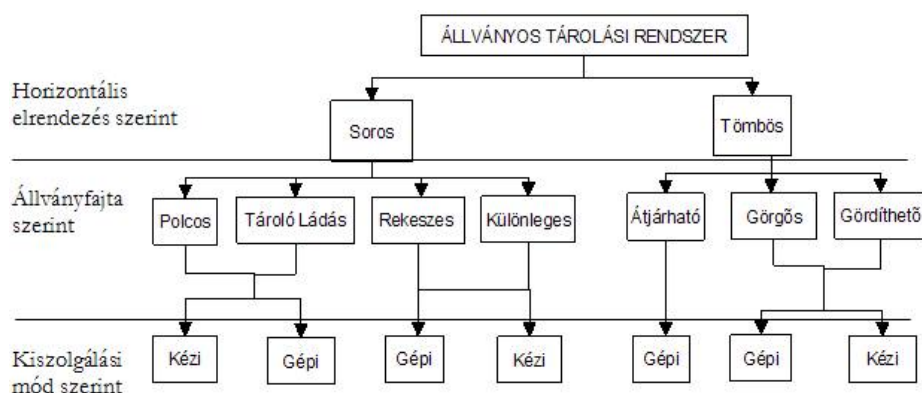
Az ügyvitel és az árunityéntartás rendszere az árufajták és azokon belüli választék raktáron belüli elhelyezését befolyásolhatja (pl. cikkszám szerinti elrendezés).

A tároló mezők elhelyezhetősége és a raktár belső elrendezhetősége a tárolóeszközök és berendezések megválasztását, az egységrakományok síkbeli elrendezését befolyásolja.

Tárolás állványokon

Az állványokon való tárolás alapesetei. Az állványos tárolás lehetőségét akkor kell mérlegelni, ha az áru vagy csomagolása nem rendelkezik kellő szilárdsággal, illetve ha nem lehet belőle megfelelő stabilitású halmazokat képezni. Állványos tárolás szükségessége merül fel akkor is, ha követelmény minden árufajtához és árucikkhez a tetszőleges rendszerességgel való hozzáférés lehetőségének a biztosítása, valamint ha állványkiszolgáló gépes anyagmozgatási rendszert tervezünk.

Az állványos tárolás alapesetei a tárolómezőn való horizontális elrendezés, az állványfajta, valamint a kiszolgálási mód szerint vizsgálhatók (59. ábra).



59. ábra. Az állványos tárolási rendszer alapesetei

Az állványok megválasztásának szempontjai. Az állványok megválasztását a tárolt áru jellemzői, az alkalmazott anyagmozgatási rendszer, az áruforgalom nagysága és a raktáráépület adottságai befolyásolják.

Az árujellemzők (az egyedi vagy az egységirakományba összefogott áruk alakja, mérete, tömege) az állványfajta megválasztása mellett befolyásolja az állványok tartóelemeinek méretosztását és szilárdsági méreteit.

Az anyagmozgatási rendszer az állványok magassági, esetenként (pl. kézi anyagmozgatás mellett) a mélységi méretét szabja meg.

A raktárkészlet összetétele és az áruforgalom az állványfajta megválasztását, az épület adottságai az állványsorok magassági és hosszirányú méreteit befolyásolják.

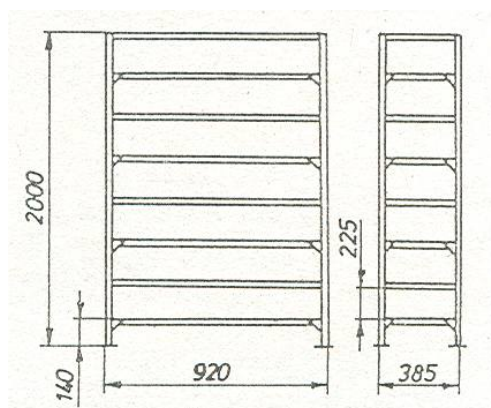
Polcos állványos tárolás. Kézi kiszolgálás esetén a tárolási technológia kialakításakor az egyes polcokhoz való könnyű hozzáférhetőséget és a legkisebb erővel való kiszolgálás lehetőségét kell figyelembe venni.

A hozzáférhetőség akkor a legelőnyösebb, ha az állvány magassága – átlagos testmagasságú dolgozót alapul véve – 2,20 m, mélysége pedig 0,3...0,5 m. Legjobb hozzáférhetőség 1,0...1,7 m fölötti polcok kihasználhatósága – nehezebb hozzáférhetőség miatt – általában rosszabb. A 0,5 m-nél mélyebb polcok csak nagytérfogatú árukkal szolgálhatók ki. Legcélszerűbb a 0,4 m mélység, mert kettős állvány esetén 0,8 m-es állvány szélességi méret adódik, amely egyben a szabványos rakodólappal egyik irányú méretének felel meg.

A kiszolgáláshoz szükséges erő kifejtés függvényében a polcos tároló-állvány három zónára osztható. Egyszerű erő kifejtéssel (a kar közel vízszintes kinyújtásával) biztosítható az 1. zóna (kb. 1,0...1,7 m szakasz) ki-

szolgálása. A 2. zóna (kb. 1,7–2,2 m) kiszolgálásához összetettebb erőki-fejtés szükséges, végül a 3. zóna (kb. 0,05...1,0 m) kiszolgálása az egész testet igénybe veszi. Ennek megfelelően a súlyosabb és a gyorsabban forgó árut célszerű a középső zónában elhelyezni, míg a felső és az alsó zónákban a könnyebb és lassabban forgó áruk részére helyet biztosítani.

A fentiek figyelembevételével kialakított polcos állványt szemléltet a 60. ábra.



60. ábra. A polcos állvány

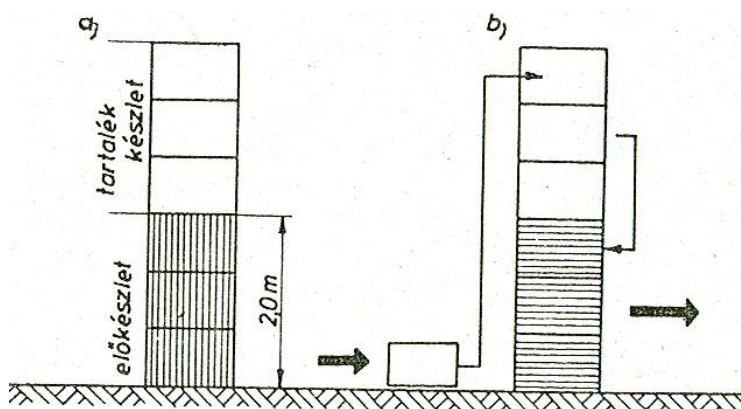
A kézi erővel kiszolgált tárolóállványok magassága (és így a halmazolási magasság) létrák alkalmazásával növelhető. A létrákon való mozgás azonban megnehezíti, veszélyesség és lassúvá teszi az árukezelést. Célszerűbb ezért a kézi erővel kiszolgált tárolóállvánnyal berendezett nagyobb belmagasságú raktárak kihasználtságát kezelőjáradék vagy galériák létesítésével növelni.

A létrás kiszolgálás akkor vehető számításba, ha az egyes áruajták raktáron levő készleteiből mozgó és tartalék-készlet képezhető. Ez esetben az alsó zónában (kb. 2,0 m-ig) helyezhető el a mozgásban levő készlet, a 2,0 m magasság feletti zónában pedig a tartalékkészlet (61.a ábra). Az alsó zóna készlete folyamatosan (de nagyobb egységekben) pótolható a felső zóna készletéből (61.b ábra).

Gépi kiszolgálás esetén az állványok magassági mérete a kiszolgáló gép (rendszerint kommisszózó emelőtargonca) emelési magasságához igazítható.

A polcos állványos tárolás alacsony forgási sebesség és nagy áruválaszték mellett, általában kisforgalmú raktárakban alkalmazható (pl. szerszám-raktárak, szertárak stb.).

Tárolóládás állványos tárolás. Kézi kiszolgálás esetén az állványok magassági méretét a polcos állványoknál tárgyalt megfontolások alapján kell megválasztani. A mélységi méret a számításba jövő tárolóládák méretétől függ. A hazai gyártású különböző típusú, illetve méretű ratamobil tárolóládák méreteinek megfelelően állíthatók össze az ugyancsak hazai gyártmányú Dexion-Salgó állványrendszer alkalmas elemei.



61. ábra. Az élő- és a tartalékkészlet elhelyezése (a), és pótlási folyamata (b) 2 m-nél nagyobb kézi kiszolgálású állványok esetén

Gépi erővel kiszolgált állványok esetén a magassági méret az anyagmozgató gép (rendszerint kommissiózó emelőtargonca) emelési magasságától, illetve a raktár födém magasságától függ.

A tárolóládás állványos tárolás általában nagy befogadó képességű, főleg kis tréfogatú árukat (apró cikkeket) nagy választékban tároló raktárakban alkalmazható.

Rekeszes állványos tárolás. A rekeszes állványok egységrakományba összefogott (tárolóeszközre helyezett) áruk állványos tárolását teszik lehetővé. Tartóoszlop-távolságuk és mélységük rendszerint a szabványos rakodólapok méreteihez igazítható.

A rakodólapos egységrakományok magassága azonban tág határok között változhat (0,4...1,2 m), ennek megfelelően a sorozatban gyártott állványrendszerek a rakományt alátámasztó hossztartók osztásváltoztatási lehetőségét is biztosítják.

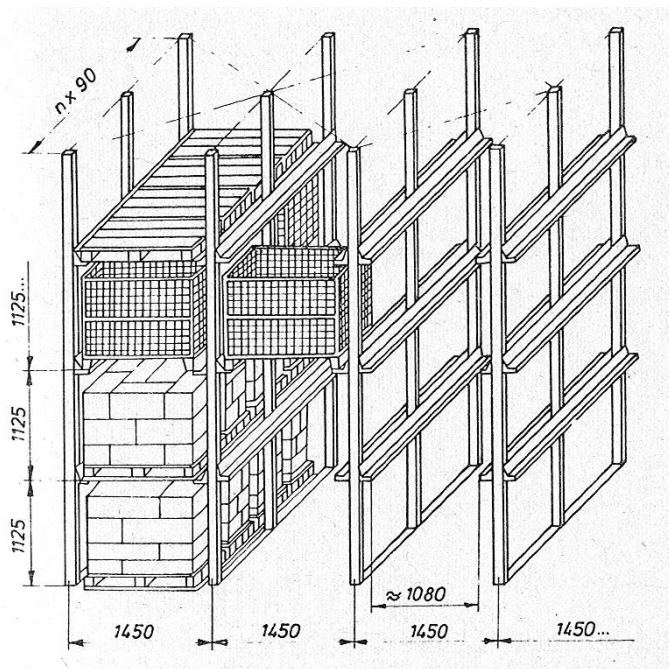
Az osztásváltoztatás különböző rendszerek szerint lyukasztott szögacél állványoszlop és tartóelem-kialakítással (pl. Dexion-Salgó rendszer), ékes megoldással (Omnia-rendszer) stb. biztosítható.

A rekeszes állványok kiszolgálása padlósinten mozgó anyagmozgató gépekkel (pl. emelőtargoncákkal), fej feletti anyagmozgató gépekkel (pl. halmazoló futódarukkal), és állványkiszolgáló gépekkel egyaránt megoldható. Az állványok magassága így az alkalmazott anyagmozgató gép halmazolási magasságának a függvénye.

A rekeszes állványos tárolás alkalmazható olyan – rakodólapos egység-rakományokat tároló – raktárakban, ahol követelményként jelentkezik az egyes egység-rakományokhoz való hozzáférés szükségessége, illetve olyan áruk esetén, amelyeknél az árujellemzők vagy a csomagolás szilárdsága a rakodólapos rakományok egymásra helyezését nem teszi lehetővé.

Átjárható állványos tárolás. A hagyományosan kialakított és elrendezett tárolóállványok gépi kiszolgálása – az anyagmozgatás-gépesítési rendszertől függően – a két állványsor között 1,4...3,2 m széles anyagmozgatási út kialakítását teszi szükségessé. Ennek következtében a tárolóterület (és a tárolótér) jó kihasználása nem biztosítható.

Amennyiben a raktárban tárolásra kerülő egység-rakományok azonos méretűek és a minden egyes rakományhoz való hozzáférés szükségessége nem követelmény, a 62. ábrán látható átjárható állványos tárolás alkalmazható.



62. ábra. Átjárható tárolóállványok elrendezése

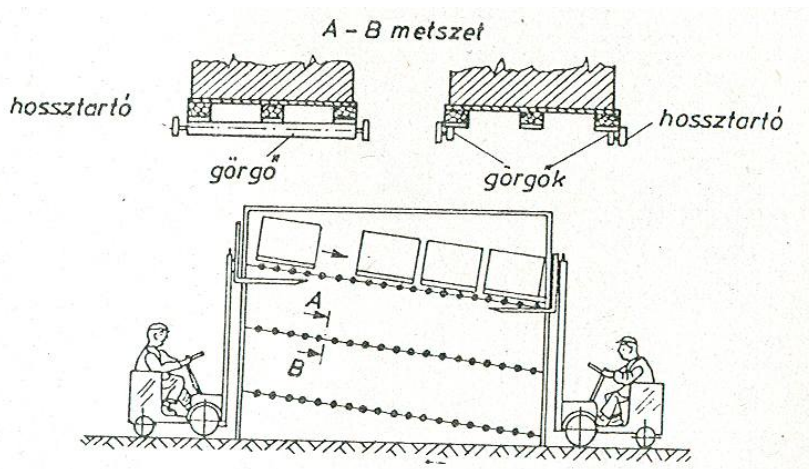
A tárolómezők elrendezésekor a raktár hosszirányú falai mentén 3,0...3,5 m széles anyagmozgatási utat kell szabadon hagyni, a közbenső területre pedig a 37. ábra szerinti elrendezésének megfelelően állványok telepíthetők.

Az átjárható tárolóállványok kiszolgálása emelőtargoncákkal biztosítható. Az emelőtargonca a szükséges magasságra emeli a rakományt, behajt az állványok közé, az egységrakományt a kijelölt helyre viszi, leereszti a hossztartókra, majd fordulás nélkül hátramenetben visszatér.

A felemelt egységrakomány állványoszlopok közötti mozgatása az emelőtargonca gondos vezetését kívánja, ezért a padlóra kerékevezetőt célszerű szerelni. A betárolás az állványsor egyik oldala, a kitárolás a másik oldala felől történik, ezáltal biztosítva az áruk folyamatos cserélődését.

Átjárható állványos tárolás mellett az állványsorok között anyagmozgatási útra nincs szükség, így a tárolóterület és a tárolótér jól kihasználható.

Görgős állványos tárolás. Az átjárható tárolóállványok továbbfejlesztett változatainak tekinthetők a görgős tárolóállványok. Az átjárást biztosító tárolóállványok hossztartóit 2...3°-os lejtőszögben felszerelve és tárcsás vagy hengeres görgőkkel kiegészítve, görgős tárolóállvány alakítható ki (63. ábra).



63. ábra. Görgős tárolóállvány kiszolgálása emelőtargoncákkal

A görgős állványos tárolási rendszer alkalmazásának előfeltétele, hogy a tárolt áru görgősoron szállítható legyen. Egyenlőtlen kiterjedésű áruk sík lemezre, rakodólapra vagy tárolóládába helyezve tehetők e rendszer szerinti tárolásra alkalmassá.

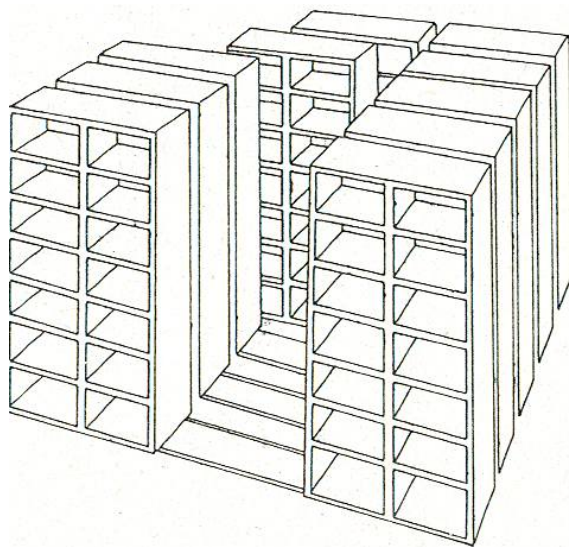
A görgős állványok kiszolgálása – a tárolt rakományok térfogatától és tömegétől függően – emelőtargoncákkal, esetenként kézi erővel történhet. A betárolási oldalon behelyezett sík alsófelületű áruk, vagy rakodólapokon, illetve tárolóládákban összefogott rakományok a gravitációs erő hatására a kivételi oldal felé gördülnek. A kiemelt rakomány helyére mindig újabb és újabb rakomány gördül előre.

A görgős állványos tárolás a legkorszerűbb tárolási rendszerek közé tartozik. Biztosítja az áru folyamatos cserélődését, a tárolóterület jó kihasználását, és lehetővé teszi a kiszolgálás automatizálását.

Előnyösen alkalmazható olyan nagy forgalmú raktárakban, ahol az áru átfutási ideje rövid, így a raktározás nem annyira tárolási, mint mozgatási problémát jelent.

Gördíthető állványos tárolás. A tárolóterület-kihasználás növelésének egyik hatásos módja a *gördíthető állványos tárolási rendszer* alkalmazása. A tárolóállványokra szerelt kis átmérőjű görgők lehetővé teszik azok padlószinten, vagy kötött pályán (sínpályán) való hossz- vagy keresztirányú (64. ábra), esetleg kombinált elmozdítását, így az anyagmozgatási utak szükség szerinti alakítását, illetve folyamatos feltöltési és ürítési rendszer kialakítását.

Az állványok kiszolgálása általában kézi, mozgatusuk kézi, ritkábban gépi úton történik. Kézi mozgatus 1...2 t tömegig alkalmazható. Kiszolgáláskor egyidejűleg általában csak egy állványhoz lehet hozzáférni.

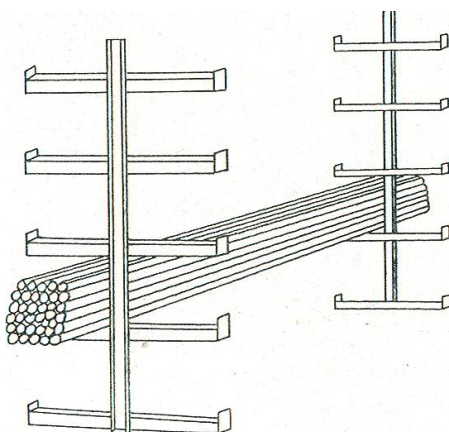


64. ábra. Sínpályán keresztirányban gördíthető tárolóállvány

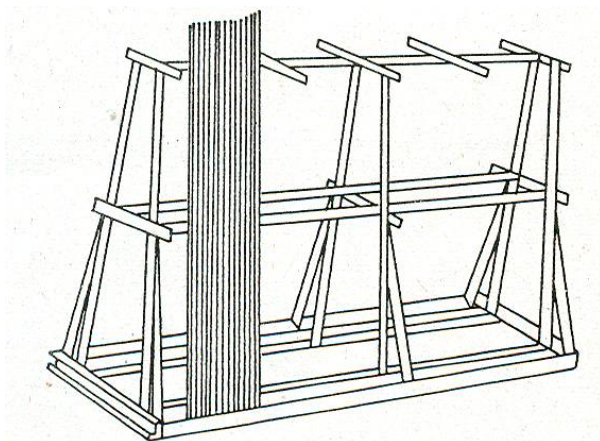
A gördíthető állványos tárolási rendszer kis áruforgási sebesség mellett alkalmazható.

Különleges állványokon való tárolás. A különleges méretű áruk (rudak, lemezárak, tekercsek stb.) különleges állványok kialakítását kívánják. A változtatható osztásközü állványrendszerek (pl. Dexion-Salgó) általában biztosítják az egyéb állványtípusok összeszerelési lehetőségét is.

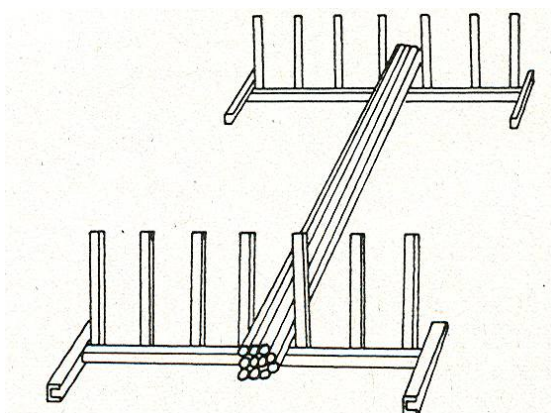
Rúdárak tárolására pl. konzolos állvány (65. ábra), függőleges fogas rekeszes állvány (66. ábra) és vízszintes fogas rekeszes állvány (67. ábra) egyaránt alkalmazható.



65. ábra. Konzolos állvány



66. ábra. Függőleges fogas rekeszes állvány

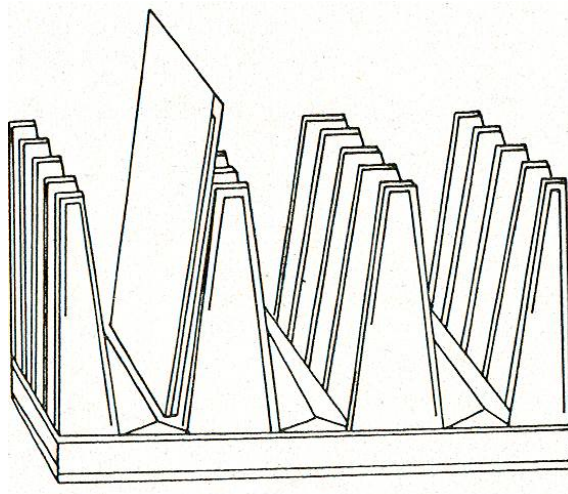


67. ábra. Vízszintes fogas rekeszes állvány

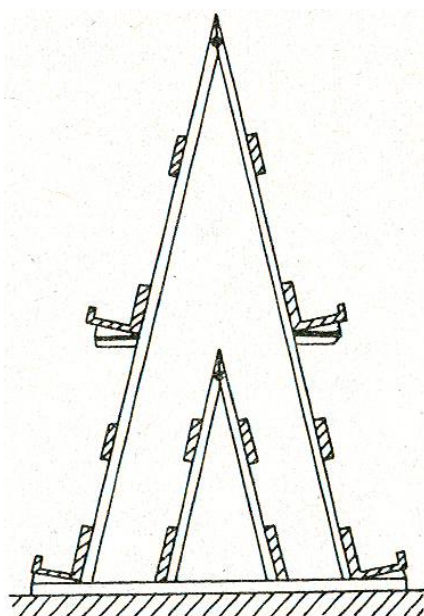
Lemezárúk tárolására – a lemez méretétől és tömegétől függően bakállvány (68. ábra) vagy deltaállvány (69. ábra) alkalmazható.

Az egyéb különleges méretű áruk (pl. huzaltekercsek, gumiköpenyek stb.) tárolására alkalmas tárolóállványok ugyancsak alkalmazkodnak az áru sajátos alakjához és jellegéhez, figyelembe véve a könnyű és lehetőség szerint géppel való kiszolgálás lehetőségét.

Állványos tárolási rendszerek összehasonlítása. A gyakrabban alkalmazott állványos tárolási rendszerek és a tárolt áruk jellemzői közötti kapcsolatok jellegét a 23. táblázat foglalja össze.



68. ábra. Bakállvány



69. ábra. Deltaállvány

23. táblázat. Gyakoribb állványos tárolási rendszerek
és a tárolt áruk közötti kapcsolatok

A tároló mezőn való elhelyezés	Tároló áll- vány	Hozzáférhető- ségi fok* (%)	Áruforgási sebesség	Raktár- készlet
soros	rekeszes	100	változó	változó
tömb	átjárható	8...15	kicsi	nagy
tömb	görgős	8...15 10...20	nagy	nagy
tömb	gördíthető		kicsi	kicsi

Tárolás állványok nélkül

Az állványok nélküli tárolás alapesetei. Az állványok nélküli tárolás akkor való-
sítható meg, ha egy-egy áruajtából nagyobb mennyiséget kell tárolni, és
nem követelmény, hogy minden áru egységhez tetszőleges rendszeressé-
ggel hozzá lehessen férni.

A halmazhatóságot egyrészt az áru tulajdonságai, illetve csomagolás,
másrészt megfelelő egységgrakomány képző eszköz biztosíthatja.

Az állványok nélküli tárolás előnyei:

1. elmarad a tároló berendezés létesítésének jelentős költsége;
2. rendszerint jobb terület- és térkihasználás biztosítható;
3. a raktár könnyen és gyorsan átállítható újabb áruajták fogadására, tárolására.

$$\begin{aligned} & \text{*hozzáférhetőségi fok} = \\ & = \frac{\text{közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma}}{\text{összes tárolt egységgrakományok száma}} \end{aligned}$$

Hátrányai:

1. az áru egységekhez nem lehet közvetlenül hozzáférni;
2. a tárolási magasságot az áru tulajdonságai és biztonsági előírások korlátozzák;
3. a tárolóterületek áttekintése, a tárolt áruajták ellenőrzése csak a tárolási rend pontos betartásával biztosítható.

A felsorolt előnyök és hátrányok mérlegelése alapján lehet eldönteni, hogy adott esetben állványnélküli, vagy állványos tárolási rendszert célszerű alkalmazni.

Az állványnélküli tárolás alapeseteiként a közvetlen halmozás és a tárolóeszközökön való tárolás említhető.

A *közvetlen halmozás* általában csak akkor célszerű, ha tárolási egység egyben forgalmi egység is. Ha rendszeresen kell a tárolási egységnél kisebb árumennyiséget kiadni, akkor az áruajták közül legalább egy-egy egység hozzáférhetőségét és bonthatóságát kell biztosítani.

A *tárolóeszközökön való tárolás* egységgrakomány képzésére célszerűen alkalmas áruknál vehető számításba. Tárolóeszközként a legkülönbözőbb egységgrakomány képző eszközök (rakodólapok, tárolólemezek, tárolókerek, tárolóládák stb.) alkalmazhatók, amelyek állványos, vagy állvány nélküli tárolási rendszerek kialakítását teszi lehetővé.

A tárolóeszközökön való tárolás fontosabb alapesetei:

1. a sík rakodólapos tárolás;
2. a tárolólemezes tárolás;
3. az oldalfalas, keretes vagy sarokoszlopos rakodólapos tárolás;
4. a tárolókeretes tárolás.

Az 1. és 2. módszer szerinti tárolás akkor alkalmazható, ha a csomagolás szilárdsága az egymásra helyezett rakományok tömegéből eredő nyomóerőt deformálódás mentesen viseli (pl. a ládázott, dobozolt áruk), vagy a nyomóerő nem okoz káros elváltozásokat, nem okozza az áruk minőségi romlását (pl. zsákolt áruk).

Tárolás közvetlen halmazolással. A közvetlen halmazolás tárolóeszközt nem igényel, így a tárolóeszközök beszerzési költsége is elmarad. További előnye, hogy a tárolási magasság és a hasznos magasság azonos (nincsenek tárolásra nem használt, a tárolási magasságból levonandó magasságrészek), így a tárolótér vertikális kihasználása maximális lehet.

Az áru kézi vagy gépi erővel halmazható.

Kézi erővel történő halmazolás kistömegű egységek esetén kb. 2,20 m tárolási magasságig lehetséges.

Gépi halmazolás emelőtargoncákkal vagy futódarukkal biztosítható.

Az anyagmozgatást, illetve a halmazolást végző gépet az áru alakjához és méretéhez igazodó megfogó szerkezettel (pl. papírhenger fogó stb.) kell ellátni.

Sík rakodólapos tárolás. Szabályos kiterjedésű (elsősorban a modulus rendszerbe illő) csomagolással rendelkező (pl. dobozolt), vagy egyéb, sík rakodólapon kezelhető (pl. zsákolt) áruk tárolása esetén alkalmazható módszer. Előnyei elsősorban akkor jelentkeznek, ha a be- és a kiszállítás is sík rakodólapon történik, és az áru az egységrakományos megbontása nélkül kerülhet tárolásra.

A sík rakodólapos rakományok kezelése (rakodása, belső mozgatása és halmazolása) gépi működtetésű emelőtargoncákkal történhet, de kiegészítésként kézi emelővillás targoncák és rakodóállványok is alkalmazhatók.

A sík rakodólapon történő tárolás előnye a közvetlen halmazolással szemben, hogy az áru az egész szállítási folyamatba beilleszthető rakodólapos egységrakományként kerül tárolásra, és a belső mozgatásnál, illetve rakodásnál – miután különleges megfogó szerkezetet az egységrakomány kezelése nem igényel – a legjobb halmazolási tényezővel rendelkező (toló oszlopos, terpesz stb.) emelőtargoncák alkalmazhatók.

Hátránya a tárolási magasság egy részének lekötése (rakodólaponként közel 15 cm).

Tárolólemez tárolás. A rakodólapos tárolás hátrányait küszöböli ki. Ha a tárolótér üzemeltetése költséges (pl. hűtőházak esetén), a rakodólapon helyszükséglete viszonylag nagy veszteséget okoz, így a sík rakodólapos tárolás nem célszerű. Az is előfordul, hogy kevésbé értékes áruk rakodóla-

pos tárolása, az esetleg nagymennyiségű rakodólap beszerzési költsége miatt nem gazdaságos. Ilyen esetben is tárolólemezes tárolás a célszerűbb.

A *tárolólemezek* fémből, rétegelt lemezből vagy műanyagból készülhetnek. Felületi méretük a szabványosított rakodólap méretéhez hasonlóan 800×1200 mm.

A *lemezekkel képzett egységakományok kezeléséhez* az emelőtargoncákat különleges megfogó- és letolószerkezettel kell ellátni. Az emelőtargonca az egységakományt megközelítve az emelőszán alsó helyzetében a fogószerkezetet előretolja. Az előreolt fogószerkezetet a rakodólemez felhajlított szélét megfogja, majd a lemezen levő rakományt lemezzel együtt a villákra, vagy a villák helyett felszerelt sík lapra húzza. A rakomány, megemelés után a tárolóhelyre továbbítható. A tárolóhelyen az emelőtargonca az egységakományt a halmaz tetejére helyezi, majd lassú hátramenet és a megfogó szerkezet lassú előreolása közben a rakománytól megválnak.

A *tárolólemezes tárolás előnyei* a sík rakodólapos tárolással szemben: a rakodólemez magassága minimális ($0,5 \dots 1,5$ cm), így a tárolási magasság jól kihasználható; a lemezek saját tömege a sík rakodólapok saját tömegének $10\text{--}15\text{-öd}$ része, így a tárolási egység tömegét kisebb mértékben növeli. A beszerzési költség a sík rakodólapok beszerzési költségének $30 \dots 40\%$ -a.

Az *oldalfalas, keretes vagy sarokoszlopos rakodólapos tárolás* kevésbé szabályos méretű, vagy kevésbé teherbíróképes csomagolású áruknál alkalmazható módszer. Az egymás fölé helyezett egységakományok tömegét a rakodólap, illetve annak tartozéka viseli.

A rakodólapos rakományok kezelése a különböző szerkezeti sajátosságú emelőtargoncák bármelyikével, vagy halmazoló futódaru segítségével történhet.

A *tárolókeretes tárolás nagy*, vagy szabálytalan áruk tárolásánál alkalmazható módszer. A tárolókeretek alpmérete általában 800×1200 mm, de esetenként – főleg terjedelmes áruknál – ettől eltérő méretűek – a tárolt áruk alakjához és méretéhez alkalmazkodva – különböző kialakításúak lehetnek.

A tárolókeretes rakományok kezelése – az oldalfalas, keretes és sarokoszlopos rakodólapos rakományokhoz hasonlóan – emelőtargoncákkal, vagy halmazoló futódarukkal történhet.

Az *állvány nélküli tárolási rendszerek összehasonlítása*. Az állvány nélküli tárolási rendszerek, illetve a rendszer megvalósítását lehetővé tevő tárolóeszközök a beszerzési költség, a saját tömeg, a kezelhetőség, a rakományképzés, a térigény és áruvédelem jellege szerint hasonlíthatók össze.

A sík rakodólapokkal és a tárolólemezekkel szemben az oldalfalas, a keretes és a sarokoszlopos rakodólapok, valamint a rakodókeretek a mozgatás és a tárolás alatt az áruk védelmét is biztosítják. Ezzel szemben jelentős beszerzési költségdöbbllettel (az oldalfalas és a keretes rakodólapok, illetve a tárolókeretek beszerzési költsége a rakodólapok beszerzési költségének 10-12-szerese) és saját tömegdöbbllettel kell számolni.

Az oldalfalas, a keretes és a sarokoszlopos rakodólapok, valamint a tárolókeretek olyan áruk tárolását is lehetővé teszik, amelyek egyébként tárolóállványok beépítését igényelnék. A tároló állványokkal összehasonlítva, a következő előnyökkel rendelkezik:

1. a tárolás mellett az áruk raktáron belüli mozgatására is használhatók;
2. könnyen átcsoportosíthatók;
3. mennyiségük a raktári készlet alakulásától függően tetszés szerint növelhető vagy csökkenthető.

Hátrányuk:

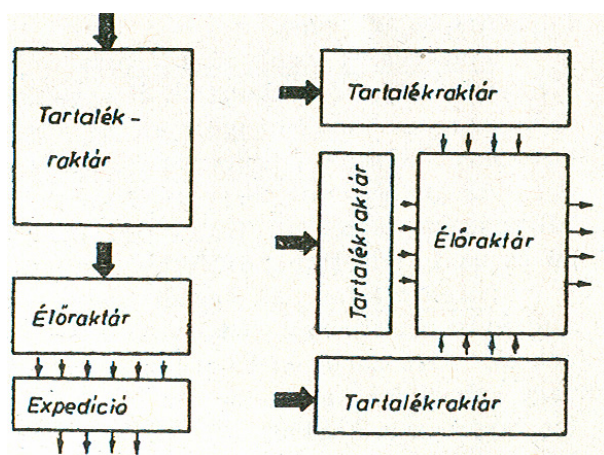
1. a tárolási magasság nem növelhető tetszés szerint;
2. azonos egységre vonatkoztatott beszerzési költségük nagyobb.

3.7.5. A tárolóterület elrendezése

A tárolóterület elrendezéséről általában. A raktározás gazdaságossága szempontjából a raktáron belüli anyagmozgatási munka csökkentésére kell törekedni. A raktári anyagmozgatási munka nagyságát állandó (az áru tömege) és változó (az áruforgási sebessége, anyagmozgatási út hossza) tényezők befolyásolják.

Az áruforgási sebessége az igénylési gyakoriságtól (a kereslettől) függ, így csak az utak hosszának rövidítésével – a tárolóterületek célszerű kijelölésével – lehet az anyagmozgatási munkát csökkenteni.

Az anyagmozgatási távolságok csökkentésének egyik módja a *raktári teljes árukészlet két részre osztása* (70. ábra). A készlet nagyobb részét az ún. tartalékraktárakban helyezik el és ebből – az igényeknek megfelelő időközönként – töltik fel ún. élőraktárt, ahonnan a kiszállításra kerülő tételek kommissiózása történik.



70. ábra. A tartalékraktár és az élőraktár kapcsolatának két változata

Ez a megoldás csak olyan raktárakban alkalmazható előnyösen, amelyekben az áruajták száma és az áruválaszték nem túl nagy. A nagy áruválasztékkal rendelkező raktárakban a kommissiózást szolgáló „élőraktárt” is olyan nagyra kellene méretezni, hogy az előnyök már nem érvényesülnének.

Az anyagmozgatási távolságok csökkentésének másik módja az *áruhalmozók és az anyagmozgatási utak célszerű elrendezése, illetve az egyes áruajták optimális tárolóterületének kijelölése.*

Az áruhalmozók és az anyagmozgatási utak elrendezésének alapformái:

1. a teljes tárolóterületet elfoglaló tömbtárolás;
2. folyosókkal tagolt tömbtárolás;
3. soros tárolás.

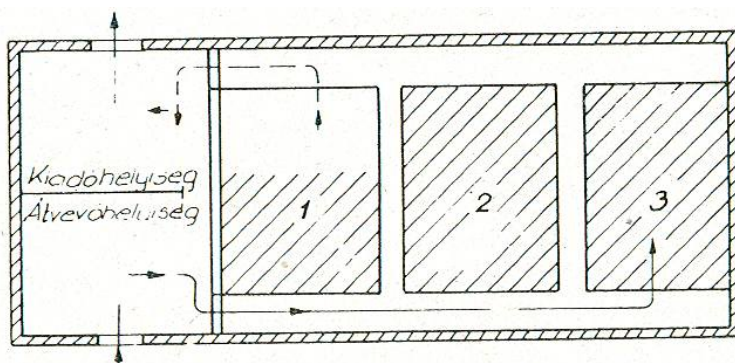
Az elrendezések közötti választást az determinálja, milyen mértékben és milyen gyakorisággal kell az áru egységekhez külön-külön hozzáférni.

Tömbtárolás. A tárolt egyedi darabok vagy egységgrakományok a főközlekedési utak között szorosan egymás mellett helyezkednek el. Állvány nélküli és állványos (pl. átjárható vagy görgős állványos) tárolási rendszer esetén is alkalmazható elrendezési forma, ha a tárolóterületen csak egy, vagy kevés számú áruajtát kerül elhelyezésre. A tárolóterület belső részén elhelyezkedő rakományokhoz csak az előttük álló áru egységek eltávolítása után lehet hozzáférni. Ezért állvány nélküli tárolás esetén az egységgrakományok részére kijelölt helyet és az alkalmazott emelőtargonca méretét úgy kell összhangba hozni, hogy a targonca a külső részen elhelyezett egységgrakományok eltávolítása után képződő folyosóba bejárhasson.

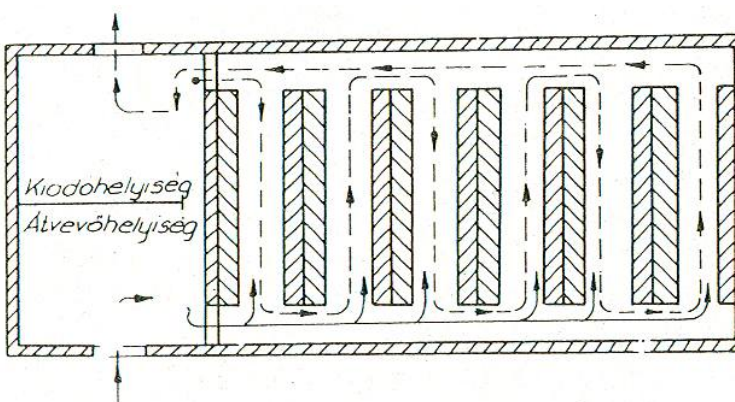
Folyosókkal tagolt tömbtárolás. A tömböket előre meghatározott távolságon folyosók választják el egymástól. Ezek a folyosók egyben anyagmozgatási utak is lehetnek. A folyosókkal szétválasztott tömbök esetenként különböző áruajták tárolására jelölhetők ki (71. ábra).

Az áru folyamatos cserélődése a be- és a kitárolás helyének szabályozásával történhet. (pl. a 71. ábra 3. jelű tárolóterületére tárolnak be és az 1. jelű tárolóterületről történik a kitárolás.)

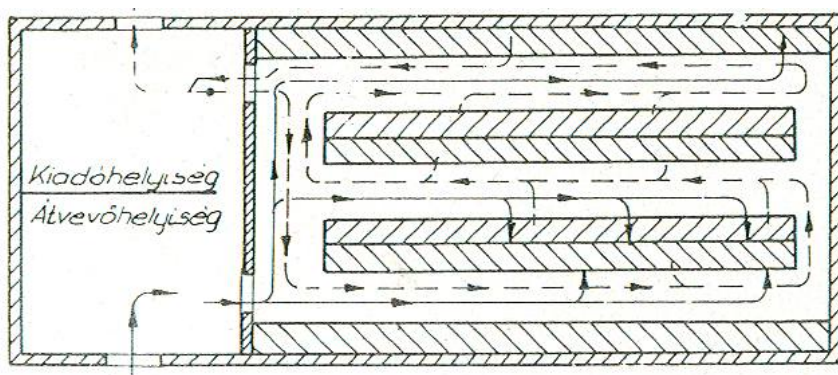
Soros tárolás. Az egyedi áruk agy egységgrakományok az anyagmozgatási utak mentén jobbra és balra csak egy-egy sorban helyezkednek el. Párhuzamosan haladó utak esetén is egymás mellett két állvány, vagy halmazsor képezhető. Az állvány- vagy halmazsorok a raktár hossz tengelyére merőlegesek (72. ábra), vagy azzal párhuzamosak (73. ábra) lehetnek.



71. ábra. Folyosókkal tagolt tömbtárolás



72. ábra. A raktár hossz tengelyére merőleges soros tárolás



73. ábra. A raktár hossztengetyével párhuzamos, soros tárolás

Amennyiben az áru gyűjtésekor rendszeresen végig kell járni az állványsorokat (az ábrákon szaggatott vonallal jelölt folyamat), a raktár hossztengetyével párhuzamosan elrendezés előnyösebb. Ennél az elrendezésnél az állványsorok bejárásához (miután az állványok holt részét kevesebb esetben kell érinteni) rövidebb távolságot kell megtenni, így kisebb anyagmozgatási munkát kell kifejtetni.

Párhuzamos és hegyesszögű elrendezés. Állvány nélküli tárolás esetén az egységrakományok a raktár hosszirányú falával párhuzamosan és azzal hegyesszöget bezárva is elhelyezhetők.

Párhuzamos soros elrendezés esetén a belső mozgatót végző emelőtargoncáknak – a rakomány elhelyezésekor vagy megfogásakor – merőlegesen kell a halmazsorra állni. A merőleges beállítás széles anyagmozgatási utat kíván. Az egymás mellé helyezett rakományokból kialakított halmazsorok azonban aránylag jó (35...55%) terület-kihasználást biztosítanak, és az egységrakományok bármelyik irányból megközelíthetők.

Hegyeszöget bezáró soros elrendezés esetén az emelőtargoncák 30...60°-os fordulattal tudják rakományukat elhelyezni, így az anyagmozgatási út szélessége jelentősen csökkenthető. A halmazsorok elrendezéséből adódóan azonban a terület-kihasználás csökken (20...40%), és az egységrakományok csak egyik irányból közelíthetők meg. A ferdesoros elrendezés területigény szempontjából hátrányosabb. Előnye viszont, hogy a rakomány egyszerűbb felemelése és elhelyezése miatt az anyagmozgatási idő rövidül.

Az optimális tárolóterület kijelölése. Amennyiben a raktárban tárolt áru tömeg szempontjából egységes, úgy a tárolóterület (tárolóhely) kijelölésekor elsősorban az igénylési gyakoriságot kell figyelembe venni. Ez a

szempont ilyen esetekben önmagában is elegendő a bejárandó távolságok lehető legrövidebbre csökkentéséhez. Ha az árufajták nemcsak igénylési gyakoriságban, hanem tömegben is különböznek egymástól, az egyes árufajták optimális tárolóterülete az alábbi – az anyagmozgatási munka (W_a) minimalizálására irányuló – *technológiai célfüggvény* figyelembevételével jelölhető ki:

$$W_a = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k (M_{bj} \cdot m_{bj} \cdot l_{bi} \cdot y_{ji} + M_{kj} \cdot m_{kj} \cdot l_{ki} \cdot y_{ji}) \rightarrow Min,$$

ahol:

k: a tárolómezők száma,

M_{bj} : a beszállításra kerülő j-edik árufajta átlagos rakomány

m_{bj} : a beszállítás gyakorisága a j-edik árufajtánál,

l_{bi} : a betárolás átlagos hossza i-edik telepítés esetén,

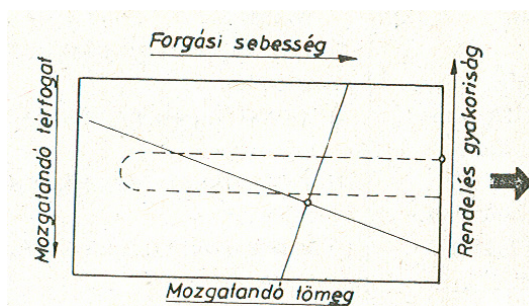
M_{kj} , az m_{kj} és az l_{kj} – a kiszállításra vonatkozó fent megnevezett értékek,

$$y_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{ha a j - edik árufajta az i - edik mezőbe van} \\ 0, & \text{egyébként.} \end{cases}$$

A tárolóterület kijelölésére célszerűen alkalmazhatók a közelítő pontosságú *grafikus módszerek* is. Az egyes árufajták helye a raktár léptékhelyes vázlatán tervezhető meg.

A raktár alaprajzának négy oldalán az árufajták tárolóterülete helyének meghatározása szempontjából mértékadó tényezőket (a térfogat, a tömeg, a rendelési gyakoriság, a forgási sebesség számszerű értékeiből képzett skálákat) kell felrakni. (74. ábra). Az egyes skálák határértékeit az adott raktár árufajtáin belüli szélső értékek határozzák meg, azok tehát nem 0-val kezdődnek.

Az egyes árufajtákra jellemző értéket a négy skála mindegyikén ki kell jelölni. Az így kapott – egymással szemben elhelyezkedő – pontok közé húzott egyenesen metszéspontja határozza meg a vizsgált árufajta tárolására legalkalmasabb helyet.



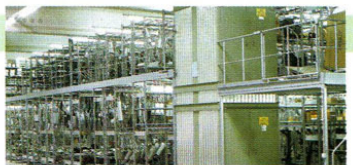
74. ábra. Az optimális tárolóterület centrumának kijelölése grafikus módszerrel

3.7.6. Korszerű raktári állványrendszerek

Az alábbiakban egy nagy, raktározás technikával foglalkozó multinacionális cég különböző célra kialakított állványrendszereit mutatjuk be nagy vonalakban. (75–78. ábra) Megjegyezzük, hogy az ilyen típusú cégek manapság kész rendszereket kulcsra kész állapotban árusítanak, sőt konkrét feladatokhoz különböző tervváltozatok kidolgozását is vállalják árajánlat készítés mélységig.

R 3000

Igény szerint kialakítható és bővíthető, többfunkciós, polcos állványrendszer. Két mezőszélességben, hat keretmagasságban és öt polcmélységben rendelhető.



R 4000

Csavarmentesen kapcsolható rendszer, sorolómezős építési mód, 2 mezőhosszban, 5 polcmélységben és különböző építési magasságokkal a többszintes rendszerekhez, nagy terhelhetőséggel. Gazdag választék kiegészítőkből.



R 2000

Csavarmentesen kapcsolható rendszer, alapmezős építési mód, 3 különböző mélységgel a többszintes állvány kialakításhoz. Legnagyobb terhelhetőség 5000 kg/mező. Gazdag választék kiegészítőkből.



R 7000

Csavarmentesen kapcsolható, keretekre épülő rendszer szabadon áthelyezhető szintekkel nagy terjedelmű anyagok raktározásához 5 mezőhosszban, 3 standard keretmagasságban és 4 polcmélységben. Gazdag választék kiegészítőkből.



R 8000

Csavarmentesen kapcsolható, keretekre épülő rendszer egyszintes építési módban 3 állványmagassággal, 5 polcmélységben és 2 mezőhosszban könnyű áruk raktározásához.



FR 0

Egymásra rakható állványelemekből álló rendszer 3 polcmélységben és variálható magasságokkal. Kiemelten nagy terhelhetőségű. Gazdag választék kiegészítőkből.



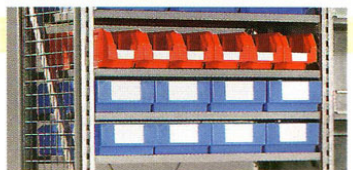
FIX CSAVAROZOTT ÁLLVÁNYOK

Perforált szögacél elemekből összezsavarozható rendszer. Bármilyen építési magasságban. Különösen irattári használatra alkalmas.



KIEGÉSZÍTŐ TARTOZÉKOK

Minden, ami a raktározást még könnyebbé és biztonságosabbá teszi: járólélek-világítások, szabadon álló állványok, állványlétrák, biztonsági kerítésrendszerek, tárolóvályúk, tárolódobozok és -ládák.



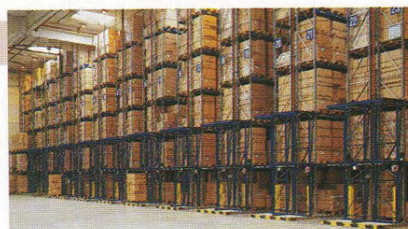
75. ábra. Polcos állványrendszerek

PR 350 RAKLAPOS ÁLLVÁNY

Erős és masszív raklapos állványrendszer mindennapos használatra. Néhány elemből egyszerűen felépíthető. A keret hegesztett kivitelű.

**PR 600 RAKLAPOS ÁLLVÁNY**

Modern raklapos állványrendszer – a sokféle elemből egyedi megoldások is megvalósíthatók. Az állványkeretek csavarozottak és a legnagyobb terhelésekhez is alkalmasak.

**BIZTONSÁGI KIEGÉSZÍTŐK
A PR 350 ÉS PR 600 ÁLLVÁNYOKHOZ**

Minden, ami a raktározást még biztonságosabbá teszi: sarokvédő, állványlábvédő, rácsos hátfalelemek, túltolásgátlók stb.

**LS 600 NAGYSZÉLESSÉGŰ ÁLLVÁNY**

Nagyszélességű állványrendszer könnyű és terjedelmes áruk tárolásához.

**KRE KAROS ÁLLVÁNY**

A KRE karos állványrendszer könnyű és közepes terhelésekhez használható. A beakasztható tárolókarok által könnyen illeszthető a tárolandó áru sajátosságaihoz.

**KRS KAROS ÁLLVÁNY**

A sokoldalú KRS karos állványrendszer csavarozott tárolókarokkal közepes és nagy terhelésekhez használható.



76. ábra. Rakodólapos, karos és nagyszélességű állványrendszerek

DR 20 KOMISSIÓZÓ ÁLLVÁNY

Univerzálisan állítható, erős kialakítású állvány nagy terhelésekhez.

**DR 20 L KOMISSIÓZÓ ÁLLVÁNY**

Könnyített kivitel. A DR 20 állvány gazdaságosabb alternatívája. Speciálisan könnyű áruk tárolására. Csavarmentesen állítható.

**R 7000 ELŐKÉSZÍTŐ ÁLLVÁNY SZERELÉSHEZ**

Változtatható a hossza és a mélysége. Ferdén berakott csúszópályák biztosítják a dobozok lecsúszását a betárolási oldalról a kiemelési oldalra.

**RAKLAPOS KOMISSIÓZÓ ÁLLVÁNY**

A raklapos áru dinamikus előkészítéséhez és beillesztéséhez az anyagáramlásba. Az SSI SCHÄFER raklapos kommissiózó állványai biztosítják az áttekinthető tárolást, a gyors kiemelést és a rövid kiszolgálási útvonalat.

**DOBOZOK A DINAMIKUS ÁLLVÁNYRENDSZEREKHEZ**

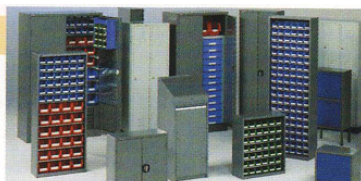
Dobozok, amelyek különösen jól alkalmazhatók a kommissiózó és előkészítő állványokhoz.



77. ábra. Dinamikus állványrendszerek kommissiózásra és alkatrész előkészítésre

ANYAGTÁROLÓ SZEKRÉNYEK

Modulszerűen építhető anyagtároló és raktári szekrények különböző méretekben a legkülönbözőbb használati területekre.

**SZERSZÁMTÁROLÓ SZEKRÉNYEK PULTOK KIALAKÍTÁSÁHOZ**

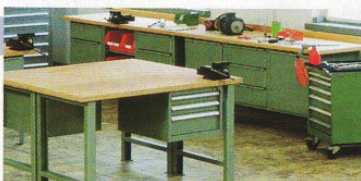
Modulszerűen építhető szekrényrendszerek és egységes rendszerméretű komplett szekrények szerszámkiaadó pultok berendezéséhez. Egységes építési magasság 1105 mm.

**GÉP- ÉS SZERSZÁMSZEKRÉNYEK**

Szekrények NC-szerszámok vagy gépek tárolásához fiókokkal vagy ajtókkal, különböző méretekben, különböző felhasználási területekre.

**MUNKAPADOK ÉS MUNKAHELYEK**

Modulszerűen építhető és kompakt munkapadok. A sokféle kialakítási lehetőség biztosítja a műhely optimális berendezését.

**RUHÁS- ÉS ÖLTÖZŐSZEKRÉNYEK**

Szociális helyiségek berendezése az ipar, műhelyek, hivatalok és sportlétesítmények számára.

**RENDSZERKIEGÉSZÍTŐK**

Kiegészítők raktárak és műhelyek hatékony, modern és teljes körű berendezéséhez. Szállítóeszközök és létrák számos változatban.

**ANYAGELŐKÉSZÍTÉS**

Szerelőállványok, szállítódobozok és eszközök a célirányos anyagelőkészítéshez a szerelősor és a termelés számára.



78. ábra. És amiről a gyakorlatban nagyon sokszor megfelelnek, raktári- és gyártósori ellátó és kiegészítő rendszerek

3.7.7. Költségek meghatározása, mutatószámok képzése

A beruházási költségek meghatározása. Az anyagmozgató és a tárolóeszközök és berendezések mennyiségének ismeretében kerülhet sor a beruházási költségek meghatározására. Az eszközök és berendezések mennyisége és a mennyiségi egységre vetített költsége mellett figyelembe kell venni a szerelési költségeket is (pl. állványok felszerelése, felvonók beépítése stb.). Esetenként jelentős tételt képviselhetnek a járulékos beruházások (pl. akkumulátortöltő berendezések, üzemanyagtöltő berendezések) költségei is. Célszerű az anyagmozgató eszközöket és gépeket, a tárolóeszközöket és berendezéseket, valamint a kiegészítő berendezéseket külön-külön költség-tételként kezelni, majd „technológiai beruházási költségek” címen összesíteni.

A raktár terület- és térkihasználásával, valamint üzemeltetésével összefüggő mutatószámok

A raktárterület kihasználási tényezője:

$$\alpha = \frac{f_h}{f_o},$$

ahol:

f_h : a raktár hasznos alapterülete (m^2),

f_o : a raktár összes területe (m^2).

A magasság-kihasználási tényező:

$$\alpha_m = \frac{m_t}{m_f},$$

ahol:

m_t : az átlagos tárolási magasság (m),

m_f : a raktár belmagassága (m).

A raktártér kihasználási tényezője:

$$\alpha_r = \frac{V_o}{V_o},$$

ahol:

V_o : a tárolásra használt raktártér (m^3),

V_o : a teljes raktártér (m^3).

A tárolótér kihasználási tényezője:

$$\alpha_t = \frac{V_a}{V_o},$$

ahol:

V_a : a tárolt áru térfogata (m^3),

V_o : a tárolásra használt raktártér (m^3).

Az 1 m^3 tárolótér térfogatra jutó raktártérfogat:

$$\beta_t = \frac{1}{\alpha_r} = \frac{V_o}{V_a}$$

Az 1 m^3 tárolótér-térfogatra jutó raktár-alapterület:

$$\beta = \frac{f_o}{V_o}.$$

Az áru cserélődésének mutatószáma:

$$c = \frac{T}{t} = \frac{B}{q_o},$$

ahol:

T : a vizsgált időszak (pl. év = 365 nap),

t : a rendelési időköz (nap),

B : a vizsgált időszak (t),

q_o : a rendelési tételek nagysága (t).

A raktártér jó kihasználása mellett az alábbi közelítő összefüggéssel is meghatározható a mutatószám:

$$c = \frac{Q_{ki}}{Q_r},$$

ahol:

Q_{ki} : a vizsgált időszak (pl. 1 év alatt) kiszállított árumennyiség (t),

Q_r : a raktár adott tárolási és anyagmozgatási rendszer melletti befogadóképessége (t).

A fajlagos raktározási költség:

$$k_r = \frac{K_{\sigma}}{Q_{\text{év}}},$$

ahol:

K_{σ} : a raktárüzem évi összköltsége (Ft/év),

$Q_{\text{év}}$: a raktár évi áruforgalma (t/év).

3.7.8. Esettanulmány ipari késztermékraktár tárolási rendszerverzióinak kidolgozására, és a verziók közül az optimális változat kiválasztására

3.7.8.1. Általános szempontok a tervváltozatok kidolgozásához

A jelenlegi osztott tömbös tárolási mód alapterület kihasználásban jó hatásfokú, de nem elegendően osztott ahhoz, hogy minden egyes cikkelem nagyobb rakodási feladat nélkül hozzáférhető legyen. Jelenleg előfordul, hogy egy adott kiszállításhoz a raktáros rutinja is szükséges ahhoz, hogy egyes egységtrakományokat megtaláljon. A jelenlegi helyzet fő problémája, hogy az épület belmagassága az egységtrakományok alacsony fokú halmazolthatósága miatt csak mintegy 50%-ig használhatók ki. Ezek miatt a rekonstrukciós tervezés során, olyan variánsokat kell kidolgoznunk, amely állványok segítségével a raktárépület belmagasságát képes kihasználni, és amellet növekszik a hozzáférhetőség foka.

A raktárépület szabad belmagassága 6,4 méter, így értelemszerűen magraktári berendezések nem jöhetnek szóba. Anyagmozgatás gépesítés szempontjából sem célszerű a raktarat a gyártó üzemszektől elkülöníteni, mivel az üzemszekt közötti anyagmozgatást is normál homlokivillás emelőtargoncák végzik, amelyek univerzálisan alkalmazhatók valamennyi anyagmozgatási területen. A készáruraktár áruforgalma nem olyan nagy, hogy műszakonként viszonylag nagy targoncadarabszám szükséglet adódna, és ezek miatt úgy célszerű az anyagmozgatási munkákat szervezni, hogy homogén targoncatípusból álljon, és a targoncák egyaránt dolgozhassanak a gyártóüzemben és a késztermékraktárban. Az a tény, hogy jelenleg többféle gyártmányú, típusú és teherbírású targonca szolgálja ki az üzemet és a raktarat, annak kizárólag beszerzés politikai és költségoptimalizálási okai vannak (pl. lízing, bérlet stb.).

Sajnos a targoncapark összeállításánál a cég nem túl szerencsésen járt el, ugyanis a nagyméretű papírtekercseket leszámítva a mozgatott egységtrakományok maximális tömege jellemzően 300-400 kg tartományba esik, és 650

kg-nál nehezebb egységtrakomány egyáltalán nem fordul elő. Ennek ellenére a beszerzett targoncák teherbírásai jellemzően 1500 kg, és így a teherbírásuk nincs kihasználva. Viszont, ha a tárolási magasságot akarjuk növelni, akkor annak maximális emelési magasságok szabnak gátat, amelyek jellemzően a 3–3,3 méter tartományba esnek. Amennyiben állványos tárolási móddal a raktárépület 6,4 méter szabad belmagasságát ki akarnánk használni, legalább olyan targonca típust kellene választanunk, amelynek max. emelési magassága 4,5 méter kellene, hogy legyen. A jelenlegi targoncapark lecserélésére jelenleg nincs lehetőség, ezért a függőleges síkú elrendezéseket kell úgy megválasztani, hogy az alacsony és magas rakatok megfelelő függőleges kombinációjával, ne legyen szükség 3 méter feletti emelési magasságra, és ezzel a kombinációval a hasznos tároló tér is viszonylag jól kihasználható.

Jellemzően tehát a BT gyártmányú GT15 típusú targoncánál maradv a tervezés során a következő jellemzőket fogjuk figyelembe venni:

- maximális teherbírás: 1500 kg,
- maximális emelési magasság (h_3): 3,3 m,
- halmazoló útszélesség (A_{st3}): 2370 mm.

A halmazoló útszélesség meghatározásánál az előzetes tervváltozatokban minimum 3 méter folyosószélességgel fogunk számolni, mint elvi megoldás. Nyilván a végleges változat részletes kidolgozásakor az épület kisebb részleteitől pl. tűzcsapok, villamos kapcsolószekrények stb., valamint az épület tartópillérei-, a belógó füsttároló falak miatt a konkrét állványkiosztás értelemszerűen módosulni fog. Minden olyan esetben, amelyben a rakományt mozgó targoncának 90°-ban az állványokra rá kell fordulni a legnagyobb rakományhosszt figyelembe véve, valamint a biztonságra tekintettel 3,5 méter folyosószélességgel fogunk számolni.

A következő pontokban, különböző állványos tárolási mód kombinációkat mutatunk be, amelyet a későbbiekben a jelenlegi osztott tömbös tárolási móddal fogunk összevetni, és ennek alapján választjuk ki az optimális megoldást.

A kidolgozott változatok összehasonlíthatósága érdekében a következő alapadatokkal fogunk számolni valamennyi verzió esetén:

A késztermékraktár területe: $T_a = 47 \cdot 42 + 6 \cdot 12 = 2046 \text{ m}^2$

1 db soros állványmező területe: $T_s = 1,25 \cdot 3,3 = 4,125 \text{ m}^2$

1 db görgős állványrendszer területe: $T_g = 13,65 \cdot 13 = 177,45 \text{ m}^2$

1 db átjárható állványrendszer területe: $T_a = 13,5 \cdot 7,2 = 97,2 \text{ m}^2$

3.7.8.2. Soros rakodólapos állványrendszer (1. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 79. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítva:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_1=158$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 474

Elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 1422 db

Hasznos alapterület: $T_{h1} = T_s \cdot n_1 = 4,125 \cdot 158 = 651,75 \text{ m}^2$

Terület kihasználási tényező: $\eta_1 = \frac{T_{h1}}{T_a} = \frac{651,75}{2046} = 0,3185 \rightarrow 31,85\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 1422 db

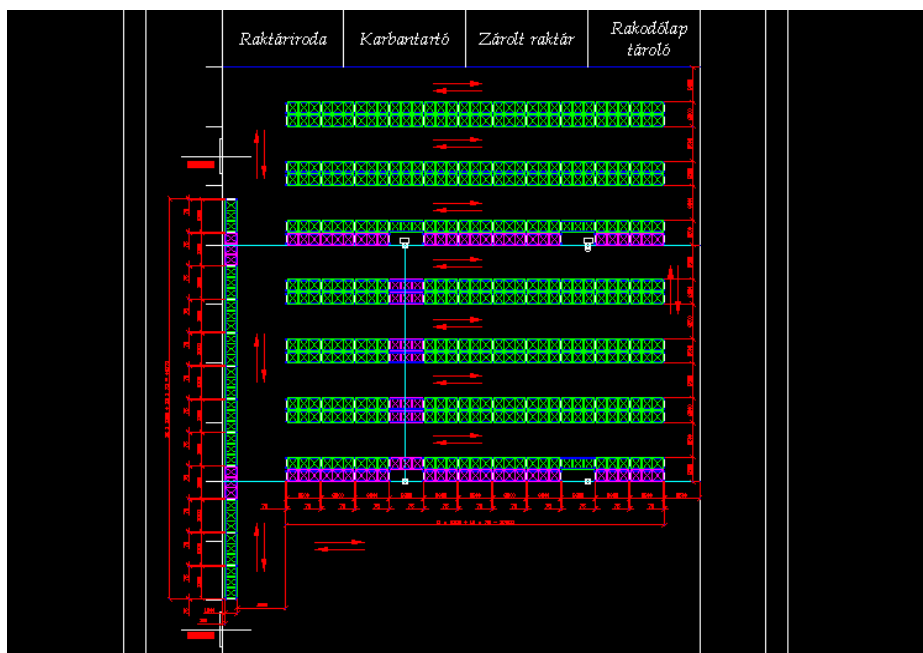
Ez a verzió kizárólag soros állványos tárolást tartalmaz, olyan elrendezésben, hogy a fő tárolóterületen az állványsorok a kiadó kapukra merőlegesen helyezkednek el. Az állványok oszloposztása 3300 mm, hogy egy osztásba bármelyik méretű egységgrakomány tetszőleges permutációban behelyezhető legyen. Az állványok mélysége 1200 mm. Egy állványon belül – mivel az állványok huzalháló szerkezetűek – a rakodólapok mind hossz-, mind keresztirányból behelyezhetők. Ez a megoldás biztosítja, az állványosztás kihasználhatóságának maximális rugalmasságát. A forgalom szempontjából, jelentős mennyiséget képviselő egységgrakományokból egy állványosztásban 3 darab fér el, és csak néhány olyan méretkombináció van, amelyből az elhelyezhető darabszám 2. Ebben az esetben 79% osztásköz kihasználás hozható létre. Függőleges irányt tekintve az alsó rakománysor a padlón van elhelyezve. Az első 2 szint magassági mérete egyenként 1450 mm minden esetben. A harmadik állványszínt 2900 mm, hogy a kiszolgálást végző targonca emelési magassága illeszkedjen hozzá. Az alsó két szinten az alacsony egységgrakományok, míg a 3. állványszinten a magas egységgrakományok kerülnek elhelyezésre. Azok az állványosztások, amelyek a füsttároló fal alá esnek, a felső szinten is alacsony rakományok elhelyezésére alkalmasak (a verzió alaprajzán lilával jelölve). A közlekedő utak szélessége minden esetben legalább 3500 mm.

A verziók összevethetősége érdekében az elhelyezhető egységgrakomány darabszám meghatározásánál egységesen 3 rakodólap/ állványmező elhelyezést veszünk figyelembe.

A verzió előnye a nagyfokú hozzáférhetőség, rugalmasság a rakományok elhelyezhetősége szempontjából, az elhelyezett termék tárolási he-

lyének pontos azonosíthatósága, kitárolásnál viszonylag rövid anyagmozgatási távolságok.

A verzió hátránya a jelenlegi elrendezéshez képest az állványrendszer beruházási költsége. A közlekedő út összes terület szükséglete nagyobb a jelenlegi tömbös tároláshoz képest, de ezt ellensúlyozza a magasság jobb kihasználása.



79. ábra. Soros rakodólapos állványrendszer 1. verzió

3.7.8.3. Soros rakodólapos állványrendszer (2. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 80. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítva:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_2=162$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 486

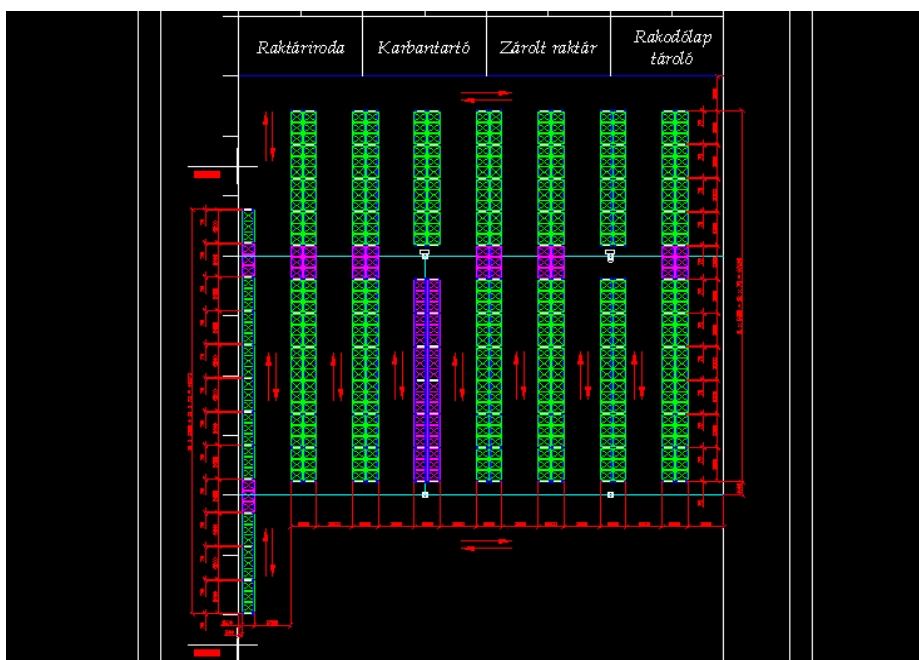
Elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 1458 db

Hasznos terület: $T_{h2} = T_s \cdot n_2 = 4,125 \cdot 162 = 668,25 \text{ m}^2$

Terület kihasználási tényező: $\eta_2 = \frac{T_{h2}}{T_a} = \frac{668,25}{2046} = 0,3266 \rightarrow 32,66\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 1458 db

A 2. verzió az 1. verziótól mindössze abban különbözik, hogy a soros rakodólapos állványrendszer a kiadó kapukhoz képest párhuzamosan helyezkedik el. Az állványok magassági beosztása megegyezik az 1. verzióval. Az állványok száma némiképp változik, mivel értelemszerűen a fűsthatároló falak, és az oszlopok más kiosztás szerint érintik az állványrendszert.



80. ábra. Soros rakodólapos állványrendszer (2. verzió)

3.7.8.4. Soros rakodólapos állványrendszer az expedíáló területen telepített görgős utántöltő állvánnyal (3. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 81. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítható:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_3=136$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 408

Soros állványon elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 1224 db

Görgős állványrendszer száma (vízszintesen 10, függőlegesen 3 csatornával): 1 db

Görgős állványrendszeren elhelyezhető egységgrakományok száma 1 szintben: 100 db

Görgős állványrendszeren elhelyezhető egységtrakományok száma 3 szintben: 300 db

Elhelyezhető egységtrakományok száma összesen: 1524 db

Hasznos terület: $T_{h3} = T_s \cdot n_3 + T_g = 4,125 \cdot 136 + 177,45 = 738,45 \text{ m}^2$

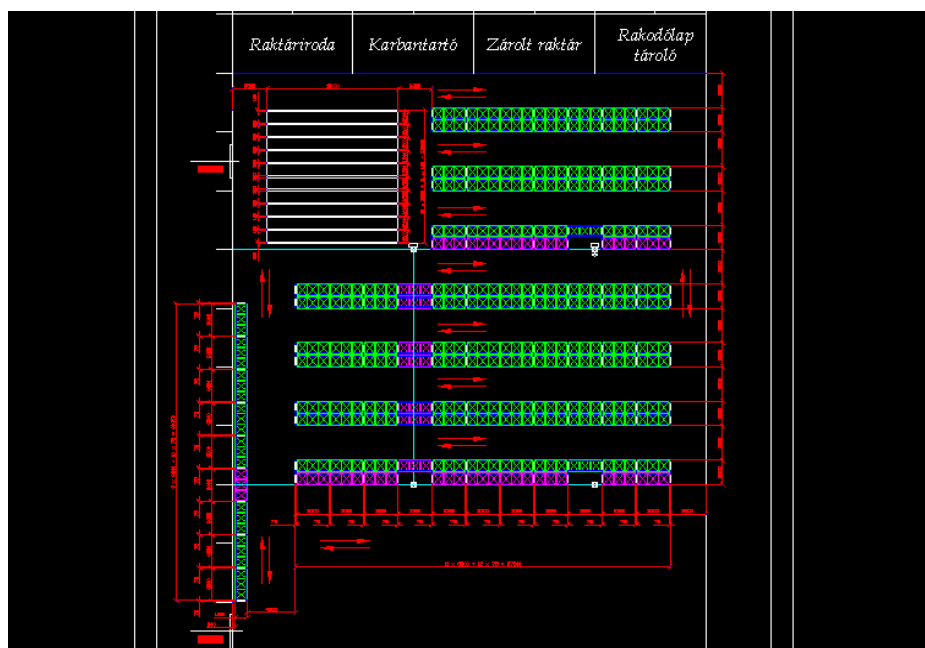
Terület kihasználási tényező: $\eta_3 = \frac{T_{h3}}{T_a} = \frac{738,45}{2046} = 0,3609 \rightarrow 36,09\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységtrakományok száma: 1254 db

Ez a verzió megegyezik az 1. verzióval, azzal az eltéréssel, hogy az árukiadó kapuval szemben görgős utántöltő állványrendszert helyeztünk el, és ebben a szekcióban kimarad az itt elhelyezhető soros állványrész.

A görgős utántöltő állványban 10 folyosót tervezünk létesíteni, folyosónként 3 magassági osztással. A görgős kiszolgáló csatorna 1200 mm rakományszélesséig alkalmas minden olyan egységtrakomány behelyezésére, amelynek lábösszekötői a pálya hosszirányába esnek. Ezáltal valamilyeni jelenlegi egységtrakomány típus behelyezésére alkalmas. Mélységirányban a kiszolgáló csatornák 13 m hosszúak, amelyet azért választottunk, hogy minden egyes pályacsatornába annyi egységtrakomány elhelyezhető legyen, amennyi egy járműtrakomány mennyiséget képvisel. A görgős pálya magassági osztása olyan, hogy a csatornába magas rakat is befér, mivel itt füsttároló fal nem korlátozza a magasságot. Az állványrendszerbe összesen 30 kiszállító járat árumennyisége fér el. A viszonylag nagy folyosóhossz miatt a görgős pályába 4 méterenként fékező görgőket tervezünk beépíteni.

A verzió előnye, hogy egyértelműen tévedésmentesen az egyes járatok árui jól előkészíthetők, a járművek rakodási ideje jelentősen lecsökken, azonban a görgős utántöltő állvány műszakilag igényes, ezáltal drága szerkezet, és rendszeres karbantartást is igényel.



81. ábra. Soros rakodólapos állványrendszer az expedíáló téren telepített görgős utántöltős állvánnyal (3. verzió)

3.7.8.5. Soros és átjárható állványos kombinált tárolási mód az expedíáló területen telepített görgős utántöltő állvánnyal (4. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 82. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítva:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_4=57$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 171

Soros állványon elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 513 db

Görgős állványrendszer száma (vízszintesen 10, függőlegesen 3 csatornával): 1 db

Görgős állványrendszeren elhelyezhető egységgrakományok száma 1 szintben: 100 db

Görgős állványrendszeren elhelyezhető egységgrakományok száma 3 szintben: 300 db

Átjárható állványrendszer száma: 4 db

Átjárható állványrendszereken elhelyezhető egységgrakományok száma 1 szintben: 288 db

Átjárható állványrendszereken elhelyezhető egységgrakományok száma 3 szintben: 864 db

Elhelyezhető egységgrakományok száma összesen: 1677 db

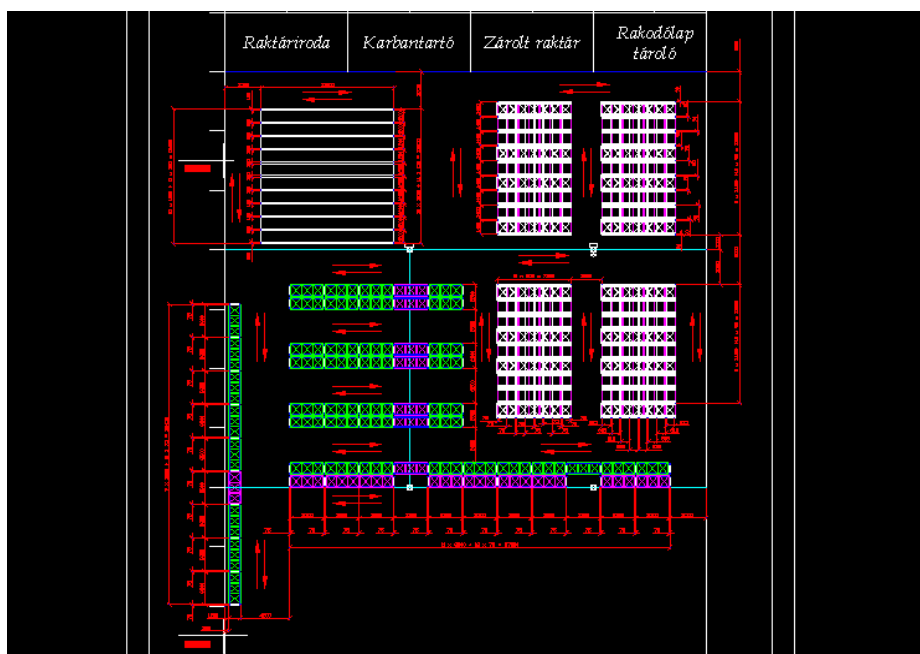
Hasznos terület:

$$T_{h4} = T_s \cdot n_4 + T_g + 4 \cdot T_a = 4,125 \cdot 57 + 177,45 + 4 \cdot 97,2 = 801,375 \text{ m}^2$$

Terület kihasználási tényező: $\eta_4 = \frac{T_{h4}}{T_a} = \frac{801,375}{2046} = 0,3917 \rightarrow 39,17\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 579 db

Ez a verzió részben soros rakodólapos állványelrendezést tartalmaz az 1. verzió szerinti elrendezésben, részben 4 tömbben átjárható állványrendszert tartalmaz. A kiadókapunál a 3. verzió szerinti görgős utántöltő állványrendszer van elhelyezve. Az átjárható tároló állványok szélességi kiosztása olyan, hogy 1400 mm szélességen 1200 mm rakodólap szélességű egységgrakomány típusok helyezhetők el keresztirányban, ezáltal a jelenlegi rakodólap méretek közül több változat helyezhető be.



82. ábra. Soros és átjárható állványos kombinált tárolási mód az expedáló téren telepített görgős utántöltős állvánnyal (4. verzió)

A verzió előnye, hogy az átjárható tároló állvány alkalmazása csökkenti, a közlekedő utak területigényét, hátránya viszont, hogy egy állványfolyosóba csak egy terméktípus helyezhető el, ha a FIFO elvet be akarjuk tartani, és az állványszerkezet költsége is nagyon magas.

3.7.8.6. Soros és átjárható állványos kombinált tárolási mód (5. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 83. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítva:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_5=120$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 360

Soros állványon elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 1080 db

Átjárható állványrendszerek száma: 2 db

Átjárható állványrendszereken elhelyezhető egységgrakományok száma 1 szintben: 144 db

Átjárható állványrendszereken elhelyezhető egységgrakományok száma 3 szintben: 432 db

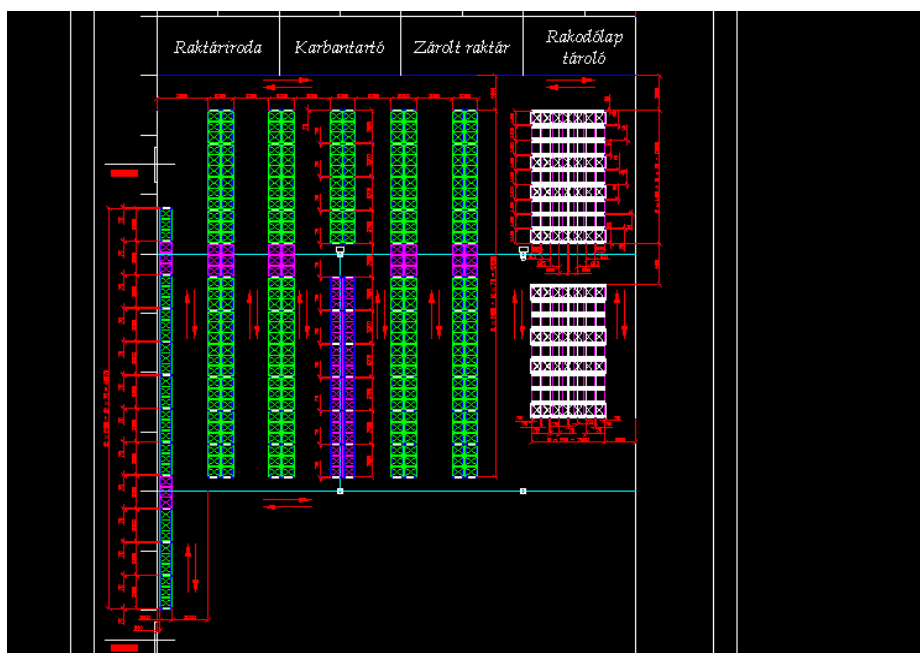
Elhelyezhető egységgrakományok száma összesen: 1512 db

Hasznos terület: $T_{h5} = T_s \cdot n_5 + 2 \cdot T_a = 4,125 \cdot 120 + 2 \cdot 97,2 = 689,4 \text{ m}^2$

Terület kihasználási tényező: $\eta_5 = \frac{T_{h5}}{T_a} = \frac{689,4}{2046} = 0,3369 \rightarrow 33,69\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 1098 db

Ez a verzió a 2. verziótól annyiban különbözik, hogy az alapanyagraktár felőli oldalon az utolsó oszlopközben a 4. verzióval azonos felépítésben átjárható tároló állvány van elhelyezve. Ebben a verzióban a görgős után-töltő állványt elhagytuk az expedáló térből. A verzió előnyei és hátrányai ugyanazok, mint a 4. verziónál leírtak. Ezzel a verzióval az volt a célunk, hogy kipróbáljuk, hogy a soros és átjárható állványrészek kombinációja milyen befolyással van az elhelyezhető egységgrakomány darabszámra, és a hozzáférhetőség fokára. A verzió gyakorlati előnye a gyár szempontjából az lenne, hogy az átjárható tároló állványban gyakorlatilag tömbös tárolási módban a lassan forgó, túlgyártásból származó, és reklamációs céllal visszaszállított készleteket helyezzük el. A kis forgási sebesség miatt, itt az is megengedhető, hogy egy kiszolgáló csatornába többféle terméket is elhelyezhessünk.



83. ábra. Soros és átjárható állványos kombinált tárolási mód (5. verzió)

3.7.8.7. Átjárható állványos tárolási mód soros állványos kiegészítéssel (6. verzió)

A verzió alaprajzi elrendezését a 84. ábra mutatja be.

A verzió jellemzői az alaprajzból számítva:

Soros rakodólapos állványmezők száma 1 szintben: $n_6 = 30$

Soros rakodólapos állványmezők száma 3 szintben: 90

Soros állványon elhelyezhető egységgrakományok száma (3 egységgrakomány/ állványmező alapján számolva): 270 db

Átjárható állványrendszerek száma: 8 db

Átjárható állványrendszeren elhelyezhető egységgrakományok száma 1 szintben: 576 db

Átjárható állványrendszeren elhelyezhető egységgrakományok száma 3 szintben: 1728 db

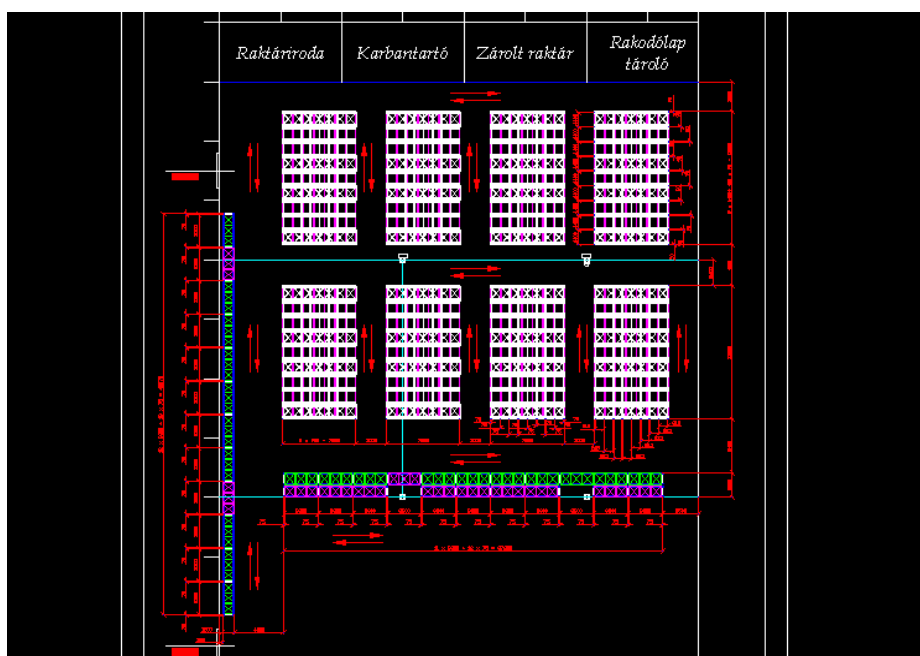
Elhelyezhető egységgrakományok száma összesen: 1998 db

Hasznos terület: $T_{h6} = T_s \cdot n_6 + 8 \cdot T_a = 4,125 \cdot 30 + 8 \cdot 97,2 = 901,35 \text{ m}^2$

Terület kihasználási tényező: $\eta_6 = \frac{T_{h6}}{T_a} = \frac{901,35}{2046} = 0,4405 \rightarrow 44,05\%$

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 342 db

Ez a verzió alapvetően átjárható tároló állványos megoldású. A soros állványok szükséges mennyiségét, úgy határoztuk meg, hogy minden cikk-elem hozzáférhető legyen a kellő mennyiségben. Az átjárható tároló állvány részben a nagy mennyiségű homogén termékfeleségek helyezendőik el, míg a soros rakodólapos állványon részben a rakodólap geometriai mérete miatt nem elhelyezhető rakatok, valamint a mennyiségben csekély, jellemzően a rendelt mennyiséget kiegészítő „tört” rakatok helyezendőik el. A verzió előnye a közlekedő utak alacsony területszükséglete, míg hátránya a rugalmatlanság, és az átjárható állvány magas beszerzési költsége.



84. ábra. Átjárható állványos tárolási mód
soros állványos kiegészítéssel (6. verzió)

3.7.8.8. A jelenleg alkalmazott osztott tömbös tárolási mód fő jellemzői a tervezett verziókkal történő összehasonlításhoz

A jelenleg alkalmazott osztott tömbös elrendezést a 85. ábra mutatja be.

Az elrendezés jellemzői:

Területi jellemzők:

B lokáció területe: 464 m²,

C lokáció területe: 297 m^2 ,
D lokáció területe: 220 m^2 ,
E lokáció területe: 448 m^2 ,
összes terület: $T_{hj} = 1429 \text{ m}^2$.

Terület kihasználási tényező: $\eta_j = \frac{T_{hj}}{T_a} = \frac{1429}{2046} = 0,6984 \rightarrow 69,84\%$.

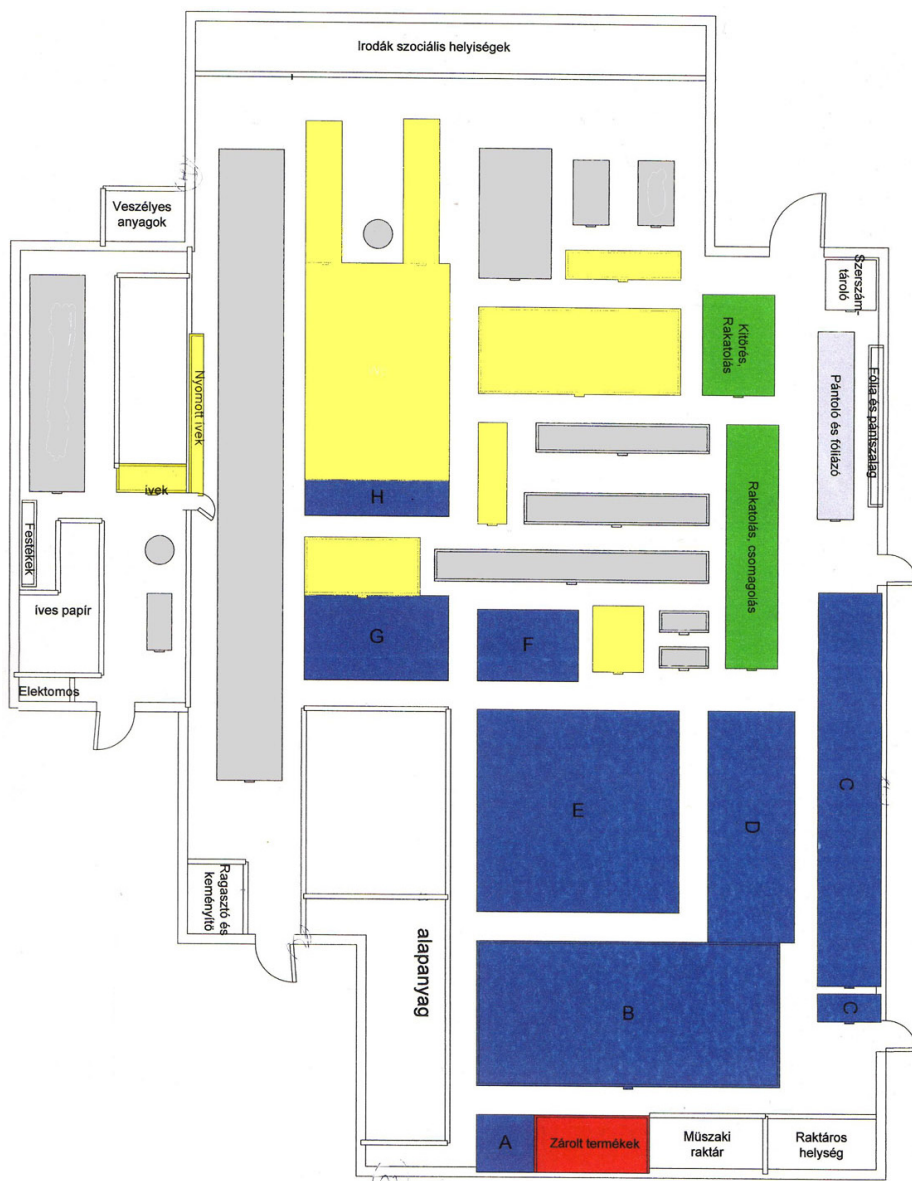
Elhelyezhető egységgrakományok száma 1 rétegben:

B lokáció: 416 db,
C lokáció: 245 db,
D lokáció: 180 db,
E lokáció: 391 db,
összesen: 1232 db.

Elhelyezhető egységgrakományok száma 2 rétegben: 2464 db

A közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma: 98 db

Az elhelyezhető egységgrakomány darabszámnál kompatibilitás miatt ugyanazokat az elveket alkalmaztuk, mint a verzió leírásoknál. Alapvető különbség, hogy a halmazolthatóság miatt függetlenül az egységgrakomány magasságától, minden esetben csak két réteget vettünk figyelembe.



85. ábra. Jelenlegi helyzet

Jelmagyarázat:

- A kék területek a késztermékraktár tároló tömbjeinek elhelyezési területe.
- A szürke jelölésű helyek a gyártóberendezések által elfoglalt területek.
- A sárga területek a műveletközi puffertárolásra kijelölt területek.

3.7.8.9. Az egyes tervezési változatok összehasonlító elemzése

Az egyes tervváltozatok közül az optimálisnak nevezhető változat kiválasztásához a következőkben a COMBI módszert alkalmazzuk. Bár a COMBI módszer, akkor alkalmazható a legjobban, ha viszonylag sok értékelési kritérium (10 fölött) van, esetünkben kénytelen vagyunk megelégedni 5 értékelési kritériummal, mert az egyes verziók annyiban nem térnek el egymástól, hogy az alább felsoroltnál több egymástól eltérő jelentős értékelési kritériumot választhassunk. Meg kell jegyeznünk azt is, hogy a beruházási költségeket csak igen durva közelítéssel tudtuk volna megadni, ezért inkább célszerűnek találtuk konkrét összegek helyett a pontszám megoldást alkalmazni. Az egyes verziók rugalmasságára szintén pontozásos értékelést adtunk annak alapján, hogy milyen arányú a soros állványos, az átjárható állványos, és a görgős utántöltő állványos tárolási mód aránya, és azokban hányféle rakománytípus helyezhető el.

Az értékelési kritériumok a következők:

Tárolási kapacitás

Ismérv: összes elhelyezhető egységgrakomány darabszám

Mértékegység: egységgrakomány darabszám

Terület kihasználási tényező

Ismérv: tároló hellyel fedett alapterület/ összes késztermék tárolásra szóba jöhető alapterület

Mértékegység: arányszám

Hozzáférhetőség

Ismérv: Átrakás nélkül közvetlenül hozzáférhető egységgrakományok száma

Mértékegység: egységgrakomány darabszám

Rugalmasság

Ismérv: adott tároló helyen elhelyezhető egységgrakomány típusok

Mértékegység: értékelő pontszám

Beruházási költség

Ismérv: A verzióhoz szükséges állványrendszer beszerzési árszintje más állványtípushoz képest

Mértékegység: értékelő pontszám

A fenti kritériumok súlyozási mátrixa a 24. táblázatban látható, amelyben a tényezőket páronként hasonlítottuk össze.

24. táblázat. A COMBI módszer súlyozási mátrixa

Súlyozási mátrix						
	1	2	3	4	5	Sé
1	–	1	1	2	0	4
2	1	–	1	1	2	5
3	1	1	–	2	1	5
4	0	1	0	–	1	2
5	2	0	1	1	–	4

Az egyes verziók értékelési kritériumonkénti jellemző adatait a 25. táblázat tartalmazza.

25. táblázat. Értékelési kritérium értékek verzióként

Értékelési kritérium	J	1	2	3	4	5	6	Sé
1. Tárolási kapacitás (ER)	2464	1422	1458	1524	1677	1512	1998	4
2. Terület kihasználási tényező (arányszám)	0,7	0,32	0,33	0,36	0,39	0,34	0,44	5
3. Hozzáférhetőség	98	1422	1458	1254	579	1098	342	5
4. Rugalmasság (pontszám)	5	5	5	5	3	4	2	2
5. Beruházási kts. pontszám	5	3	3	2	1	2	1	4

A preferenciahányadosok számítása:

a z-edik, és v-edik változat összehasonlítása

$$P_{vz} = \prod_{i=1}^n \left[\frac{T_{iv}}{T_{iz}} \right]^{Sé_i}$$

összefüggés alapján történik, behelyettesítve:

$$P_{j1} = \left[\frac{2464}{1422} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,32} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{1422} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^4 = 0,005414, \text{ illetve}$$

$$P_{1j} = \frac{1}{P_{1j}} = \frac{1}{0,005414} = 184,69;$$

$$P_{j2} = \left[\frac{2464}{1458} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,33} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{1458} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^4 = 0,00371;$$

$$P_{2j} = \frac{1}{P_{j2}} = \frac{1}{0,00371} = 269,88;$$

$$P_{j3} = \left[\frac{2464}{1524} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,36} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{1254} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^4 = 0,0216;$$

$$P_{3j} = \frac{1}{P_{j3}} = \frac{1}{0,00216} = 46,24;$$

$$P_{j4} = \left[\frac{2464}{1677} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,39} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{579} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{1} \right]^4 = 20,93;$$

$$P_{4j} = \frac{1}{P_{j4}} = \frac{1}{20,93} = 0,0478;$$

$$P_{j5} = \left[\frac{2464}{1512} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,34} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{1098} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{4} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^4 = 0,0902;$$

$$P_{5j} = \frac{1}{P_{j5}} = \frac{1}{0,0902} = 11,091;$$

$$P_{j6} = \left[\frac{2464}{1988} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,7}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{98}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{5}{1} \right]^4 = 181,38;$$

$$P_{6j} = \frac{1}{P_{j6}} = \frac{1}{181,38} = 0,00551;$$

$$P_{12} = \left[\frac{1422}{1458} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,33} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{1458} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{3} \right]^4 = 0,6844;$$

$$P_{21} = \frac{1}{P_{12}} = \frac{1}{0,6844} = 1,461;$$

$$P_{12} = \left[\frac{1422}{1458} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,33} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{1458} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{3} \right]^4 = 0,6844;$$

$$P_{21} = \frac{1}{P_{12}} = \frac{1}{0,6844} = 1,461;$$

$$P_{13} = \left[\frac{1422}{1524} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,36} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{1254} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{2} \right]^4 = 3,99;$$

$$P_{31} = \frac{1}{P_{13}} = \frac{1}{3,99} = 0,251;$$

$$P_{14} = \left[\frac{1422}{1677} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,39} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{579} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{1} \right]^4 = 3863,56;$$

$$P_{41} = \frac{1}{P_{14}} = \frac{1}{3863,56} = 0,000259;$$

$$P_{15} = \left[\frac{1422}{1512} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,39} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{1098} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{4} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{2} \right]^4 = 3,72;$$

$$P_{51} = \frac{1}{P_{15}} = \frac{1}{3,72} = 0,2688;$$

$$P_{16} = \left[\frac{1422}{1998} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,32}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{1422}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{1} \right]^4 = 33504,21;$$

$$P_{61} = \frac{1}{P_{16}} = \frac{1}{33504,21} = 0,00002984;$$

$$P_{23} = \left[\frac{1458}{1524} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,33}{0,36} \right]^5 \cdot \left[\frac{1458}{1254} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{5} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{2} \right]^4 = 5,829;$$

$$P_{32} = \frac{1}{P_{23}} = \frac{1}{5,829} = 0,1715;$$

$$P_{24} = \left[\frac{1458}{1677} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,33}{0,39} \right]^5 \cdot \left[\frac{1458}{579} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{1} \right]^4 = 5642,99;$$

$$P_{42} = \frac{1}{P_{24}} = \frac{1}{5642,99} = 0,000177;$$

$$P_{25} = \left[\frac{1458}{1512} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,33}{0,34} \right]^5 \cdot \left[\frac{1458}{1098} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{4} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{2} \right]^4 = 24,32;$$

$$P_{52} = \frac{1}{P_{25}} = \frac{1}{24,32} = 0,0411;$$

$$P_{26} = \left[\frac{1458}{1998} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,33}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{1458}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{3}{1} \right]^4 = 47959,09;$$

$$P_{62} = \frac{1}{P_{26}} = \frac{1}{47959,09} = 0,00002085;$$

$$P_{34} = \left[\frac{1524}{1677} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,36}{0,39} \right]^5 \cdot \left[\frac{1254}{579} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{3} \right]^2 \cdot \left[\frac{2}{1} \right]^4 = 965,04;$$

$$P_{43} = \frac{1}{P_{34}} = \frac{1}{965,04} = 0,00104;$$

$$P_{35} = \left[\frac{1524}{1512} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,36}{0,34} \right]^5 \cdot \left[\frac{1254}{1098} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{4} \right]^2 \cdot \left[\frac{2}{2} \right]^4 = 4,17;$$

$$P_{53} = \frac{1}{P_{35}} = \frac{1}{4,17} = 0,239;$$

$$P_{36} = \left[\frac{1524}{1998} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,36}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{1254}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{5}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{2}{1} \right]^4 = 7727,96;$$

$$P_{63} = \frac{1}{P_{36}} = \frac{1}{7727,96} = 0,0001294;$$

$$P_{45} = \left[\frac{1677}{1512} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,39}{0,34} \right]^5 \cdot \left[\frac{579}{1098} \right]^5 \cdot \left[\frac{3}{4} \right]^2 \cdot \left[\frac{1}{2} \right]^4 = 0,0043;$$

$$P_{54} = \frac{1}{P_{45}} = \frac{1}{0,0043} = 232,18;$$

$$P_{46} = \left[\frac{1677}{1998} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,39}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{579}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{3}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{1}{1} \right]^4 = 8,49;$$

$$P_{64} = \frac{1}{P_{46}} = \frac{1}{8,49} = 0,1177;$$

$$P_{56} = \left[\frac{1512}{1998} \right]^4 \cdot \left[\frac{0,34}{0,44} \right]^5 \cdot \left[\frac{1098}{342} \right]^5 \cdot \left[\frac{4}{2} \right]^2 \cdot \left[\frac{2}{1} \right]^4 = 1972,02;$$

$$P_{65} = \frac{1}{P_{56}} = \frac{1}{1972,02} = 0,000507.$$

A fenti számítás alapján a preferenciahányadosok összegzéséből létrejött rangsort a 26. táblázat tartalmazza.

26. táblázat. Preferenciahányadosok összege és a rangsor

Preferenciahányadosok összege és a rangsor									
	J	1	2	3	4	5	6	Össz	R
J	–	0,00541	0,00371	0,0216	20,93	0,0902	181,38	202,43	5
1	184,69	–	0,6844	3,99	3863,54	3,72	3350,21	37560,8	2
2	269,88	1,461	–	5,829	5642,99	24,32	47959,1	53903,6	1
3	46,24	0,251	0,1715	–	965,04	4,17	7727,96	8743,8	3
4	0,0478	0,00026	0,000177	0,00104	–	0,0043	8,49	8,54	6
5	11,091	0,2688	0,04111	0,239	232,18	–	1972,02	2215,8	4
6	0,00551	0,00003	0,000021	0,00013	0,1177	0,00051	–	0,123	7

A számításból az derül ki, hogy az öt értékelési kritérium összevetésével, az optimális változat a 2. verzió, amelyre elkészítendő a raktár kiviteli terve.

3.8. Darabáruk raktározása magasraktárakban

3.8.1. A magasraktárak osztályozása

A magasraktárról általában. Magas-raktározási rendszer alatt darabáruk (egység-rakományok, szálanyagok, tekercsek stb.) olyan állványos tárolási rendszerét értjük, amelyben a tárolási magasság az emelőtargoncák által elérhető 4...5 m-es átlagos tárolási magasságot meghaladja és a be- és kitárolás – a raktári anyagmozgatás sajátos céljaira kifejlesztett – állványkiszolgáló gépekkel történik. Nem tartoznak a rendszerbe az ömlesztett anyagok vagy folyadékok tárolására alkalmas különböző magas-építményű tartályok (silók), és a többszintes darabárus raktárak. A magas-raktározási rendszerben főleg rakodólapos rakományok tárolhatók, de kisebb méretű egység-rakomány-képző eszközökben elhelyezett árukra – sőt esetenként egység-rakomány-képző eszköz felhasználása nélkül – is alkalmazható a rendszer.

A magas-raktározási rendszerek elterjedésének okai a raktárkészletek növekedésében, a korszerű elosztási (disztribúciós) rendszerek fejlődésében, a termelési folyamatok automatizálásában, a raktártechnika fejlődési irányában, illetve sok esetben a területkihasználás fokozására irányuló törekvésekben keresendők.

A magasraktárakat az áru tárolására alkalmas tárolótér, az árugyűjtő és elosztótér, az ügyviteli hálózat és az ezekhez tartozó technikai elemek alkotják.

A tárolótéren, a tárolóállványok és az állványkiszolgáló gépek segítségével a raktár fő feladata – a tárolás – valósul meg.

Az árugyűjtő és elosztó tér a tárolást megelőző műveletek (beszállító járművek kirakása, egységrakomány-képzés, ellenőrzés, nyilvántartásba vétel stb.) és a tárolást követő műveletek (rendelés összeállítás, csomagolás, kiszállítás stb.) elvégzésének helye. A mozgatási műveletek elvégzésére alkalmas technikai elemek (emelőtargoncák, az egységrakományokat az állványkiszolgáló gépekhez továbbító, rendszerint folyamatos működésű szállítógépek) mellett esetenként sajátos berendezésekkel (pl. egységrakomány-képző berendezésekkel) is fel van szerelve.

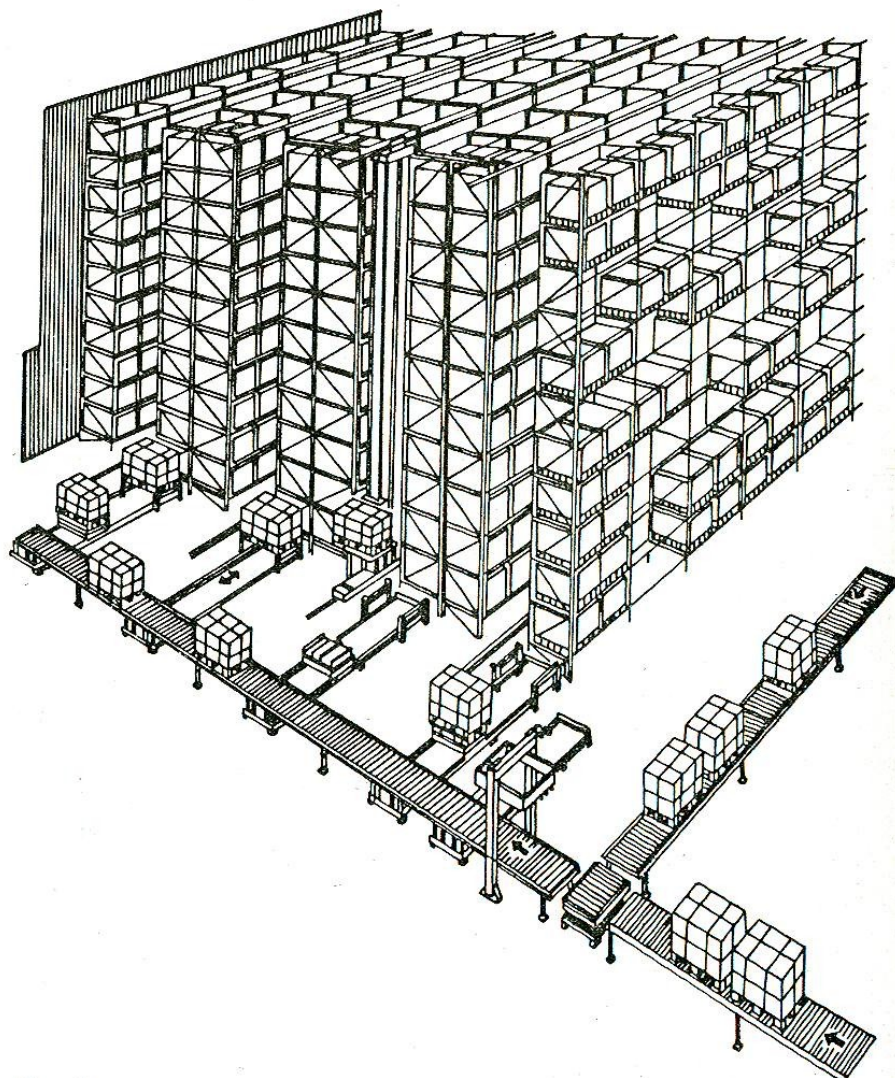
Az ügyviteli hálózat az árunyilvántartást és az anyagáramlást követő információáramlást biztosítja.

A magasraktárak felszereltsége és műszaki megoldása különböző lehet aszerint, hogy milyen funkciót töltenek be. Ezért a magasraktárakat a raktár funkciója, a konstrukciós kialakítás, az automatizáltsági szint szerint csoportosítani. A fentiek mellett elfordul még a befogadóképesség szerinti csoportosítás is.

A magasraktárak osztályozása a raktár funkciója alapján. A raktár funkciója alapján megkülönböztethető:

1. teljes egységrakományok tárolására alkalmas magasraktár,
2. kommissiózó magasraktár,
3. kombinált magasraktár.

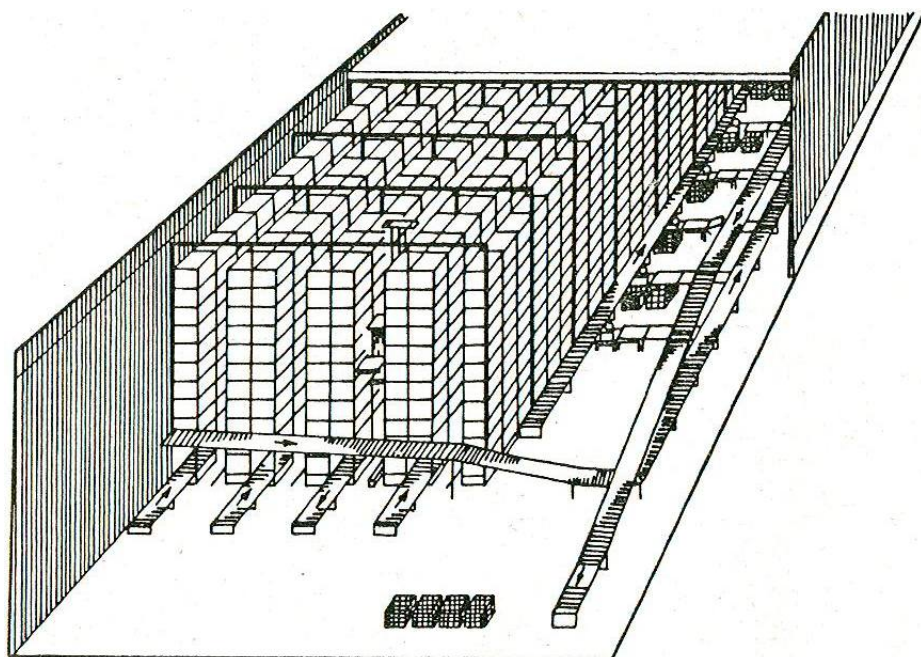
A teljes egységrakományok tárolására alkalmas magasraktárban megbonthatlan (sík, keretes, oldalfals rakodólapos) egységrakományokat tárolnak (86. ábra). Az áru vagy egységrakományban érkezik, vagy a beérkezéskor képeznek egységrakományt. Az árugyűjtő és elosztótéri anyagmozgatást emelővillás targoncákkal vagy folyamatos működésű szállítógépekkel (konvektorok, görgősorok stb.) végzik. Ennél a típusnál érhető el a legmagasabb gépesítési, illetve automatizáltsági szint.



86. ábra. Teljes egység rakományok tárolására alkalmas magasraktár

A kommissiózó magasraktár (87. ábra) lehetővé teszi a kiszállítási egység különböző áru fajtákból való összeállítását. Két alaptípusa különböztethető meg aszerint, hogy hol végzik a kommissiózást:

1. kommissiózás az állványban levő egység rakományból;
2. kommissiózás a kommissiózó térben.



87. ábra. Komissiózó magasraktár

Az állványban levő egységgrakományból való komissiózás esetén a rendelési jegyzékben feltüntetett mennyiségeket a gépkezelő – a kiszolgáló gépen levő gyűjtőládába – gyűjti össze. Korszerűbb megoldás esetén az állványból kiemelt árut a gép folyamatos működésű szállítógépnek adja tovább, amely azt az osztályozó térbe szállítja.

A komissiózó tér a magasraktár komissiózásra kialakított része. A tárolótérből csak teljes egységgrakományt vesznek ki, a komissiózó térbe szállítják és ott cikkszám szerint előre kijelölt helyre rakják le. A kiszállítási egységeket a komissiózó térben való árugyűjtés – esetleg folyamatos működésű szállítógépre helyezés és a csomagolótérben való osztályozás – alapján állítják össze.

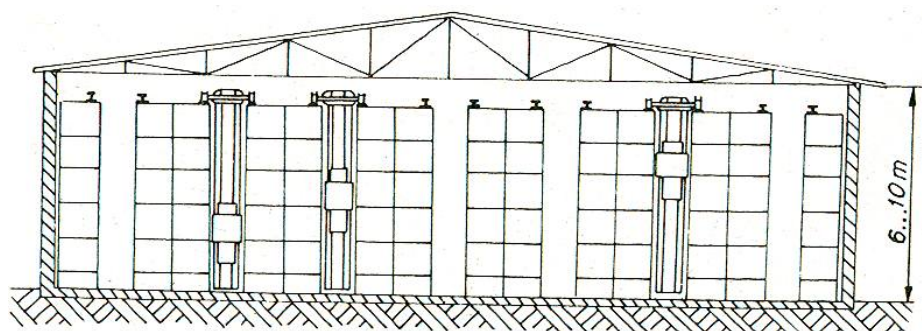
A kombinált magasraktárban a tároló- és a komissiózó tér egy egységet képez. A raktártér egy része a tartalékraktár, a másik része az élőraktár szerepét tölti be. A beérkező egységgrakományokat kiszolgáló gép viszi a tartalék (készlet) raktárba, és innen töltik fel szükség szerint az élő (komissiózó) raktárrészt. Árugyűjtést így csak a komissiózó raktárrészben kell végezni.

A magasraktárak osztályozása konstrukciós kialakításuk alapján

A konstrukciós kialakításuk alapján a magasraktárak lehetnek:

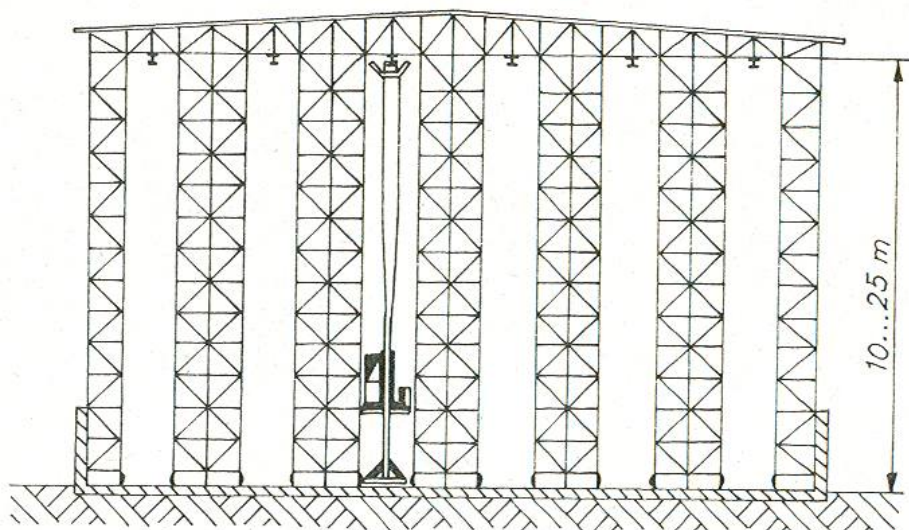
1. állványkiszolgáló géppel üzemelő csarnokraktár,
2. állványkiszolgáló géppel üzemelő állványtartós raktárak.

Az állványkiszolgáló géppel üzemelő csarnokraktárak (88. ábra) hagyományos konstrukciós módszerekkel kialakított magas épületek. A tárolótéren elrendezett állványok között mozgó kiszolgáló gép az állványokkal közvetlen kapcsolatban van. A forgalom nagyságától függően van minden állványközben (folyosóban) egy-egy kiszolgáló gép működik, vagy több állványközt szolgál ki egy gép, amelyet az egyik folyosóból a másikba tolópaddal lehet átállítani. Elsősorban meglevő raktárak anyagmozgatási és tárolási technológiájának korszerűsítése, valamint kommissiózó magasraktárak kialakítása esetén alkalmazható konstrukciós forma. A tárolási magasság 6...10 m.



88. ábra. Állványkiszolgáló géppel üzemelő csarnokraktár

Az állványkiszolgáló géppel üzemelő állványtartós raktárak (89. ábra) sajátos kialakítású – a tároló berendezés és az épület egységén alapuló – létesítmények. Az állványok egyben az épület tartóelemei is, így az épület oldalfala – miután csak térhatároló szerepe van – vékony falazatból vagy lemezből kialakítható. Az állványkiszolgáló gép esetenként az állványokat terhelő tetőszerkezettel van kapcsolatban. Kedvező szerkezeti megoldás esetén 10...25 m-es (legújabb irodalmi források szerint 35...40 m-es) tárolási magasság is elérhető.



89. ábra. Állványkiszolgáló géppel üzemelő állványtartós raktár

Az ismertetett konstrukció kialakításokon kívül egyes irodalmi források magas raktárként említették a felrakódaruval kiszolgált – viszonylag nagy tárolási magasságú – raktárakat is. Hasonló megnevezéssel találkozunk esetenként a hazai gyakorlatban is.

A felrakódaruval kiszolgált raktárakat azonban nem látszik célszerűnek magas raktárként kezelni. A sajátos kialakítású daruk alkalmazásával elérhető 6...8 m-es halmazolási magasságot ma már a korszerű – a raktári anyagmozgatás sajátos céljára kifejlesztett – emelőtargoncákkal is el lehet érni. Így – nagy tárolási magasság esetében – a targoncás anyagmozgatási rendszerű raktár is a magasraktár fogalomkörébe volna sorolható.

A felrakódaruk az állványkiszolgáló gépek elődeinek tekinthetők, a raktári anyagmozgatásban való alkalmazásuk a magasraktárak kialakítási folyamatának a kezdetét jelentette.

A felrakódaruknál jelentkező hátrányok (a kedvezőtlen teherbíró képesség – saját tömegviszony, a ki teljesítőképesség, a daruhíd szerkezeti elemei miatti rossz térkihasználás, a nagy beruházást igénylő automatizálhatóság stb.) vezettek az állványkiszolgáló gépek, majd a tulajdonképpeni magasraktárak kialakításához.

A magasraktárak osztályozása az automatizáltsági szint alapján

Az automatizáltsági szint alapján megkülönböztetünk:

1. gépesített,
2. részlegesen automatizált,
3. teljesen automatizált

magasraktárakat.

A gépesített magasraktárakban az irányítási műveleteket (a kiszolgáló gép indítását, leállítását stb.) manuálisan kell végezni (kézi vezérlésű állványkiszolgáló gépes magasraktár). A gép helyzetét a mozgás ideje alatt folyamatosan ellenőrizni kell.

A részlegesen automatizált magasraktárakban a tárolótéri mozgatási műveletek egy része automatizált, más része kézi vezérlésű.

Rendszerint az elérni kívánt állványrekesz adatai (az állvány-oszlop száma és rekeszmagasság) előre beállíthatók. A gép automatikusan a programozott helyre megy, majd a kezelő – vezérlőgombokkal – a teherfelvevő szerkezetet működésbe hozza.

A teljesen automatizált magasraktárak árugyűjtő- és elosztó, valamint tárolótérben a teljes mozgatási folyamat automatizált. A mozgatási ciklus lehet egyszerű és összetett.

Egyszerű mozgatási ciklus esetében a gép a kiindulás helyén felveszi az egységtrakományt, a kijelölt állványrekeszhez áll át (ott ellenőrzi, hogy a rekesz üres-e), berakja a helyére az egységtrakományt és visszatér a kiindulási helyére.

Összetett munkaciklus esetében egyszerre be- és kirakási programot táplálnak be. A gép az áru berakása után nem tér vissza a kiindulási helyzetbe, hanem a kirakásra megjelölt rekeszhez megy, és ott kitárolási programot teljesít.

3.8.2. A magasraktárak technikai elemei

A technikai elemekről általában. A magasraktározás olyan komplex folyamatrendszer, amelynek technikai elemei szoros kapcsolatban és kölcsönhatásban vannak egymással, valamint a raktározást megelőző (pl. a termelés) és követő (pl. fogyasztás) folyamatok elemeivel.

A be- és kiszállítással kapcsolatos technikai elemek a raktár áruelosztó és árugyűjtő helyének kialakítását, rendszerének megválasztását, a be- és kiszállítás intenzitása az árugyűjtő- és elosztórendszerek, valamint az állványkiszolgáló gépek kapacitását befolyásolják. Ugyanakkor a magasraktá-

rak technikai elemei (különösen a kiszolgáló gépek, az állványok és az épületek) csak egymással összefüggésben – a kapcsolódó paraméterek többoldalú vizsgálata alapján – alakíthatók ki.

A magasraktárak technikai elemei az alábbiak:

1. az állványkiszolgáló gépek,
2. az állványok,
3. az árugyűjtő- és elosztó-rendszer,
4. a raktárépület.

Az állványkiszolgáló gépek a magasraktárak sajátos anyagmozgató gépei, amelyek egyesítik magukban az emelőtargoncák és az emelőoszlopos futódaruk előnyeit. A raktár funkciójához alkalmazkodva az állványkiszolgáló gépek különböző fajtáit fejlesztették ki. Ezek a rendeltetésük, a vezérlés módja, a gépnek a pályával való kapcsolata, a pálya helyzete és az oszlop vezetése szerint csoportosíthatók.

Az állványok. Az állványok anyaga acél vagy vasbeton lehet, esetenként e kettő kombinációja is alkalmazható.

Az acélszerkezetű állványok melegen vagy hidegen hengerelt profil anyagból, illetve csövekből készülnek. Kis- és közepes befogadó képességű raktárakban alkalmazhatók. Az elemek egymáshoz való kapcsolódását az állványkiszolgáló gép által megkívánt méretpontosság és a szállíthatóság befolyásolja. Legkedvezőbbnek a vegyes kapcsolatú állványszerkezetek bizonyultak: a gyártási kapcsolatok hegesztett, a helyszíni (szerelési) kapcsolatok pedig csavározott kivitelűek. A csavározott kötés biztosítja – a könnyű és gyors kezelhetőség mellett – a bonthatóságot, valamint a tárolandó áru mérete szerinti könnyű átalakíthatóságot is.

A vasbetonból készült állványok nagyobb beruházási igényűek, de jobban ellenállnak a korróziónak és kisebbek a karbantartási igényeik.

Többnyire előre gyártott T, vagy I keresztmetszetű elemekből, illetve a helyszínen gyártva csúszószalú építési móddal készülnek.

Az állványok szerkezeti kialakítása szempontjából megkülönböztethető típusok:

1. Szabványos rakodólapokon elhelyezett egységtrakományok megtámasztására alkalmas hossztartók, egy-egy egységtrakomány-távolságra levő oszlopokkal.
2. Tárolóládák vagy tartályok befogadására alkalmas konzolos állvány, egy-egy egységtrakomány-távolságban elhelyezett oszlopokkal.

3. Rakodólapos egységrakományok alátámasztására alkalmas hossztartók, több egységrakomány-távolságra eső oszlopokkal.
4. Végigmenő vízszintes tartó, középső alátámasztással vagy fallal, amelyre tetszőleges áruk tárolására alkalmas polc erősíthető.

Az árugyűjtő és elosztó rendszerek. Az árugyűjtő és elosztó rendszerek feladata a tárolást megelőző és követő műveletek gyors és maradéktalan elvégzési lehetőségének biztosítása.

A tárolást megelőzően felmerülő mozgatásigényes műveletek: a járművek kirakása, az ellenőrzés, az egységrakomány összeállítása és az állványkiszolgáló géphez való továbbítása.

A tárolást követően felmerülő mozgatásigény műveletek: a kiszolgáló gép által leemelt egységrakományok, vagy összegyűjtött kiszállítási egységek ellenőrző, vagy csomagoló térbe való továbbítása, ellenőrzés, esetleges csomagolás és a kiszállító járművek megrakása.

A fenti feladatok megoldására szakaszos és folyamatos anyagmozgatási rendszerek közül elsősorban a targoncás, a folyamatos anyagmozgatási rendszerek közül a függőkonveyoros és a görgőpályás, illetve szállítóláncos megoldások terjedtek el.

A szállítójárművek rakodását rendszerint emelőtargoncák végzik, így a fenti rendszerek kialakítása az árugyűjtő- és elosztótér, valamint a tárolótér közötti szakaszokra vonatkozik.

Targoncás anyagmozgatás esetén a beszállító járművekről emelőtargonca veszi le az árut és szállítja a raktár előkészítő terébe. A szükséges műveletek elvégzése után az emelőtargonca az állványokhoz továbbít. Az állványok előtt általában rövid görgős szállítópályát helyeznek el, amelyre néhány egységrakomány előkészíthető. A targonca erre helyezi a berakandó árut és a kiszolgáló gép innen veszi fel. A kitárolás a betárolás fordított műveleteként megy végbe.

A targoncás anyagmozgatás ismertetett változatánál korszerűbb a nagy forgalmú raktárakban alkalmazható kombinált emelő- és vontatótargoncás módszer.

Az emelőtargonca a szállítójárművek rakodását végzi, a program vagy távvezérlésű vontatótargonca az ellenőrző tér és a tárolótér közötti szállítási feladatot oldja meg. Az egységrakományokkal megrakott pótkocsit a távvezérlésű vontató vagy tolótargonca az állványok elé állítja, illetve az üres, vagy megrakott pótkocsit onnan elvontatja. A vontatók mozgását, a pótkocsik fel- és lekapcsolását központilag vezérlik.

A függőkonveyoros anyagmozgatás esetén az előkészítő-, illetve a gyűjtőtér, valamint az állványkiszolgáló gép közötti közvetett kapcsolatot a függőkonveyor biztosítja. Az egységrakományokat a konveorok függesztő elemei szállítják az állványok elé. Itt az emelőkocsi kiemeli az egységrakományt a függesztékből és az állványkiszolgáló gép adagoló asztalára helyezi.

A görgős pálya az előkészítő (elosztó) teret és a gyűjtőteret rendszerint úgy köti össze a tárolótérrel, hogy a görgős pálya az állványokra merőleges. A görgős pálya és az állványkiszolgáló gép közötti kapcsolat

1. szállítólánccal, vagy
2. emelőkocsival

tartható fenn.

Szállítólánc esetén a görgősoron érkező rakományokat a görgők közül kiemelkedő szállítólánc továbbítja az adagoló asztalra.

Az emelőkocsis megoldásnál a görgős pályán érkező egységrakományokat az automatikus vezérlő berendezés a kijelölt állvány előtt megállítja, majd a keresztirányú pályán mozgó emelőkocsi a rakodólapot a görgősorról az állványkiszolgáló gép adagoló asztalára szállítja. A rakodólap átadása után a kocsi újra a kiindulási helyére tér vissza. Kitároláskor a folyamat fordított.

A rakományvizsgáló, illetve méretellenőrző berendezések az automatizált elosztórendszerek tartozékainak tekinthetők. Rendeltetésük a rakomány és az egységrakomány-képző eszköz állapotának betárolás előtti megvizsgálása. Kétféle változatuk fordul elő:

1. az álló rakományt vizsgáló berendezés, és
2. a mozgó rakományt vizsgáló berendezés.

Az álló rakományt vizsgáló berendezés a rakomány mozgását megszünteti, méretét leellenőrzi, majd tovább engedi, illetve a megengedettnél nagyobb méreteltérés esetén kitérő pályára továbbítja.

A mozgó rakományt vizsgáló berendezés az ellenőrzést a rakománynak a görgőpályán való végigfutása közben végzi. Méreteltérés esetén kitérőbe vált.

Az épület. Szerkezetüket tekintve a raktárépületek

1. acélszerkezetűek;
2. vasbeton-szerkezetűek;
3. vasbeton és beton kombinációjúak lehetnek.

Az épület, az állványkiszolgáló gép és az állványok – állványtartós raktárak esetén – szoros egységet képeznek. A három elem összeillesztésekor figyelemmel kell lenni egyes elemek kivitelezési és szereplési tűréseire, valamint a rugalmas alakváltozásokra is.

3.8.3. A magasraktárak technológiai folyamata

A magasraktárak technológiai folyamata – a hagyományos raktárakhoz hasonlóan részfolyamatokra, illetve műveletcsoportokra bontható. A magasraktárak sajátosságait figyelembe véve az alábbi részfolyamatokat célszerű megkülönböztetni:

1. az áru fogadása,
2. az áru betárolása,
3. az áru tárolása,
4. az áru kommissiózása (kommissiózó raktárak esetén), és kitárolása,
5. az áru kiadása.

Az áru fogadása a következő műveletcsoportokból áll:

- az áru járműből való kirakása és a fogadótérbe juttatása,
- az áru azonosítása, mennyiségi és minőségi átvétele
- tárolási egységek képzése,
- azonosítási kartonok kiállítása, a készletadatok korrigálása.

A fenti műveletcsoportokból esetenként egy-egy művelet, illetve műveletcsoport elmaradhat (pl. egységgrakományok érkezése esetén nincs szükség egységgrakomány-képzésre, számítógépes vezérlési, illetve információs rendszer mellett azonosítási kartonok kiállítására stb.).

A betárolás (tárolóhelyre való továbbítás) előtt meg kell határozni a tárolótér üresen levő tároló rekeszei közül azt, amelyik a szóban forgó egységgrakomány számára alkalmas lesz. Az áru helyének kijelölése az alábbi két változat szerint történik:

1. azonos árufajták mindig az állvány kijelölt szekciójába kerülnek, amelynek helyét a rendelési gyakoriság és a forgási sebesség szabja meg,
2. az üres rekeszek közül szabadon lehet az alkalmas helyet megválasztani.

Az első változat az egyszerű (kartoték-rendszerű) árunyilvántartás mellett, a második a számítógépes áru, illetve üres rekesznyilvántartás mellett alkalmazható. Míg az első eset az ember számára könnyebben áttekinthető

raktári árueლrendezést eredményez, addig a tárolótér kihasználása lényegesen kedvezőtlenebb, mint a második változat esetében.

Az egységgrakománynak a kijelölt rekeszhez juttatása az elosztórendszeren keresztül az állványkiszolgáló géppel történik.

A *tárolás* folyamatán az áru – a raktár alaptevékenységének megfelelően – nyugalomban van.

A *komissiózás* az alábbi módszerek szerint történhet:

1. komissiózás az állványban levő egységgrakományból;
2. komissiózás a tárolótéren kívül;
3. kombinált módszer.

Az *állványban levő egységgrakományból történő komissiózáskor* az árut a rendelt tételszámnak megfelelő mennyiségben az állványkiszolgáló gép kezelője veszi ki. A kiemelt árut – a magasraktár automatizáltsági szintjétől függően – vagy az állványkiszolgáló gép teherfelvevő szerkezetére helyezett gyűjtőládába rakja, vagy egy – a kiszolgáló gépre szerelt elevátor szállítja az állványfolyosó padlószintjére, ahonnan folyamatos működésű szállítógép viszi az árukiadás helyére. Ezt a komissiózási formát akkor célszerű alkalmazni, ha a raktárban tárolt egységgrakományok száma közel azonos az áruféléségek (az áruajták, illetve választékok) számával.

A tárolótéren kívüli komissiózás esetében az állványkiszolgáló gép a tárolótérből teljes egységgrakományt vesz ki a „first in –first out” elvnek megfelelően, és azt a magasraktár erre a célra kialakított terébe helyezi. A komissiózás során megbontott egységgrakományt a kiszolgáló gép eredeti helyére teszi vissza, vagy – kellő nagyságú komissiózó tér esetében – helyben hagyja. Így csak a folyamatos komissiózás során elfogyott áruajtákat, illetve árucikkeket kell rendszeresen pótolni (a tárolótérből a komissiózó térbe vinni).

Ezt a változatot akkor célszerű alkalmazni, ha a raktárban tárolt áruajták száma sokkal kisebb, mint az egységgrakományok száma. A komissiózás utáni visszahelyezés akkor lehet előnyös, ha csak esetenként kell egységgrakományt bontani. Rendszeres egységgrakomány-bontás és nagy kiszállítási gyakoriság mellett megfelelő nagyságú komissiózó tér kiképzése előnyösebb.

Kombinált módszer esetében egy tartalékraktárként kezelhető, és egy előraktárként kialakított magasraktártér különböztethető meg. A nagyobb egységet az egységgrakományos tartalékraktár képviseli. Ide érkeznek be az

egységrakományok, itt tárolják és innen töltik fel szükség szerint a komissiózó raktárrészt.

Az összegyűjtött vagy az egyedi kezelésű egységrakományokat a gyűjtőrendszer továbbítja a kiadótérbe.

Az árukiadás fontosabb műveletcsoportjai:

- az áru azonosítása mennyiségi és minőségi ellenőrzése;
- a kiszállítási egységek, egységrakományok képzése, csomagolása;
- a kiszállítást végző járművek megrakása;
- a készletadatok korrigálása.

A fenti műveletcsoportokból – az áru fogadásának műveletcsoportjaihoz hasonlóan – esetenként egy-egy művelet, illetve műveletcsoport elmaradhat.

3.8.4. A magasraktárak automatizálása

A magasraktárak osztályozása automatizálásuk alapján

Az automatizálás célja, feladata. A raktározás automatizálásának célja, hogy a raktározási műveleteket optimális idő- és térkihasználással, valamint minimális munkaerő-ráfordítással lehessen megoldani.

Az automatizáltság szintjétől függően a következő csoportokat képezhetjük:

- kézi működtetés;
gépesített üzem, közvetlen kézi irányítással. A raktározás és szállítás eszközei villamos (gépi) hajtásúak, azok irányítását, vezérlését a megfelelően képzett személy közvetlenül a helyszínen végzi;
- részben automatizált működtetés:
félautomata üzem, helyi irányítással. A rakományok be- és kiszállítása, valamint az állványrekeszek pontos megközelítése a kezelőszemélyzet közvetlen utasítása alapján, automatikusan megy végbe;
félautomata üzem, központi irányítással. Az anyagmozgató berendezéseket a kezelőszemélyzet egy központi vezérlőpultról irányítja. Az anyagmozgató folyamatokat elektronikus berendezések ellenőrzik és vezérlik. A raktár általános működését és irányítását központi számítógépek segítik, a számítógép és a raktár közötti kommunikációt a kezelőszemélyzet biztosítja;

- teljesen automatizált működtetés:
a raktárt megadott központi stratégia szerint *számítógép on-line* irányítja.

3.9. Darabáruk szabadtéri tárolása

3.9.1. A tárolókról általában

A *tárolók* terepszinten vagy rakodómagasságban (terepszint felett 1,1...1,2 m) építhetők. Rakodómagasságban épülnek pl. a vasúti pályaudvarok (állomások) nyíltrakodói. Ezeken kívül csak akkor célszerű terepszint feletti tárolót kialakítani, ha valamilyen szállító- vagy rakodógéppel rendszeresen be kell járni a vasúti kocsi belsejébe, vagy ha a tároló csak vasúti kapcsolattal rendelkezik.

A *tárolók technológiai tervezése* a raktárak technológiai tervezésének lépései szerint végezhető. A tervezési lépések egy-egy allépése elmaradhat (pl. nem kell vizsgálni többszintes kialakítás lehetőségét), vagy értelemszerűen megváltozhat (pl. az épület építészeti jellemzői helyett a tároló körülhatárolásának, esetenként a tetővel való ellátásának és az alapburkolásnak a lehetőségét, illetve szükségességét kell vizsgálni).

A *darabáruk tárolására kialakított tárolókon* az időjárás viszonyosságaira kevésbé érzékeny súlyos, vagy terjedelmes áruk tárolhatók. A tárolandó áru tömegére és terjedelmére való tekintettel az anyagmozgatási és a tárolási rendszer esetenként a raktári anyagmozgatási és tárolási rendszertől eltérhet.

3.9.2. A tárolók anyagmozgatási és tárolási rendszere

Általános szempontok. A *tárolóhelyi anyagmozgatás folyamata* közel azonos a raktári anyagmozgatás folyamatával. Az áru átvételével és kiadásával kapcsolatos mennyiségi ellenőrzés azonban rendszerint közúti vagy vasúti hídmérleg segítségével történik, így az átvétel és a kiadás folyamata meggyorsítható.

A *tárolóhelyek belső anyagmozgatási és* – a be-, illetve kiszállítást végző járművekkel kapcsolatos – *rakodási műveletei* rendszerint nem választhatók szét. A beérkező áruk kirakását végző gép közvetlenül a tárolóterületre továbbít, illetve közvetlenül a tárolóterületről történik az elszállító járművek megrakása.

A *tárolás* – a raktárban való tároláshoz hasonlóan – tároló berendezések és eszközök igénybevételével és azok nélkül történhet.

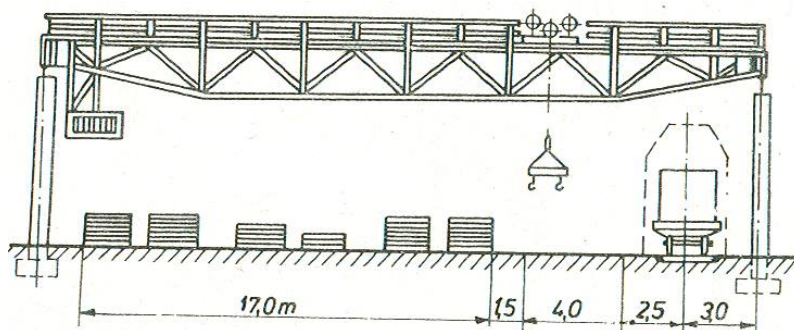
Tárolóállványok nagyobb kiterjedésű, de terjedelmükhöz képest kisebb tömegű áruk (huzalok, idomacélok stb.), tárolóeszközök (rakodólapok,

tárolókeretek) kisebb térfogatú, de nagy tömegű áruk (pl. öntvények) tárolásához vehetők számításba. A tárolóberendezések és eszközök megválasztása, a tárolóterületek kijelölése stb. a korábbi pontokban tárgyalt elvek szerint történhet.

Az anyagmozgatási feladat megoldására elsősorban szakaszos működésű, sín pályához nem kötött és sín pályához kötött anyagmozgatási rendszerek alkalmazhatók. A 49. ábrán bemutatott anyagmozgatási rendszerek – tárolók esetében – a terepszinten kötött pályán mozgó darukkal és a szakaszos működésű rakodógépek csoportjával egészítendő ki.

Daruk és függősín pályák alkalmazása. A tárolók anyagmozgatási feladatának megoldására a magaspályán mozgó daruk (futódaruk), a terepszinten kötött pályán mozgó daruk (bakdaru, híddaru stb.), és a mobil daruk egyaránt figyelembe vehetők.

Futódaruk alkalmazására mutat példát a 90. ábra. Építőipari fémszerkezeti elemek szabadtéri tárolása közvetlenül egymásra helyezéssel történik. A rakodási és a tárolóhelyi mozgatási feladatot – a teljes tárolóterületet átfogó – futódaru oldja meg.



90. ábra. Futódaru alkalmazása építőipari fémszerkezeti elemek tárolójának kiszolgálására

Rakodógépek alkalmazása. Egységrakományba összefogott, kötegelt vagy egyedi darabáruk tárolóhelyi mozgatására és a rakodásra szakaszos működésű, homlok- vagy oldalemelésű rakodógépek (kisebb tömegek esetén emelőtargoncák), illetve nyeregkocsik vehetők számításba.

A *homlokemelésű* (homlokvilla) *rakodógépek* rakodólapos vagy tárolókeletes, esetleg alátéteken képzett egységrakományok mozgatására, illetve rakodására, az *oldalemelésű rakodógépek* (emelőtargoncák) elsősorban hosszárú (rúdárú, csövek, fűrészáruk) tárolóinak kiszolgálására vehetők szá-

mításba. Az oldalemelésű rakodógépek – a homlokvillás rakodógépekkel szemben – hosszárúk tárolóin is viszonylag jó (40...45%-os) területkihasználást tesznek lehetővé.

A 2...5 t teherbíró képességű nyeregkocsik nagy területű, hosszárú-tárolók (elsősorban fűrésztelepek tárolói) belső szállítási feladatainak megoldására alkalmasak. Az egységrakományba összefogott vagy kötegelt árukat halmazolni nem tudják, így vagy egyrétegű (legfeljebb 1,5...2,0 m magas) tárolási rendszert kell kialakítani, vagy a halmazolást más géppel megoldani.

3.10. Ömlesztett anyagok tárolása

3.10.1. Az ömlesztett anyagok tárolásáról általában

Az ömlesztett anyagok tárolási módjai. Az ömlesztett anyagok kezelése, tárolása gyakori feladat. Tulajdonságuktól és a tárolásra kerülő mennyiségtől függően különböző tárolási (raktározási) módok alakultak ki. Ezeket két nagy csoportba sorolhatjuk:

1. zárttéri tárolás,
2. szabadtéri tárolás.

A zárttéri tárolás indokolt:

1. ha a tárolandó anyag tulajdonságait az időjárás hatásai (csapadék, nap-sütés stb.) károsan megváltoztatják;
2. ha a tárolandó anyag tulajdonságai nem változnak ugyan, de a szél által okozott porvesztés, a nedvesség miatt bekövetkező feldolgozási vagy mozgatási problémák miatt előnyösebb a zárttéri tárolás.

Az ömlesztett anyagok jelentős része (pl. cement, műtrágya, gabonafélék stb.) zárttéri tárolást kíván. A zárttér – kialakításától függően – lehet csarnokraktár vagy bunker (siló).

A szabadtéri tárolás az időjárás hatásaira nem, vagy kevésbé érzékeny áruk (pl. szén, koks, ércek, homok, cukorrépa stb.) esetében valósítható meg.

A zárt csarnokraktárakban és a szabadtéri tárolókon az ömlesztett anyagok támfalas megtámasztással (esetenként az épület fala képezi a támaszfalat), vagy garmadákban tárolhatók. A garmadák alakja és mérete – a tárolt áruk jellemzőitől és az anyagmozgatási rendszertől függően – különböző lehet. A garmadák magasságát – a kiszolgáló gép halmazolási

magassága és az ömlesztett anyagok rézsűszöge mellett – sajátos anyagtulajdonságok (pl. szén esetén öngyulladás veszély) is korlátozhatják.

A garmadák alaptípusai. A garmadák általában kúp (csonka kúp), csonka gúla, prizma vagy M alakúak.

A kúp vagy csonka kúp alakú garmada kisebb befogadóképességű tárolókon, illetve tároló helyeken, (pl. építkezések homok, homokos kavics stb. tárolóhelyen) szokásos, esetenként szállítózalag-rendszerrel kiszolgált, nagy befogadóképességű szabadtéri tárolókon (pl. salaktárolók, meddőhányók stb.) is előforduló alapforma.

A csonka gúla alak (91.a ábra) nagy befogadóképességű tárolók esetén, darus kiszolgálás mellett szokásos. A garmadában elhelyezhető anyag térfogata:

$$V = m_t \left[a \cdot b - \frac{m_t}{\operatorname{tg} \zeta} \left(a + b - \frac{4 \cdot m_t}{3 \cdot \operatorname{tg} \zeta} \right) \right] (\text{m}^3),$$

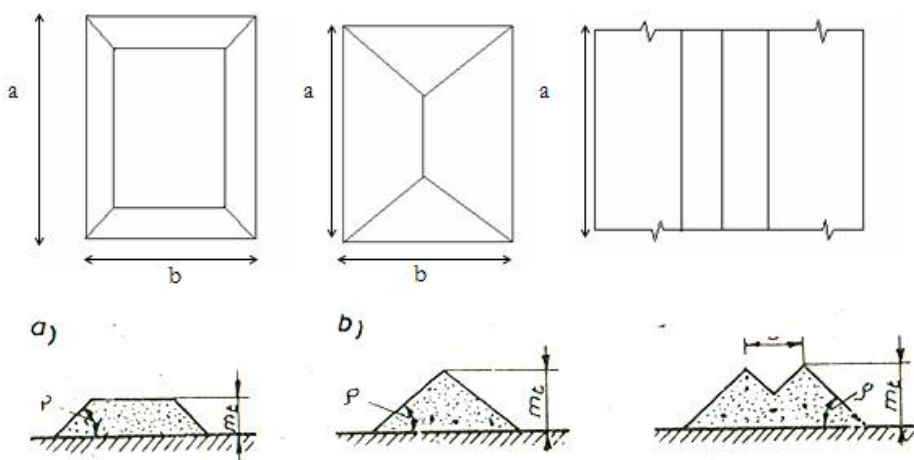
ahol:

m_t : a garmada magassága (m),

a : a garmada hossza (m),

b : a garmada szélessége (m),

ζ : az anyag rézsűszöge (fok).



91. ábra. A garmadák fontosabb alaptípusai
a) csonka gúla alak, b) prizma alak, c) M alak

A prizma alak (91.b ábra) nagy tárolási magasság mellett (általában felső vezetésű szállítószalaggal kiszolgált tárolók esetén) szokásos alapforma.

A garmadában elhelyezhető anyag térfogata (az előző összefüggésben használt jelölések alapján):

$$V = \frac{b \cdot m_t}{6} \cdot \left(3a - \frac{2m_t}{\operatorname{tg}\zeta}\right) (\text{m}^3).$$

M alakú garmada (91/c ábra) keletkezik, ha a tárolót két – egymással párhuzamosan haladó – felső vezetésű szállítószalag rendszer szolgálja ki.

A garmadában elhelyezkedő anyag térfogata:

$$V = \left(\frac{m_t^2}{\operatorname{tg}\zeta} + c \cdot m_t - \frac{c_2}{4} \cdot \operatorname{tg}\zeta\right) \cdot a (\text{m}^3).$$

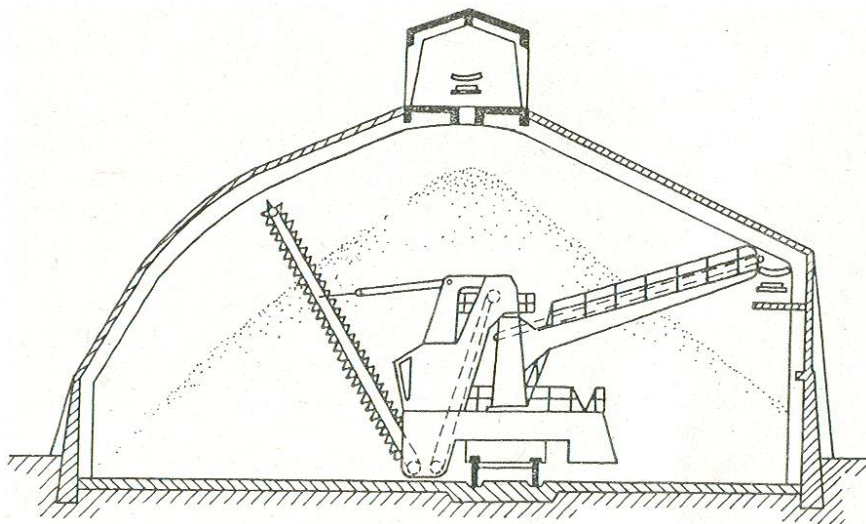
3.10.2. Az ömlesztett anyagok tárolása csarnokraktárakban

Csarnok-raktárakat olyan aprószemcsés ömlesztett anyagok tárolására célszerű létesíteni, amelyek az időjárás hatásaira érzékenyek, de a tárolás alatt biológiai vagy vegyi elváltozások megakadályozása érdekében átcsoportosítást (átforgatást) nem kívánnak (pl. műtrágyák).

Az ömlesztett anyagot célszerű magasból leengedni és a természetes rézsűszögnek megfelelően kialakult garmadában tárolni. Ez esetben a tárolást követően további beavatkozásra (pl. anyagegyengetésre) nincs szükség. A garmadák (és így a csarnok) magasságát olyan mértékig célszerű növelni, amely magasság mellett még a tárolt anyag – nagy nyomás miatti – károsodása nem következik be. A magasság növelésének határt szabhat – különösen kis rézsűszögek vagy darus kiszolgálás mellett – a csarnok gazdaságosan kialakítható fesztávolsága. Ilyen esetekben megfontolandó az anyaghalmaz kétoldali támfalas megtámasztása.

A csarnokraktárak épületeinek kialakítása a garmadák alakjától és anyagmozgatási rendszertől függ. A támfal nélküli, jó közelítéssel háromszög keresztmetszetűnek tekinthető garmadákkal akkor érhető el jó térkihasználás, ha a csarnok keresztmetszete is közel háromszög alakú. Szilárdságtani szempontokat is figyelembe véve a két- és háromcsuklós keretszerkezetekre felvitt héjalás, illetve héjszerkezet a leggyakoribb. E szerkezetek szilárdsági szempontból optimális keresztmetszete ugyanis parabola, amely a garmada alakjához is jól alkalmazkodik és a be-, illetve kitárolás gépesítése szempontjából is előnyös (lásd 92. ábra). Szerkezeti anyagként acél, vasbeton vagy alumínium vehető számításba.

Az anyaghalmoz támfalas megtámasztása esetén – a határoló síkokhoz alkalmazkodva – a csarnok tárolótere rendszerint négyszög keresztmetszetű.



92. ábra. Folyamatos működésű anyagmozgatási rendszerrel kialakított csarnokraktár metszete

A csarnokraktárak anyagmozgatási rendszerét a be- és kitárolás követelményeinek megfelelően kell kialakítani. A be- és a kitárolás folyamata időben, térben és jellegben eltér egymástól, ezért általában egymástól elkülönített (a be- és a kitárolás sajátosságainak megfelelően speciális) anyagmozgatási rendszerrel lehet gépesíteni. Elsősorban folyamatos, esetenként szakaszos anyagmozgatási rendszerek vehetők számításba.

Folyamatos anyagmozgatási rendszerek esetében a betárolás hevederes szállítószalagokkal, rédlerekkel vagy szállítócsigákkal történhet. Az anyagot a csarnokba behordó szállítógép vagy a csarnok egyik végén, vagy középen csatlakozhat az épület gerincébe beépített vagy a hossz tengely irányába eltolható elosztó szállítószalaghoz. Az első esetben az elosztó szállítószalag a csarnok teljes hossza mentén egy irányban szállít és az anyagot ledobó kocsí szórja le. Az utóbbi esetben az ún. kocsizó (a csarnok hossz tengelyében eltolható) szállítószalagnak reverzálhatónak kell lennie és az anyag a végdobon keresztül távozik. A csarnok félhosszának megfelelő hosszúságú szállítószalag – a betárolásra kijelölt helytől függően – a csarnok egyik vagy a másik felére tolható, és – a tárolásra kijelölt helytől függően – állítható.

A kitároláshoz különböző típusú folyamatos működésű rakodógépek, illetve sorba kapcsolt szállítógépek alkalmazhatók. A kaparókaros, a vederkerekes, a kaparószalagos vagy a szállítócsigás rakodógépek rendszerint egy kitároló szállítószalagra továbbítják a felvett anyagot.

A 92. ábrán látható megoldásnál a csarnok gerincén végigvezetett ledobó kocsival felszerelt – szállítószalag végzi a betárolást. A kitárolásra beállított – kötött pályán mozgó – kaparólapos rakodógép pedig a csarnok tartóelemeire szerelt – a csarnok hossztengegyével párhuzamosan vezetett – kitároló szállítószalagra továbbít.

Szakaszos anyagmozgatási rendszerek megvalósítása csak sajátos - általában kisforgalmú – raktárak létesítése esetén indokolt, amikor a folyamatos anyagmozgatási rendszer teljesítőképességét nem lehet kellő mértékben kihasználni. A szakaszos működésű anyagmozgató gépek közül markolóval felszerelt daruk, vagy kanalas rakodógépek, illetve ezek kombináltan alkalmazhatók.

A markolóval felszerelt futódaruk nagy tárolási magasságot biztosítanak, de csak a nyitott, illetve az eltolható tetejű vasúti kocsikban szállított ömlesztett anyagok rakodását teszik lehetővé, akkor, ha a vasúti kocsi a csarnokba beállítható. A csarnokban kiképzett rakodóhely pedig a légtér kihasználhatóságát rontja.

A kanalas rakodógépek kisebb teherbíró képességű változatai a normál fedett vasúti kocsiban szállított ömlesztett anyagok rakodását is megoldják, de ezek halmazolási magassága minimális.

A szakaszos anyagmozgatási rendszerek csarnokraktárakban való alkalmazását tehát lehetőség szerint kerülni kell.

3.10.3. Ömlesztett anyagok tárolása bunkerben, silókban

A *bunkerek*, silók (hombárok) az ömlesztett anyagok tárolásának sajátos létesítményei. A bunkerekben (silókban) tárolt anyaghalmaz alakja a bunker (siló) alakjához igazodik, mozgása korlátozott. Ez a megkötöttség különleges feszültség – és mozgásállapotot teremt.

A bunkerekben, silókban való tárolás olyan ömlesztett anyagok esetében vehető számításba, amelyek tárolás közben (biológiai vagy vegyi okokból) szellőztetést, hűtést, rendszeres átforgatást stb. kívánnak (pl. gabonafélék), vagy csarnokraktárakban – sajátos tulajdonságaik miatt nem, vagy csak körülményesen tárolhatók (pl. cement).

A *bunkerek*, *silók anyagmozgatási rendszerének* a be- és a kitároláson kívül esetenként (pl. gabonatárházban) a tárolt anyag egyes bunkerei (silók) kö-

zötti átcsoportosítási lehetőségét is lehetővé kell tennie. A be- és kitárolás, a belső átcsoportosítás folyamatos működésű anyagmozgató gépekkel oldható meg.

Betároláskor a terepszintre érkező anyagot a bunker (a siló) magasságának megfelelő magasságra kell emelni, majd az egymás mellé (esetleg több sorba) telepített bunkerbe (silóba) adagolni. E feladatok megoldására – a tárolásra kerülő áru sajátosságától függően – elsősorban pneumatikus szívó- és nyomórendszerek, serleges elevátor-szállítószalag kombinációk és bordás szállítóláncok (rédlerek) vehetők számításba.

Kitároláskor – az ürítőnyílás megnyitása után – a bunkerben (silóban) levő anyag vagy folyamatosan kiömlik, vagy adagoló hordja ki. A kitárolást végző folyamatos működésű szállítógép (hevederes szállítószalag, bordás szállítólánc, kaparószalag) pályáját ezért az ürítőnyílás alatt kell vezetni. Porcalakú anyagok kitárolásakor – a bunkerek (silók) ürítésekor – az anyagot rendszerint lazítani kell, ezért a pneumatikus ürítés előnyösebb.

A résbunkerek (réshombárok) a bunkerben és a szabadtéren való tárolás átmeneti formáját képezik. Fő alkalmazási területük:

- járművek ürítőhelye alatti átmeneti tárolás,
- garmadában való tárolás feladóhelyei.

Jellegüket tekintve tehát inkább feladó-berendezések mint tárolók, tisztán tárolás céljára való alkalmazásuk ma már viszonylag ritka.

3.10.4. Az ömlesztett anyagok szabadtéri tárolása

Az ömlesztett anyagok szabadtéri tárolására alkalmas tárolók létesítményei általában nem beruházás-igényesek. Garmadában való tárolás esetén a tároló burkolatát kell megfelelő teherbíró képességűre képezni. Támfalas tárolók esetében ehhez még a támfal létesítésének költségei járulnak. Ezért ha a tárolandó anyag tulajdonságai lehetővé teszik, a szabadtéri tárolók létesítését kell előtérbe helyezni. Egyes iparágak alapanyagainak, illetve termékeinek zöme szabadtéren tárolható (pl. az építőiparban: homok, homokos kavics, kő; a nehéziparban: vasérc, bauxit; erőművekben: szén, salak).

A szabadtéri tárolók anyagmozgatási feladata – a tárolók befogadóképességétől, forgalmától és a tárolandó anyag jellemzőitől függően – folyamatos vagy szakaszos anyagmozgatási rendszerekkel oldható meg.

A folyamatos működésű rakodógépek kisebb teljesítőképességű változatai (pl. kaparókaros rakodógépek, szállítócsigás rakodógépek, serlegsoros rakodógépek) önálló üzemmel, vagy – nagy szállítási távolságok esetén –

gördíthető szállítószalagokkal sorba kapcsolva kisebb befogadóképességű tárolók (pl. kisebb TŰZÉP-telep széntárolója) anyagmozgatási feladatainak megoldására alkalmazhatók.

A nagy befogadóképességű tárolók anyagmozgatási feladatai a sajátos célra kifejlesztett folyamatos működésű géprendszerekkel oldhatók meg.

A szakaszos működésű anyagmozgató gépek közül a tárolók anyagmozgatási feladatainak komplex megoldására a különböző kötőtpályás (futó-, bak-, híd-, kábel stb.) daruk alkalmasak. Az ömlesztett anyag szükséges magasságra való halmazolása mellett lehetővé teszi a rakodási feladatok megoldását is.

Irodalomjegyzék

- [1] Dr. Pánczél Z. – Dr. Nagy Z.: *Rakodástechnika I.* Budapest, 1984, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [2] Dr. Pánczél Z.: *Rakodástechnika II.* Budapest, 1985, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [3] Dr. Prezenszki J. – Dr. Pánczél Z.: *Anyagmozgatás-Raktározás III.* Budapest, 1982, Nemzeti Tankönyvkiadó.
- [4] Dr. Prezenszki J.: *Logisztika I.* (Bevezető fejezetek) Budapest, 2002, Logisztikai Fejlesztési Központ.
- [5] Dr. Prezenszki József: *Logisztika II.* (Módszerek, eljárások) Budapest, 2002, Logisztikai Fejlesztési Központ.
- [6] *Anyagmozgatási kézikönyv* (főszerkesztő: Felföldi L.) Budapest, 1975, Műszaki Könyvkiadó.
- [7] Dr. Felföldi László: *Rakodástechnika.* Budapest, 1992, Tankönyvkiadó.
- [8] Otto Rockstroh: *Csomagolástechnikai kézikönyv.* Budapest, 1984, Műszaki Könyvkiadó.
- [9] Otto Rockstroh: *Handbuch der Industrielle Verpackung.* München, 1978, Knopp Verlag.
- [10] SSI Schäffer Katalógus (készült az: SSI Schäffer Gesamtkatalog, 2. Auflage, 1999. kiadása alapján) H. n., 2002, SSI Schäfer International Kft.
- [11] *Targoncakatalógus.* Kiadja: Linde Anyagmozgatási Kft.
- [12] Pidl Renáta: *Egy csomagolástechnikai cég készáruraktára logisztikai rendszerének fejlesztése.* Diplomaterv, BME, Közlekedésmérnöki kar, 2006.