



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Közlekedésmérnöki Kar

Közlekedésüzemi Tanszék

DIPLOMATERV

**FIFO rendszerű, átfutó illetve hagyományos
állványrendszerek alkalmazásának
összehasonlítása**

Készítette:

Bajkó Sándor

2010.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	4
2. Az alkalmazandó állványtípusok bemutatása.....	6
2.1 Soros állványos tárolási rendszer	6
2.2 Utántöltős állványok.....	9
2.2.1 Az utántöltős állványrendszerek általános jellemzése	9
2.2.2 Görgős átfutó állványrendszerek elemei, működése	10
2.3 Az alkalmazandó állványok előnyei, hátrányai.....	12
3. A tervezési feladat ismertetése	15
3.1 A vállalat bemutatása.....	15
3.2 A telepítési környezet bemutatása	18
3.3 A tárolandó árukészlet jellemzése	20
3.4 A raktári folyamatok leírása.....	23
3.4.1 A beszállítási folyamat ismertetése	24
3.4.2 Az áru kiszállításra történő előkészítése	25
3.4.3 A göngyölegkezelési folyamat.....	26
3.4.4 Inhomogén egységgrakományok képzése.....	26
3.5 A kidolgozandó tervváltozatok rövid leírása	28
4. A görgős utántöltős állványos raktár tervezése.....	29
4.1 A tárolótér tervezése.....	29
4.1.1 A tárolható egységgrakományok számának becslése	29
4.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének meghatározása	33

4.2 Az áru-előkészítő tér tervezése.....	37
4.2.1 A kommissiózási terület kialakítása	37
4.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása	40
4.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása.....	41
4.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése	43
4.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása	46
5. A normál folyosós soros állványos raktár tervezése	47
5.1 A tárolótér tervezése.....	47
5.1.1 A tárolható egységgrakományok számának becslése	47
5.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének kialakítása	51
5.2 Az áru-előkészítő tér tervezése.....	53
5.2.1 A kommissiózási terület kialakítása	53
5.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása	54
5.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása.....	54
5.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése	55
5.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása	58
6. A keskenyfolyosós soros állványos raktár tervezése	59
6.1 A tárolótér tervezése.....	59
6.1.1 A tárolható egységgrakományok számának becslése	60
6.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének kialakítása	62
6.2 Az áru-előkészítő tér tervezése.....	63
6.2.1 A kommissiózási terület kialakítása	63
6.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása	64
6.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása.....	64

6.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése	65
6.3.1 A felrakótargoncák számának meghatározása	65
6.3.2 A nagy- és kisemelésű gépi targoncák számának meghatározása..	67
6.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása	70
7. Tervváltozatok összehasonlító elemzése.....	71
7.1 A multikritériumos döntésssegítő algoritmus bemutatása	71
7.1.1 Az algoritmus bemenő adatai.....	71
7.1.2 A szempontok súlyszámainak meghatározása	72
7.1.3 A tervváltozatok értékelése a fő- és alszempontok alapján.....	73
7.1.4 A döntési modell érzékenységvizsgálata	74
7.2 A tervváltozatok összehasonlítása az MDA segítségével	75
7.2.1 Az értékelési szempontok és azok súlyszámainak meghatározása .	75
7.2.2 A tervváltozatok fő- és alszempontokhoz tartozó értékei	78
7.2.3 Az összehasonlítás eredménye és érzékenységvizsgálata	79
7.3 Az összehasonlítás eredményének értelmezése	81
8. Összefoglalás.....	83
Felhasznált irodalom	85
Mellékletek	86

1. Bevezetés

A logisztika a termékek és szolgáltatások rendszereken belüli és rendszerek közötti áramlásának kialakításával, valamint eredményes lebonyolításával foglalkozó tudományterület. Napjainkra a legtöbb vállalat felismerte azt a tényt, hogy megfelelő logisztikai rendszer kialakítása nélkül nem lehet eredményesen szerepelni a verseny piacon, így ez a terület az egyik legdinamikusabban fejlődő tudományág. Az ellátási láncban lezajló folyamatok kapcsolódási helyein az – általában – eltérő igények és kapacitások miatt bizonyos mennyiségű készletfelhalmozás történik, ezért a logisztikai rendszerek egyik fontos része a megfelelő raktározás kialakítása. A termékek minőségi és mennyiségi megőrzéséért felelős alrendszer működésére a legnagyobb hatással a tevékenység helyszíne, a raktár, valamint annak kialakítása és működése van, ezért döntő fontosságú a tervezés során a megfelelő struktúra kialakítása. A raktározás során figyelembe kell venni megvalósítandó funkciókat, a tárolandó áru tulajdonságait, a forgalmi adatokat, az anyagmozgatási rendszert, a szállítási módokhoz való csatlakozási lehetőségeket, valamint nem utolsósorban a beruházási és működési költségeket.

Diplomatervemben a raktározási rendszerek egyik speciális változatát, a FIFO rendszerű, dinamikus állványos tárolást hasonlítom össze a hagyományos tároló rendszerekkel egy gyakorlati példán keresztül. A tervezéshez egy FMCG (Fast Moving Consumer Goods - gyorsan forgó fogyasztási cikkek) szektorbeli élelmiszeripari gyűjtő és elosztó központ raktározási rendszerét választottam. A megvalósítandó logisztikai feladatra kiválóan alkalmazhatóak a vizsgált raktározási rendszerek, kimutathatóak előnyeik, hátrányaik viszonylag kis mértékű érvényesülése mellett. A tervezés során a tároláson túl a központban zajló egyéb értéknövelő szolgáltatások folyamatát is kialakítom, hiszen ezek működésére nagy hatással van az tárolási rendszer fajtája.

Dolgozatom első részében a feladat megoldása során alkalmazható állványrendszereket mutatom be, kiemelve főbb előnyeiket és hátrányaikat. Ezt követően a különböző tárolási módszereknek megfelelően megtervezem a vizsgált probléma követelményeinek megfelelő raktározási rendszereket. Végül egy multikritériumos összehasonlító módszer segítségével kiválasztom a feladat megoldására leginkább megfelelő változatot, valamint értékelem a különböző tárolási módok teljesítési értékeit a dolgozatban tárgyalt probléma megoldása során.

2. Az alkalmazandó állványtípusok bemutatása

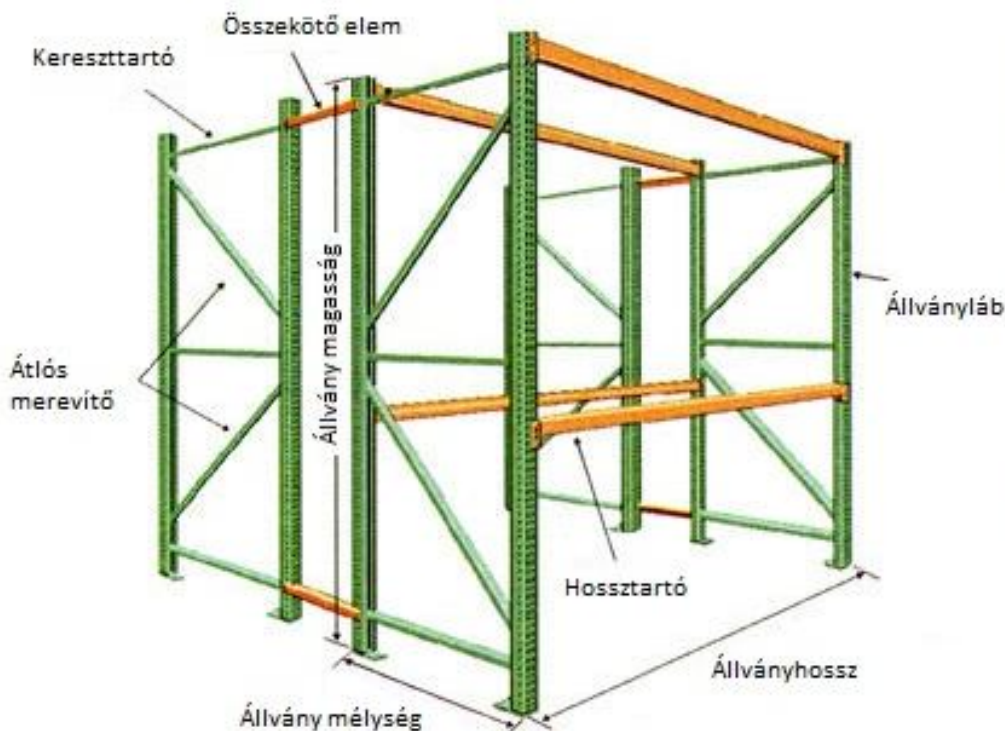
A dolgozatban tárgyalt raktározási rendszerben rakodólapos egységgrakományokat kell kezelni. Élelmiszeripari raktár lévén a tárolási egységeket a FIFO (First In - First Out) elvet betartva szükséges áramoltatni, vagyis az első betárolt árut kell először kitárolni a termékek véges szavatossági időit figyelembe véve. Emiatt, valamint a viszonylag magas tárolótér minél jobb kihasználtsága miatt csak az állványos tárolási rendszerek alkalmasak a feladat megoldására. A készlet forgási sebességét figyelembe véve az állványok közül is a hagyományos soros illetve az utántöltős állványos típusok felelnek meg leginkább ilyen típusú tárolás megvalósítására (1. táblázat), ezért a következőkben ezeket a rendszereket ismertetem részletesebben.

Elrendezés	Tárolóállvány	Áruforgási sebesség	Raktárkészlet
Soros	rekeszes	változó	változó
Tömbszerű	átjárható	kicsi	nagy
Tömbszerű	görgős	nagy	nagy
Tömbszerű	gördíthető	kicsi	kicsi

1. táblázat: Az egyes állványtípusok jellemzői [1]

2.1 Soros állványos tárolási rendszer

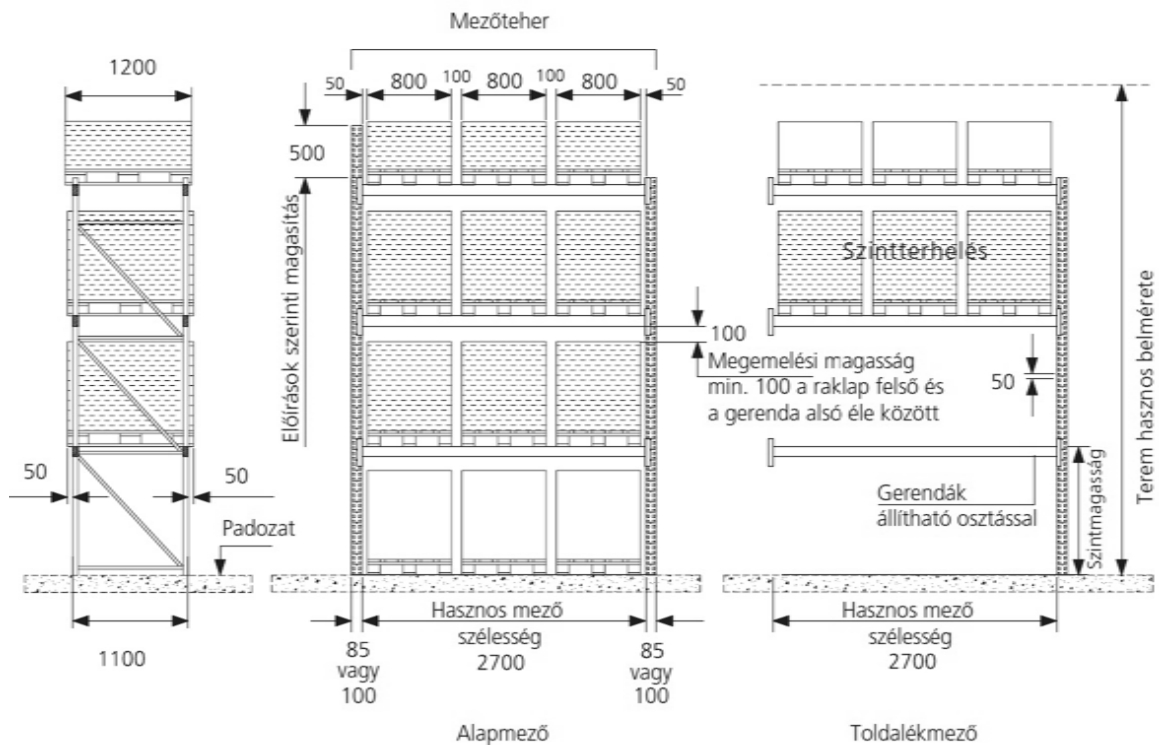
A raktározási rendszerekben az egyik leggyakrabban alkalmazott forma a soros állványos tárolás. A rendszer alapeleme az állvány, melynek kialakítása a tárolandó árutól függően lehet rekeszes, polcos vagy fiókos. Az egyes elemeket csavaros vagy kapcsolható kötéssel rögzítik egymáshoz. Rakodólapos egységgrakományok tárolása esetén a rekeszes állványokat alkalmazzuk, ahol az állványlábakból, kereszttartók és átlós merevítők segítségével felépülő állványlétrák közé elhelyezett hossztartókra helyezzük el a tárolási egységeket. A rendszer felépítését az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra: A soros állvány részei

Az állványlétrák és hossztartók osztják rekeszekre az állványt, melyekben általában több (2-4 db) egység rakományt tárolunk ezzel növelve a helykihasználást és csökkentve a fajlagos költségeket. A rekeszekben a rakodólapok elhelyezkedhetnek a folyosóra merőlegesen (keresztirányban), illetve azzal párhuzamosan (hosszirányban). Az egymás fölé elhelyezett rekeszekből alakulnak ki az állványoszlopok, az egymás utáni állványoszlopokból pedig az állványsorok. A jobb terület-kihasználás érdekében az állványsorokat párosával egymás mellé helyezik (ikresítik), ezzel közel felére csökkentve a kiszolgáló utak területigényét. A rendszer kiszolgálására leggyakrabban gépesített targoncákat alkalmaznak, raktártípustól függően ez lehet tolóoszlopos vagy homlokivillás nagyemelésű gépi targonca, illetve felrakótargonca. A gépválasztástól függően alakítják ki az alsó tárolószintet. Csak abban az esetben helyeznek ide is hossztartót, ha az anyagmozgató gépnek van alsó holtter igénye. Egyéb esetben a raktár padozatára helyezik az alsó szinten tárolt egység rakományokat. [2]

A 2. ábra a soros állványok jellemző méreteit mutatja be egy négyszintes, keresztirányú elrendezésű, rekeszenként három egységalakományt magában foglaló állványon. Az állványsorok kialakításánál a szomszédos hossztartókat rögzíthetjük külön állványlábakhoz, ekkor alapmezőkről beszélünk. Azonban csak nagy mezőterhelések, illetve jelentősen eltérő rekeszmagasságok esetén szokták ezt a megoldást alkalmazni. Anyagtakarékossági szempontból az egymás melletti hossztartókat közös állványlábhoz rögzítik, az első alapmezőhöz toldalékmezőket szerelve alakítják ki az állványsort. Az állványlábak valamint a hossztartók profiljainak méreteit a terhelés nagysága határozza meg.



2. ábra: A soros állvány egy jellemző kialakítása

2.2 Utántöltős állványok

2.2.1 Az utántöltős állványrendszerek általános jellemzése

Az utántöltős állványok a dinamikus tárolási rendszerek csoportjába tartoznak, melyeknek közös jellemzője, hogy a tárolt áru egy része, vagy egésze változtatja helyét, miközben egy tárolási egységet be- vagy kitarolunk az állványrendszerből. Az utántöltős tárolási rendszer az átjárható állványos egy továbbfejlesztett változata, vagyis ebben is tömszerűen helyezkednek el az egységakományok. Az anyagmozgató gépnek viszont már nem kell behaladnia be- illetve kitaroláskor az állványba, ezzel növelve a ciklusidőt, hanem az áru egy lejtőn haladva önállóan tart a betárolási oldal felől a kitarolási felé.

Az egységakomány fajtájától függően különböző kialakítású állványrendszereket alakítottak ki. A síkfelületű tárolási egységeket (pl.: kartondobozok, tároló ládák) esetében alkalmazzák a csúsztatópályás utántöltős állványokat. A pálya lejtése a csúsztatólap és a tárolási egység felületei közti súrlódási együtthatótól függ. A minél kisebb súrlódás végett a csiszolt vagy teflonnal bevont acélfelületű csúsztatótalpakat alkalmaznak. Az önállóan gördülő tárolási egységek (pl.: gördíthető tároló ládák) számára megfelelő tárolási mód a vezetősínes utántöltős állvány, melynél az egységakományt az állványban elhelyezett elemek vezetik meg. Az maguktól nem gördülő rakományok is tárolhatók ilyen állványban, a pálya tartozékaiként kezelhető gördülőkeretekbe helyezve. [2]

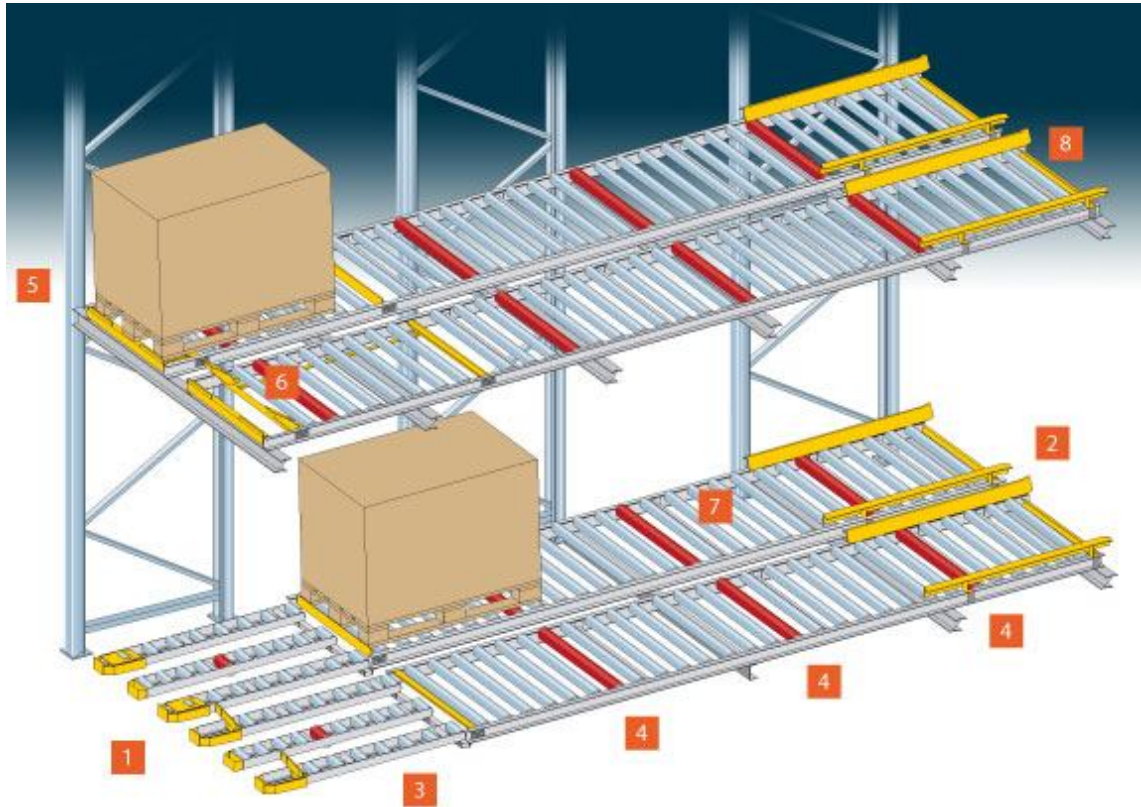
A rakodólapos egységakományok tárolására a görgőpályás utántöltős állványok felelnek meg a legjobban, ezért a következőkben ezt a tárolási módot ismertetem részletesebben.

2.2.2 Görgős átfutó állványrendszerek elemei, működése

Az állványrendszer két fő részből áll: egy statikus keretből, mely a tárolt áru és az állványszerkezet súlyát viseli (ez hasonló a soros rendszerek állványletráihoz), illetve az ebben elhelyezkedő görgős pályákból, melyek az egységtrakományok mozgását teszik lehetővé tárcsás vagy hengeres görgők segítségével (3. ábra). A rakodólapok a biztos alátámasztás érdekében csak hosszirányban helyezhetőek az állványba. Az egy tárolócsatornában tárolt egységtrakományok száma a terület kihasználás érdekében legalább négy darab, viszont a rakodólapok befeszülésének elkerülése érdekében jellemzően nem haladja meg a tíz egységet. A rendszer könnyebb átláthatósága és kezelhetősége érdekében egy csatornában csak azonos típusú egységtrakományokat tárolnak.

Az állvány kiszolgálása nagyemelésű gépi targoncával történik. Ha a targonca oszlopa nem dönthető, akkor speciális kialakítású osztott be- és kitárolási pályaszakaszt kell beépíteni a csatornába. A feladási oldalon az egységtrakományok pozicionálását rakodólap vezetők segítik, ezután az áru önállóan halad a levételi oldal felé. A szerkezet nem tartalmaz motorikus elemeket, a trakományok a gravitációs erő hatására mozognak az állványon belül, a csatornák lejtős kialakítása miatt. A lejtő szögét az áru tömegéből származó súlyerő nagyságának figyelembevételével kell meghatározni (ez általában $1,5 - 3^\circ$ között változik).

A csatornában biztosítani kell a tárolási egységek állandó sebességgel való haladását. A súlyerő gyorsító hatását fékezőgörgők ellensúlyozzák, melyek általában centrifugális, mágneses vagy hidraulikus elven működnek, így külső energia bevitelt ezek sem igényelnek, és az áru tömegétől függő fékhatást képesek biztosítani. Az egyenletes sebesség érdekében a csatornában minden rakodólap helyhez elhelyeznek egy-egy fékezőgörgőt, így alakul ki a közelítőleg állandó, 0,3 m/s-os trakománysebesség. [2]

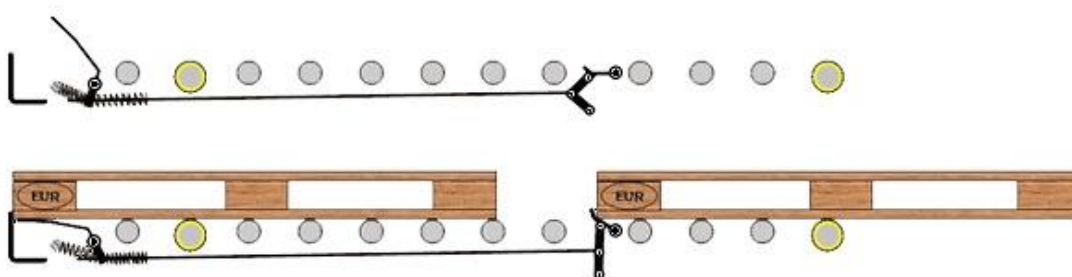


3. ábra: Görgős átfutó állványrendszer felépítése

1 - levételi oldal, 2 - feladási oldal, 3 – nem dönthető oszlopú targoncáknak kialakított pálya, 4 - fékezőgörgők, 5 - ütközőprofil, 6 - egységgrakomány leválasztó, 7 - szállító görgők, 8 - rakodólap bevezető

Biztosítani kell továbbá a legelső egységgrakománynak a többitől való távolságtartását, ezzel tehermentesítve azt, valamint elősegítve a kivételkörülmények közötti kezelhetőséget. Ennek megoldására a fékek megfelelő beállításával a levételi oldalhoz közeledő első rakodólap megnövelt sebességgel eltávolodik a többitől. A kirakóhely utolsó szakaszán a rakodólap egy következő sebességszabályzóra fut, lelassul, benyomja a leválasztó rendszer kapcsolónyelvét és finoman nekigurul az ütközőprofilnak. A kapcsolónyelv lenyomása mechanikusan egy rudazatot működtet, amely leállítja a követő rakodólapot. Így megfelelő távolságot létesít az első kitárolandó rakodólap és a következő között.

Levétel esetén a kapcsolónyelv ismét felemelkedik, melynek hatására a következő tárolási egység elindulhat, ezzel újabb rakomány kerül a kitaroló pozícióba. Mélyebb állványok, illetve nehezebb tárolási egységek esetén a csatornában, statikailag számított helyen közbenső leválasztók kerülhetnek telepítésre, ezzel csökkentve a végleválasztó terhelését. A leválasztó működési elvét a 4. ábra szemlélteti.



4. ábra: A rakodólap leválasztó működési elve

2.3 Az alkalmazandó állványok előnyei, hátrányai

A soros állványos tárolás egyik legfőbb előnye, hogy minden egység rakományhoz könnyen hozzá lehet férni, így egy készletnyilvántartó rendszer segítségével a FIFO elv könnyen érvényesíthető. A tárolási magasságot általában nem a szerkezet teherbíró képessége korlátozza, hanem az épület belmagassága, vagy az anyagmozgató-gép emelési magassága. A szerkezet könnyen felépíthető és a készletösszetétel változása esetén könnyen átépíthető. Kiszolgálása nem igényel speciális gépeket, szinte bármely targoncátípussal lehet együtt üzemeltetni. Karbantartási igénye minimális, és az esetleges javításokat komolyabb készletmozgatások nélkül el lehet végezni. Az állványos rendszerek között alacsony beruházási költsége miatt is az egyik legnépszerűbb típus.

Hátrányaként róható fel a kiszolgálásához szükséges közlekedő utak területigénye, mely különösen alacsony épületmagasság esetén jelentősen rontja a raktár térkihasználását.

A görgős utántöltős rendszereknek a hagyományos állványokhoz viszonyítva több előnye is van:

- A FIFO elv érvényesülését a rendszer itt működéséből kifolyólag biztosítja, ahhoz nem szükséges külön nyilvántartási rendszer.
- Az egy termékre jutó tárolási terület kisebb, mivel az egységgrakományok szorosabban helyezkedik el, mint a hagyományos állványokban. Az így nyert többlet raktárterületet fel lehet használni más célokra, vagy új beruházás esetén kisebb épültre van szükség, melynek alacsonyabbak lesznek a fenntartási költségei.
- Csökkennek az anyagmozgatási ciklusidők, hiszen kevesebb utat kell megtenniük a gépeknek, az állványban pedig automatikus a továbbítás.
- A ciklusidők csökkenése miatt kevesebb anyagmozgató gépre és élőmunkára van szükség.
- A hagyományos állványsorokban történő ki- és betárolási műveletek itt területileg elkülönülnek, ezzel átláthatóbbá válnak a folyamatok.
- Az egyes csatornában lévő homogén áruösszetétel egyszerűsíti az árucikkek kezelését.
- Nagyobb forgalom kiszolgálására képes.
- A tárolási folyamat jobban automatizálható.

Hátrányai viszont a hagyományos állványokhoz képest, hogy bonyolultabbak, így könnyebben meghibásodnak. Ilyen esetben pedig nehéz hozzáférni a hibás állványrészhez, körülményes a karbantartása, és a tárolócsatornákat részben vagy teljesen ki kell hozzá üríteni. Összeszerelésük tehát több figyelmet, üzemeltetésük gondos karbantartást igényel. Hátrányuk továbbá magas beruházási költségük, mely csak nagy forgalmi intenzitású raktárak esetén teszi alkalmazásukat gazdaságossá. [10]

A vizsgált állványtípusok használata esetén a raktárkapacitás kihasználtságát, valamint az egyes tárolási egységek hozzáférhetőségi fokát a 2. táblázat részletezi.

Elrendezés	Tárolóállvány	Hozzáférhetőségi fok (%)	Közlekedő utak elrendezése	Raktárkapacitás kihasználtsága (%)
Soros	rekeszes normál	100	hosszirányú	15-22
			keresztirányú	12-20
Soros	rekeszes magas	8-15	hosszirányú	28-35
Tömbszerű	átjárható görgős	8-15	hosszirányú	55-60
			keresztirányú	52-57

2. táblázat: Az elméleti rakomány hozzáférhetőségi fok illetve raktárkapacitás kihasználás az egyes állványtípusoknál [1]

3. A tervezési feladat ismertetése

A különböző állványtípusok gyakorlati alkalmazásának vizsgálatához az azokat felhasználó vállalat kiválasztása volt az első feladat. A soros állványrendszerek, széles körű alkalmazhatóságuk révén nem támasztottak jelentős korlátokat a telepítési környezet megválasztásakor. A görgős utántöltős állványokat gazdaságossági szempontok miatt, azonban csak sokkal kevesebb területen alkalmazzák. Jellemzően nagy forgalmi intenzitású, viszonylag nagy kapacitású raktárakban fordulnak elő, mégpedig olyan iparágakban, mint például a gyógyszer- vagy élelmiszeripar és minden olyan területen, ahol a tárolt áru nagy időérzékenységgel rendelkezik. Több vállalat megvizsgálása után a választás végül a Friss Koktél Élelmiszer Nagykereskedelmi Kft-re esett.

3.1 A vállalat bemutatása

A Friss Koktél Kft. működése során fő tevékenységi körei különböző élelmiszerek nagykereskedelmi árusítása, valamint az ezzel kapcsolatos logisztikai szolgáltatások elvégzése voltak. A cég nagykereskedelmi tevékenysége 1995-ös megalakulásától kezdve dinamikusan fejlődött. Az első évében 280 millió forintos forgalmat lebonyolító lokális nagykereskedés 2005-ben bekövetkező megszűnésekor már közel 6 milliárd forintot produkáló teljes dunántúli lefedettséget elérő nagyvállalkozás lett.

A vállalat központi telephelye Balatonalmádiban volt, de terjeszkedése során átrakóközpontokat létesített Pápán, Keszthelyen, Dombóváron és Pécsen. A vállalkozás a megalakulásától fogva végzett logisztikai feladatokat is, kezdetben ez csak szállítási tevékenységet jelentett, majd később kibővült raktározási, rendelés-felvételi és bizonylatolási feladatokkal is. Főbb beszállítói a Veszprémtej Zrt., a Zott Hungária Kft., a Kométa 99 Kft. valamint a Merian Zrt. voltak. Disztribúcióval ellátott vevőköre pedig a dunántúli Spar, InterSpar, Coop üzleteket, a Tempo üzletláncot és a helyi kiskereskedelmi egységeket foglalt magába. Működési területén összesen 59 túrát alakított ki.

A Friss Koktél Kft. a nagykereskedők között mindig újtó, útmutató példával járt elől. Első volt a teljes gépjárműflotta korszerűsítésében, elsőként vezette be az ISO 9002:1994, majd az ISO 9001:2000 minőségirányítási rendszert, valamint élen járt a korszerű hardver- és szoftverrendszerek alkalmazásában. A cég vezetői nagy súlyt fektettek a folyamatos képzésre, ezért szakembergárdája részére folyamatosan szerveztek oktatásokat, képzéseket. A vállalat stratégiai fejlesztésként tűzte ki a gasztronómiai termékek értékesítésének bővítését, ezáltal a vevőkör további növelését. Az EU csatlakozás után a cég bővíteni kívánta a termékpalettát, és ezzel egyidejűleg hazai termékek értékesítéséhez külföldön kerestek célpiacot. Ezekkel a lépésekkel akarta a meglévő piac réseit betömni, illetve új piacokat felkutatni. Másik irányú elképzeléseik között szerepelt az egészséges táplálkozáshoz szükséges termékek forgalmazása, melynek szükségességét felmérésekkel és piackutatásokkal támasztották alá. A cég terméktörzsébe összesen több mint 1000 féle árucikk tartozott, a kínálatban túlnyomórészt tej- és tejtermékek, húskészítmények, fagyasztott áruk, fűszerek és konzervek szerepeltek.

A vállalat forgalma jelentős mértékben megnövekedett a 2000-es évek elejére, és kezdett problémát okozni az ezzel kapcsolatos raktározási szükséglet a gépjármű-flotta kiszolgálása. Az egységes Európai Uniósi piac létrejöttével azonban kiemelten fontos volt, hogy a vállalkozás a jelentős tőkeerővel rendelkező nem hazai hasonló jellegű tevékenységet folytató vállalkozásokkal szemben is megőrizze versenyképességét. A cég egyik előnye volt a nagy területi lefedettség, valamint a kettős alapterületűség (saját jogú értékesítés – logisztikai szolgáltatás), melynek révén a piac aktuális összetételétől és a helyi sajátosságoktól részben függetleníthetővé vált a Friss Koktél Kft. eredménye. A megnövekedett létszám részére minőségi munkakörülmények biztosítása a balatonalmádi telephelyen már nem volt megfelelően megoldható, ezért a vállalkozás egy korszerű, nagy alapterületű mind a hazai, mind az EU-s minőségi követelményeknek és előírásoknak megfelelő új logisztikai központ létesítését tűzte ki célul.

A vállalat 2004-ben egymilliárd forintos beruházással regionális logisztikai bázist létesített Veszprémben (5. ábra). Az új központból elsősorban tejtermékekkel és húskészítményekkel láttak el az egész Dunántúlon mintegy háromezer üzletet. Emellett elengedhetetlenné vált, hogy a vevőkör kiszolgálásának minőségét képesek legyenek tovább javítani, valamint biztosítani tudják az új logisztikai központ informatikai hátterét. Így egy a várható követelményeknek megfelelő, esetleg azon túlmutató korszerű vállalatirányítási rendszert vezettek be. Ennek révén reális lehetőség nyílt volna arra, hogy további gyártók részére kínálják fel logisztikai szolgáltatásaikat, raktározási kapacitásukat, szállítmányozási képességeiket.

A cég azonban a hatalmas beruházások, azok fenntartási költségei, valamint a vásárlói körének biztosított hosszú fizetési határidők következtében fizetéképtelenné vált és több százmillió forintos adósságot halmozott fel. A Friss Koktél Kft. végül 2005-ben fejezte be működését. A választás mégis azért esett a vállalat veszprémi telephelyének különböző állványtípusokkal történő berendezésére, mert a körülmények itt voltak a legalkalmasabbak a görgős utántöltős állványok telepítésére. Ezt az a tény is igazolja, hogy a vállalat is ilyen típusú rendszert tervezett az új raktárba, azonban gazdasági okokból ez végül csak részlegesen valósulhatott meg, a tárolókapacitás alig 1/3-át szolgálta ki.



5. ábra: A veszprémi telep elhelyezkedése

3.2 A telepítési környezet bemutatása

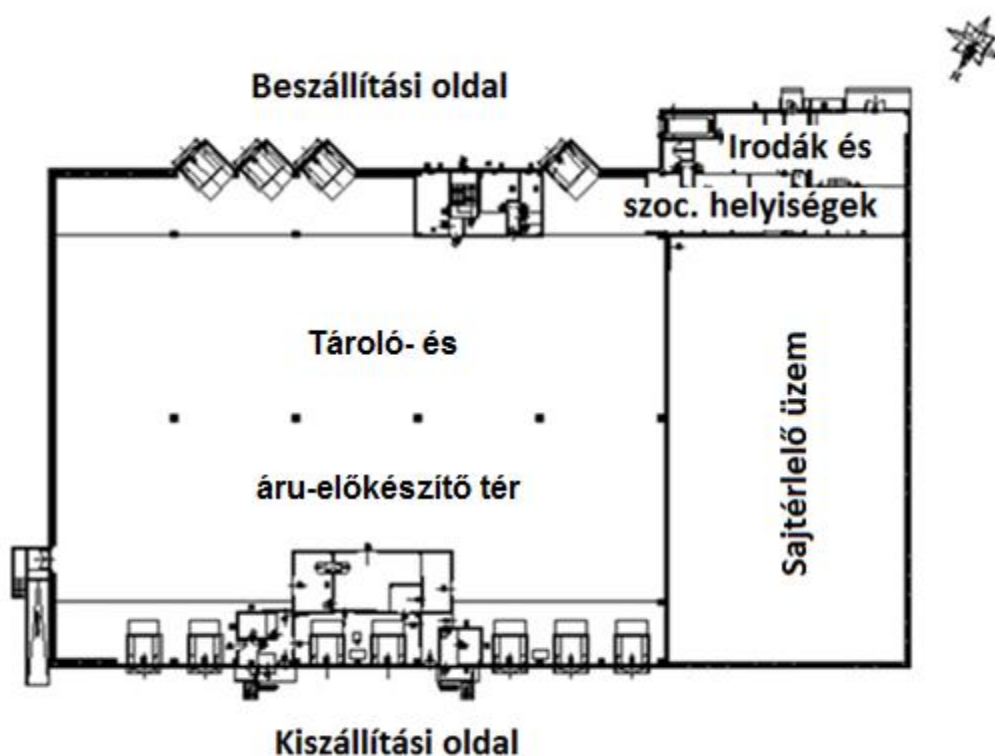
Az új raktárbázis Veszprém déli ipari parkjában a 8-as és 73-as főút találkozásánál létesült. A telephely alapterülete 19000 m², melyből a raktárépület körülbelül 4500 m²-t foglal el. A Friss Koktél Kft. megszűnése után a raktár új tulajdonoshoz került, és jelenleg is üzemképes állapotban van. (6. ábra)



6. ábra: A raktárbázis utcafronti képe

Közlekedési kapcsolatai tisztán közútiak, az áruforgalmat és tehergépkocsikkal biztosították, melyeknek külön kamionmosó is kialakításra került. A létesítmény szintmagasságát a talajszinthez képest 1,2 méterrel megemelték, így a járműveket dokkoló kapukon keresztül lehet rakodni.

Az épület felépítését tekintve több részre tagolódik. Nyugati részén egy több mint 1000 m² területű sajtérlelő üzemet alakítottak ki, melyben laborok, érlelő szobák és előkészítő terek helyezkednek el. A raktár e része külön közúti kapcsolattal is rendelkezik és gyakorlatilag a többi egységtől függetlenül működképes volt, nem vett részt a telep árugyűjtő és elosztó rendszerében, így nem veszem figyelembe a raktártervezés során. A sajtérlelő üzem mellett helyezkedik el a raktár tároló- és áru-előkészítő tere. A tárolóteret átmenő elrendezésűvé alakították ki, délkeleti oldalán végezték a beszállítást, itt négy dokkoló kaput létesítettek, melyek a telekhatár közelsége miatt ferde elrendezésűek. A kiszállítási oldalon hét kapu áll rendelkezésre. A tárolótér egységét irányító szobák és a göngyölegkezelési feladatok termei bontják meg, oszloposztása 12x18 méteres, alapterülete körülbelül 2500 m². Élelmiszerraktár lévén a tárolótér hőmérséklete 4°C-os, és a falakon körben vastag szigetelőréteg védi ezt a raktárrészt. A dokkoló kapuk környezetében galériás kialakítású az épület, itt a 8,6 méteres belmagasság lecsökken 3,5 méterre. A raktártelep beszállítási oldalán helyezkednek el három különböző szinten az irodák, tárgyalók és a szociális helyiségek. (7. ábra)



7. ábra: Az épület földszinti alaprajza

3.3 A tárolandó árukészlet jellemzése

A veszprémi raktárban a vállalat tej és tejtermékek valamint feldolgozott húskészítmények tárolását, és elosztását végezte. A raktárban több mint 250 féle árucikk fordult meg, amelyek egyéni jellemzőikben jelentősen eltértek, és egy adott termékcikk is hosszútávon különböző csomagolásokban jelent meg. Ezen okok miatt az árucikket árucsoportokba rendeztem terméktípus, gyűjtőcsomagolás valamint méret szerint, így számolva ki a tervezéshez szükséges mértékadó méreteket. Az egységcsomagoló eszköz azonban minden esetben EUR rakodólap volt.

A tejfajtákat és annak összes ízesített és minőségében eltérő változatát alapvetően kétféle gyűjtőcsomagolásban tárolták. A dobozos változatokból zsugorfóliával vagy hullámpapír lemezzel képezték nagyobb egységeket, majd ezeket kötésben egymásra helyezve alakították ki az egységcsomagolást. A dobozok méretei terméktípustól függően változtak, és anyagi minőségük is a készítmény tartóssági idejétől függött. Általában egységcsomagolásban 600-700 dobozt tároltak, magassági méretük körülbelül 1 méter volt. A nem dobozos tej jellegű készítményeket tejipari szállítóládában (8. ábra, 3. táblázat) tárolták. A láda olyan kiképzéssel rendelkezik, hogy az egyik irányba forgatva a másik láda tetején támaszkodik fel, ellenkező irányban pedig behelyezhető az alatta lévőbe, így a göngyölegkezelésnél kevesebb helyre van szükség. [9]



8. ábra: Tejipari láda

Megnevezés	Tejipari láda
Külső méretek (H x Sz x M)	600x400x240 mm
Önsúly	1,85 kg
Alapanyag	HDPE (nagysűrűségű polietilén)
Statikus terhelhetőség	400 kg
Maximális töltési tömeg	30 kg
Egymásra helyezésnél az átfedés	~30 mm
Egymásba helyezésnél a túlnyúló rész	~50 mm

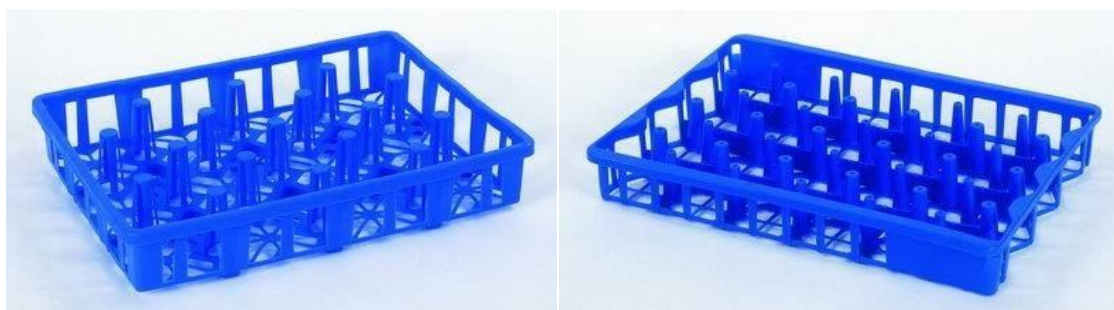
3. táblázat: A tejipari láda jellemző tulajdonságai

Az egyes ládák bruttó tömege meghaladhatja a 20 kg-ot. Mivel az egységgrakományt kézzel állították össze, ezért a ládákat maximum négy szinten helyezték egymásra. Így az egységgrakomány magassági mérete és maximális tömege:

$$\underline{h_{ER}} = 4 \cdot h_{láda} - 3 \cdot h_{átfedés} + h_{rl} = 4 \cdot 240 - 3 \cdot 30 + 144 = \underline{1014mm}$$

$$\underline{m_{ER}} = 4 \cdot 4 \cdot m_{gy} + m_{rl} = 4 \cdot 4 \cdot (30 + 1,85) + 25 = \underline{535kg}$$

A további tejtermékek is több féle gyűjtőcsomagolásban szállították. A poharas árukat (pl.: tejföl, joghurt, kefir) erre kiképezett papír vagy műanyag tálcán (9. ábra, 4. táblázat), a sajtok egy részét és a túrót a fent leírt tejipari ládában, a többi terméket pedig hullámpapírlemez (hpl.) dobozban.



9. ábra: Poharas tejtermék szállító tálcák (12x450 g-os és 24x150g-os)

Típus	12x450 g-os	24x150g-os
Külső méretek (H x Sz x M)	400x300x70 mm	400x300x70 mm
Maximális dobozméret	Ø70-95x130 mm	Ø65 mm
Önsúly	0,24 kg	0,28 kg
Alapanyag	HDPE	HDPE
Statikus terhelhetőség	120 kg	80 kg

4. táblázat: A tejtermék szállító tálcák jellemző tulajdonságai

A nagy poharas termékeket 7 rétegben, a kicsiket 14 rétegben helyezik el a rakodólapon, így az egységtrakományok méretei és tömegei:

$$\underline{\underline{h_{ER}^{nagy}}} = 7 \cdot h_{tálca} + h_{rl} = 7 \cdot 130 + 144 = \underline{\underline{1054mm}}$$

$$\underline{\underline{m_{ER}^{nagy}}} = 8 \cdot 7 \cdot m_{gy} + m_{rl} = 8 \cdot 7 \cdot (12 \cdot 0,45 + 0,24) + 25 = \underline{\underline{340,84kg}}$$

$$\underline{\underline{h_{ER}^{kicsi}}} = 14 \cdot h_{tálca} + h_{rl} = 14 \cdot 70 + 144 = \underline{\underline{1124mm}}$$

$$\underline{\underline{m_{ER}^{kicsi}}} = 8 \cdot 14 \cdot m_{gy} + m_{rl} = 8 \cdot 14 \cdot (24 \cdot 0,15 + 0,28) + 25 = \underline{\underline{459,56kg}}$$

A papírtálcás kiszerezések hasonló méretekkel rendelkeznek, tömegük pedig kisebb.

A feldolgozott húsipari készítményeket szintén hullámpapír dobozban illetve a tejparihoz hasonló, attól kicsit erősebb kivitelű ládában tárolták. Az eltérés annyiban állt, hogy a húsipari súlya 2 kg, illetve a maximális töltési tömege 40kg, így az egységtrakományok maximális tömege is eltérő. [9]

$$\underline{\underline{m_{ER}^{hús}}} = 4 \cdot 4 \cdot m_{gy} + m_{rl} = 4 \cdot 4 \cdot (40 + 2) + 25 = \underline{\underline{697kg}}$$

A zsugorfóliával illetve hullámpapír dobozzal képzett gyűjtőcsomagolásokat változatos méreteik miatt itt nem részletezem. A tárolandó termékek árucsoportokra való bontását, valamint azok mértékadó jellemzőit az 1. melléklet tartalmazza.

A raktárban tárolt tej- és húsipari termékek elhelyezésénél törekedni kell a minél nagyobb fokú elkülönítésre, higiéniai szempontok miatt lehetőleg csak a kiszállítási folyamat előkészítése során kerüljenek egy térbe. A tárolandó áruféleségek körülbelül 60-40%-ban sorolhatóak a tej- illetve húsipari készítmények kategóriájába. Egy árucikkből átlagosan 4-5 egység rakomány tartózkodott egy időben a raktár területén.

3.4 A raktári folyamatok leírása

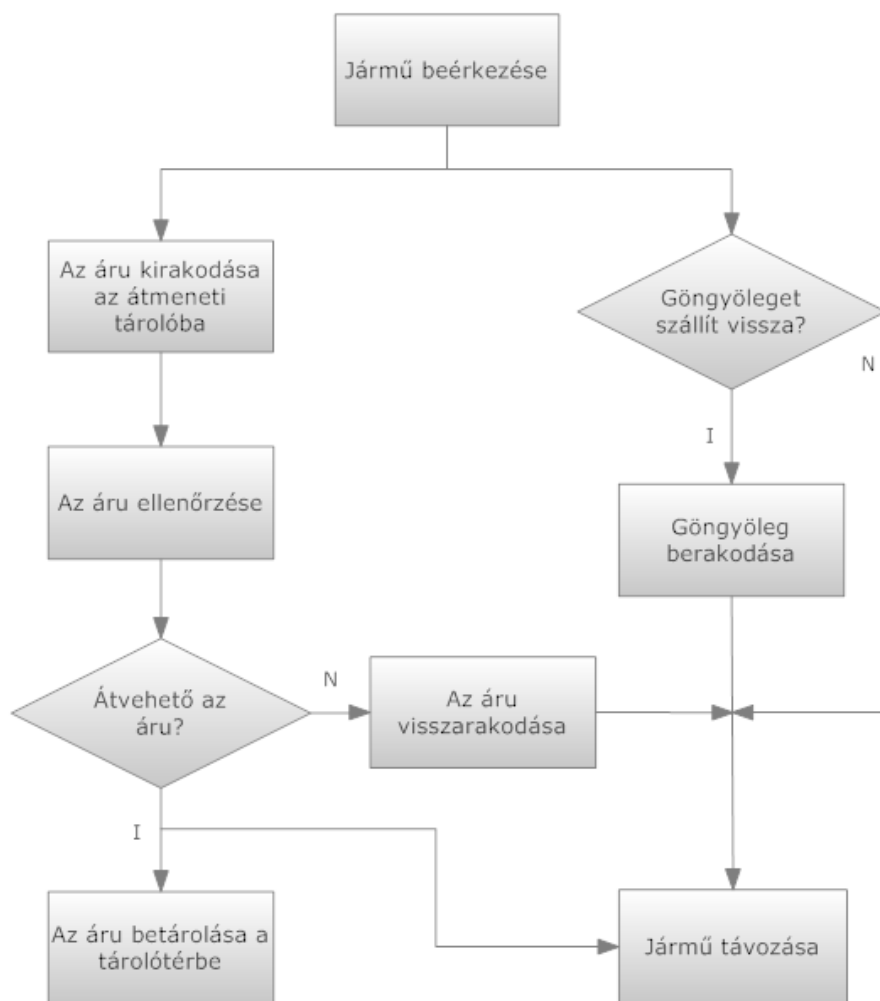
Az áruféleségek minőségi és mennyiségi megőrzésén túl a telephelynek egy árugyűjtő és elosztó szerepkört is el kell látnia. Az egyes beszállítóktól érkező homogén egység rakományokat szükség esetén megbontva a rendelésnek megfelelő inhomogén egységeket kell kiszállítani. Megvalósítandó feladat még az újrafelhasználható eszközök termékáramlással ellentétes irányban történő mozgásának biztosítása, valamint a szállító járművek megfelelő kiszolgálásáról való gondoskodás. A tároláson kívüli raktári feladatokat az alábbiak szerint csoportosítottam:

- A beérkező rakományok átvétele
- Az áru kiszállításra történő előkészítése
- Göngyölegkezelés
- Inhomogén egység rakományok képzése (kommissiózás)

A naponta be- és kiszállított árumennyiség az elosztó központ kapacitásának körülbelül 20%-a volt, így a tárolt árumennyiség 5 nap leforgása alatt kicserélődött. Ennek a forgalomnak a kiszolgálására a telephelyen kétműszakos üzemben dolgoztak. [4]

3.4.1 A beszállítási folyamat ismertetése

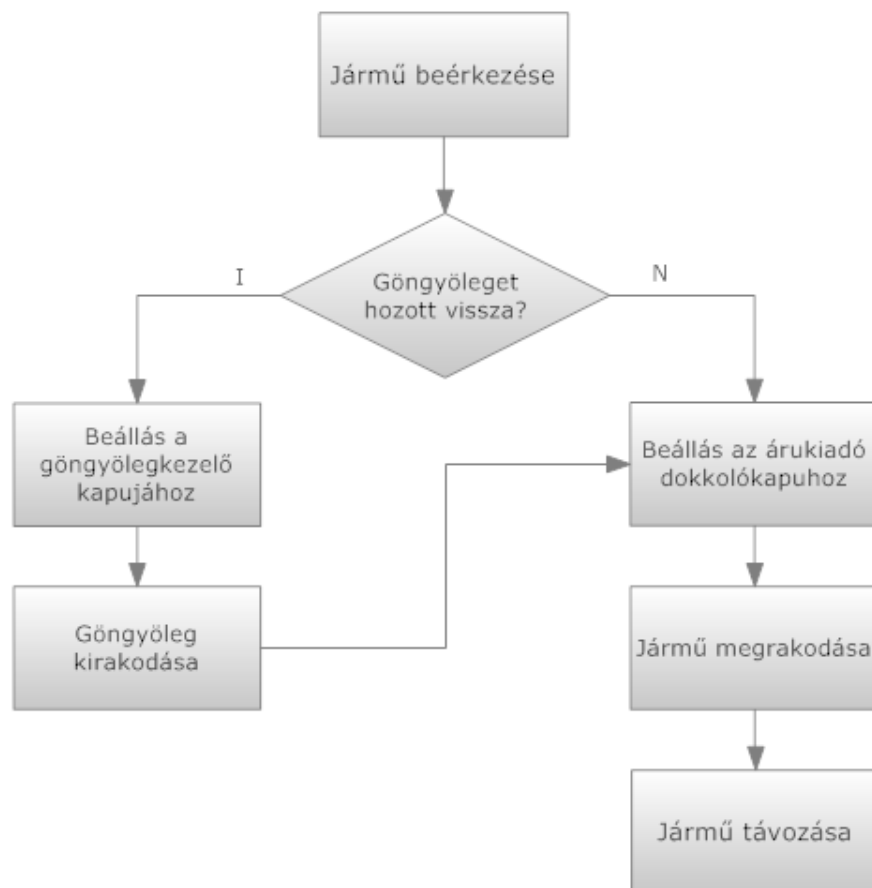
Az árubeszállítást a raktárbázis délkeleti oldalán található négy dokkoló kapun keresztül végzik, a szállító járművek jellemzően 15-20 rakodólap férőhelyes hűtőkocsik. Az érkezést követően a járművezető a beszállítási oldalon elhelyezkedő irodában jelentkezik, ahonnan a megfelelő dokkoló kapuhoz irányítják. A járműveket elektromos működésű homlokvilágítóval rakodják. A beszállított áru először egy ideiglenes tároló helyre kerül, ahol minőségi és mennyiségi ellenőrzésen megy keresztül. Ezt követően lehet az egységcsomagokat a tárolótéren elhelyezett állványokban elhelyezni. Ha az adott beszállítóhoz tartozó göngyöleg van a raktárban, akkor ezek berakodása megtörténik, majd a dokumentum-kezelés befejeztével a jármű elhagyja a telepet. A beszállítás folyamatábrája a 10. ábrán látható.



10. ábra: Az árubeérkezés fizikai folyamatai

3.4.2 Az áru kiszállításra történő előkészítése

A beszállítási folyamathoz hasonlóan a kiszállítás is hűtött tehergépjárművekkel történik, azonban ezek kisebbek, 8-10 rakodólap kapacitásúak. A jármű megérkezése után a forgalomirányító, a megfelelő dokkoló kapuhoz irányítja a járművet. Ha van visszáru, akkor a göngyölegkezelő kapuján át juttatják be a raktárba, ezután állhat át egy az áru-előkészítő térre nyíló dokkolóhoz. Itt az előre elkészített egység rakományokat berakodják a tehergépjárműbe, a beszállítási oldalnál is alkalmazott homlokvillás targoncákkal. A rakodás és a dokumentum-kezelés befejeztével a tehergépjármű elhagyja a raktárbázist. A kiszállítás folyamatábrája a 11. ábrán látható.



11. ábra: A kiszállítás fizikai folyamata

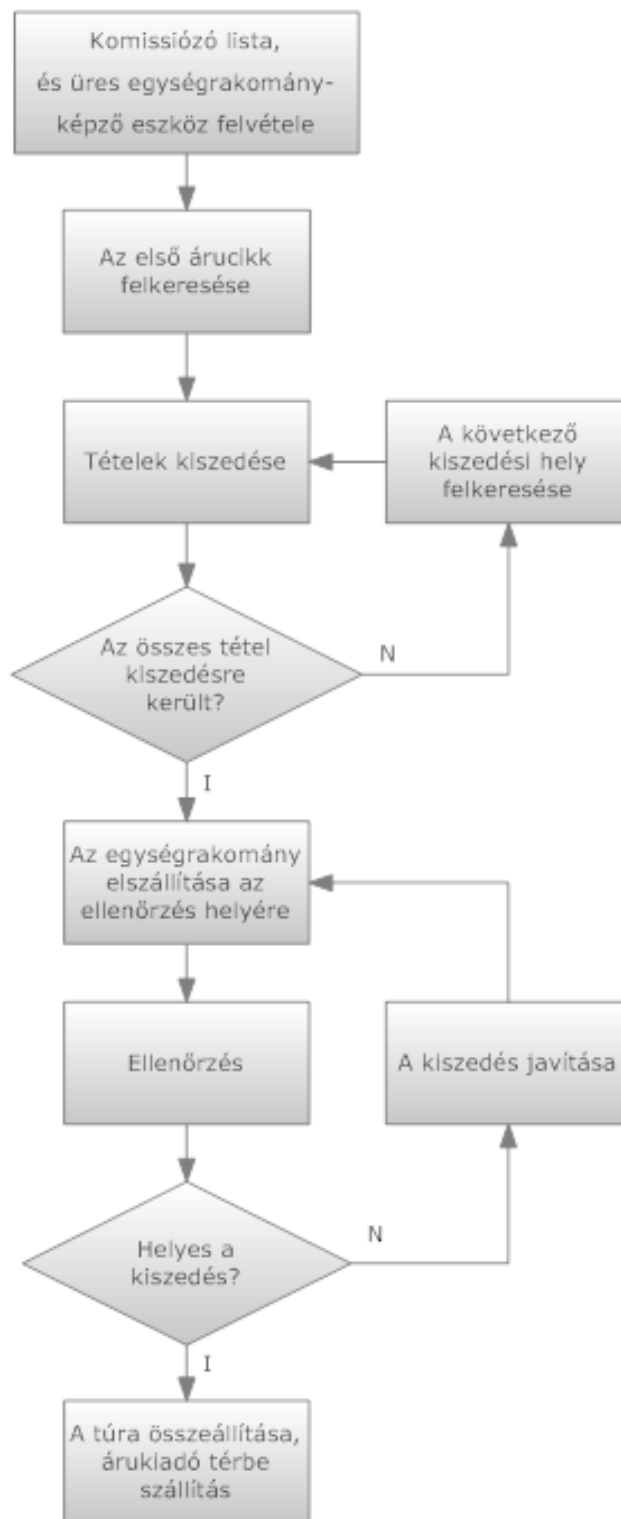
3.4.3 A göngyölegkezelési folyamat

A visszárut a kiszállítási oldalon lévő hét dokkoló kapuból kettőn lehet a raktárépületbe juttatni, melyek a göngyölegkezelő térbe nyílnak. Ezeket higiéniai okok miatt csak tisztítás után szabad a tárolótérbe juttatni. A raktár visszáru fogadó részén elvégzik a megfelelő tisztítási műveleteket, beszállítók szerint szétválogatják a göngyöleget, majd a megfelelő járművekkel visszaküldik a különböző gyártóknak. A saját tárolóládákat a tisztítás után az áru-előkészítő tér erre kijelölt részében helyezik el.

3.4.4 Inhomogén egység rakományok képzése

A veszprémi telephelyről a vállalat leginkább olyan kiskereskedelmi egységeket látott el áruval, melyek nem rendelkeztek külön hűtött raktárral, és az egyes áruféleségekből csak minimális mennyiségeket rendeltek, a telephely tehát ilyen szempontból berraktárként is funkcionált. A megrendelések alapján a kommissiózó munkások kigyűjtötték a megfelelő tételeket, azokból inhomogén egység rakományokat képeztek, majd egy ellenőrzés után az egyes túszervezőknek megfelelően összeállították a kiszállító járművek rakományait, és azokat elhelyezték az árukiadó térben. Ha a rendelésben szereplő tételek a gyűjtőcsomagolásban szereplőnél kisebb mennyiségek voltak, akkor műanyag élelmiszeripari ládába gyűjtötték ki a termékeket. Egy megrendelésen átlagosan 20-25 féle árucikk szerepelt. A kommissiózást az áru-előkészítő térben görgős vagy ferdepolcos előkészítő állványokból kézi kiszedéssel végezték, az inhomogén egység rakományok mozgatására kisemelésű gépi targoncákat alkalmaztak. Az egység rakományok ellenőrzésénél tételenkénti felülvizsgálatot és mérlegelést alkalmaztak a hibásan kiszedett megrendelések kiszűrésére. A kommissiózás folyamatát a 12. ábra szemlélteti.

Az inhomogén egységek mellett néhány ügyfélnek egész rakományokat is kiszállítottak, ezek a forgalom körülbelül egyharmadát tették ki. Ilyen esetben a tárolótérből egyenesen az árukiadó térbe mozgatták az egység rakományokat.



12. ábra: A kommissiózás fizikai folyamata

3.5 A kidolgozandó tervváltozatok rövid leírása

A hagyományos és görgős utántöltős állványok gyakorlati alkalmazásának összehasonlítását úgy végzem el, hogy a kiválasztott vállalat telephelyén mindkét rendszerrel megvalósítom a raktározási feladatot. A soros állványos tárolásnál az eltérő anyagmozgatási technológia miatt egy homlokvillás- és egy felrakótargoncás változatot is kidolgozok. A dolgozatban tárolótér megtervezésén túl a telephelyen a közúti járművek kiszolgálási folyamatait, valamint a kommissiózási és göngyölegkezelési folyamatokat is megtervezem, majd kiszámolva az egyes tervváltozatok jellemző paramétereit egy multikritériumos összehasonlító elemzéssel összevetem a különböző megoldásokat. Így meg lehet állapítani, hogy az adott feladat elvégzésére legjobban melyik állványrendszerrel megvalósított terv alkalmas.

A tervezés során különösen fontos a raktár minél nagyobb térfogat kihasználása, mivel az élelmiszereket hűtött környezetben kell elhelyezni. Így a hasznos belmagasságához kell igazítani a tárolóállványok és az anyagmozgató-gépek paramétereit. Mivel az épület paramétereit adottak, viszont a vizsgálandó raktározási rendszerekben az egységtrakományok fajlagos területigénye igen eltérő lehet, ezért az egyes tervváltozatokban mindig a maximális kapacitás elérésére törekszem, majd az összehasonlításban figyelembe veszem az eltérő tárolási egységek számát.

A tervezés során csak a tárolási, áru-előkészítési és anyagmozgatási alrendszerek kerülnek kialakításra, mivel ezek szükségesek az állványrendszerek összehasonlításához. A további raktározási al- és részrendszerek kidolgozására a dolgozatban nem kerül sor.

4. A görgős utántöltős állványos raktár tervezése

4.1 A tárolótér tervezése

A raktárépület tároló- és áru-előkészítő terének területe megközelítőleg 2500 m². A dokkoló kapuk környezetében azonban a felsőbb szintekre beépített helyiségek lecsökkentik a belmagasságot 3,5 méterre, ezért ezekre a területekre nem érdemes tároló állványokat telepíteni, itt a be- és kiszállítási feladatokra ideiglenes tárolóterei helyezkednek majd el. A fennmaradó rész összesen körülbelül 2050 m², ezen a területen az épület 8,6 méter magasságban kihasználható, így a tárolóteret itt alakítom ki.

4.1.1 A tárolható egységgrakományok számának becslése

A raktár berendezési tervének elkészítéséhez először a tárolóállványok és az azokban elhelyezhető egységgrakományok számát kell meghatározni. Az állványrendszer méreteit döntően befolyásolja az egy csatornában elhelyezkedő egységgrakományok száma. Az tárolási rendszerek bemutatásakor kifejtettem, hogy ennek az értéknek 4 és 10 között kell lennie. Figyelembe véve az áruösszetétel inhomogenitását, valamint azt, hogy az azonos termékből tárolt egységgrakományok száma átlagosan 5 darab, a tárolócsatornákat erre az értékre méretezem. Az állványtípus kiválasztása során, a tárolandó áru tulajdonságait figyelembe véve, választásom a Meta raktárrendszerek Multiline típusú rakodólapos, görgős utántöltős állványaira esett. A tároló rendszer főbb tulajdonságai az 5. táblázatban olvashatóak.

Állványrendszer neve	Meta Multiline	
Teljes hossz	l_a (mm)	6400
Egy tárolócsatorna szélessége	b_{cs} (mm)	1150
Egy tárolócsatornában elhelyezhető egységtrakományok száma	i (db)	5
Görgős pálya lejtése	a (%)	~ 4
Görgős pálya vastagsága	h_g (mm)	80
Görgők méretei	$d_g \times l_g$ (mm)	Ø60 x 872
Görgők tengelytávolsága	t_g (mm)	150
Egy görgő terhelhetősége	Q_g (kg)	240
Alsó tároló szint magassága	h_{asz} (mm)	150
Függőleges irányú légrés	h_l (mm)	120
Állványlábak modulmérete	h_{mod} (mm)	50

5. táblázat: A görgős utántöltős állványrendszer főbb jellemzői [7]

A raktárban azonban a tárolási rendszeren kívül a kommissiózási, árufogadási és kiadási folyamatoknak valamint az anyagmozgató-gépek közlekedőútjainak is megfelelő nagyságú helyet kell biztosítani. A raktári folyamatok kiszolgálására elektromos üzemű nagyemelésű gépi targoncákat (NGT) alkalmazok, melyek emelési magassága megfelelően nagy, hogy a belmagasságot teljes mértékben ki lehessen használni. A targoncák emelési magassága az alaptípusok esetében nem éri el a jelen körülmények között megkívánt értéket, így speciális oszloppal szerelt változatokat kell keresni. Több targoncagyártó termékeit megvizsgálva választásom a Still vállalat RX 20-15 típusú termékeire esett, melyek a legjobban megfeleltek a követelményeknek. A raktárban egy adott típus kétféle változatát fogom alkalmazni. A nagyobb emelési magasságú, „háromszoros” emelőoszloposat (NGT-H) az állványrendszer kiszolgálására, a kisebb, ún. „Niho” oszloposat (NGT-N) pedig a szállító járművek rakodására. A kétféle feladatkört azért kell különválasztani, mert a háromszoros emelőoszlopos szerkezeti magassága nem teszi lehetővé a tehergépkocsikba való behaladást, a Niho oszloposnak viszont nem kellően nagy az emelési magassága az állványok kiszolgálásához.

A targoncák főbb paramétereit a 6. táblázat foglalja össze, alaptípusának kivitele a 13. ábrán látható.

Típus		Still RX 20-15 „Háromszoros”	Still RX 20-15 „Niho”
Teherbírás	Q (kg)	1500	1500
Szerkezeti magasság	h_1 (mm)	3210	2460
Teljes szélesség	b_1 (mm)	1188	1099
Teljes hossz	l_1 (mm)	2683	2683
Szabademelési magasság	h_2 (mm)	2580	1830
Emelési magasság	h_3 (mm)	7870	3975
Kiszolgáló út szélessége	A_{st} (mm)	3353	3333
Saját tömeg	m (kg)	2824	2744
Tengelyterhelés teherrel (elől/hátul)	m_e/m_h (kg)	3743/513	3683/502

6. táblázat: A targoncák főbb adatai [8]



13. ábra: Still RX 20-15 elektromos üzemű homlokvillás targonca

Az anyagmozgató-gép valamint az állványrendszer paramétereinek ismeretében már megbecsülhető a tárolható egységgrakományok száma. Az egymás felett elhelyezkedő tárolócsatornák számának meghatározásához először a tárolási egységek átlagos magasságát határozom meg.

$$\overline{h_{ER}} = \frac{\sum h_{ERi} \cdot n_i}{\sum n_i} \cong \underline{\underline{1028mm}}$$

ahol n az árucikkek száma

h_{ERi} az egyes árucsoportok mértékadó magassága

n_i az árucsoportokhoz tartozó termékek száma

A tárolócsatornák magassága (h_{tcs}) és az egymás felett elhelyezhető egységgrakományok száma (N_y) figyelembe véve az állványok feletti tűzrendészeti távolságot (h_{bikt}), valamint a betárolási oldalon a lejtős pályakialakítás miatti magasságkülönbség (h_{em}) modulméretre kerekített értékét:

$$\underline{\underline{h_{em}}} = l_a \cdot a = 6400 \cdot 0,04 = 256mm \cong \underline{\underline{250mm}}$$

$$\underline{\underline{h_{tcs}}} = \left[\frac{\overline{h_{ER}} + h_l + h_g}{h_{mod}} + 0,99 \right]_{INT} \cdot h_{mod} = \left[\frac{1028 + 120 + 80}{50} + 0,99 \right]_{INT} \cdot 50 =$$

$$= \underline{\underline{1250mm}}$$

$$\underline{\underline{N_y}} = \frac{h_{\text{épület}} - h_{asz} - h_{bikt} - h_{em}}{h_{tcs}} = \left[\frac{8600 - 150 - 500 - 250}{1250} \right]_{INT} = \underline{\underline{6db}}$$

A tároló- illetve az áru-előkészítő tér területigényét körülbelül 50-50%-ra becsülöm, így a tárolási rendszer számára 1025 m² marad. Egy egységgrakomány fajlagos területigényét az állványrendszer és a közlekedő folyosó ($b_f = A_{st}$) méreteiből meghatározva:

$$\underline{\underline{T_{ER}}} = \frac{(l_a + 2 \cdot b_f) \cdot b_{cs}}{i \cdot 1000000} = \frac{(6400 + 2 \cdot 3353) \cdot 1050}{5 \cdot 1000000} = \underline{\underline{2,75m^2}}$$

A várható tárolókapacitás, és kiszolgálásához szükséges állványok száma:

$$\underline{N_{várható}} = \left[\frac{T_{tárolótér}}{T_{ER}} \right]_{INT} \cdot N_y = \left[\frac{1025}{2,75} \right]_{INT} \cdot 6 = \underline{2232 db}$$

$$\underline{N_{állvány}} = \left[\frac{N_{várható}}{i \cdot N_y} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{2232}{5 \cdot 6} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{75 db}$$

A görgős pályák terheltségének ellenőrzésére az egy egységakományt alátámasztó görgők számát meg kell szorozni azok teherbírásával.

$$\underline{n_{görgő}} = \left[\frac{l_{ER}}{t_g} \right]_{INT} = \left[\frac{1200}{150} \right]_{INT} = \underline{8 db}$$

$$\underline{Q_{pálya}} = Q_{görgő} \cdot n_{görgő} = 240 \cdot 8 = \underline{1920 kg}$$

Mivel a legnehezebb egységakomány tömege sem haladja meg az 1000 kg-ot ezért a pálya teherbírása megfelelő.

4.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének meghatározása

A végleges kialakítás során a tej-, és húsipari termékek elkülönítése végett a 75 db állványegységet 60-40% arányban felosztva kell elrendezni. Valamint mivel a tároló- és áru-előkészítő tér területe körülbelül 2500 m², ami meghaladja az 1000-1500 m²-es tűzrendészeti okok miatt előírt maximális értéket, ezért a raktárba mindenképp be kell építeni egy tűzfalat. Az terméktípusok elválasztását ezzel a fallal biztosítom.

Az állványokat a raktárépületen belül hossz-, illetve keresztirányban is el lehet helyezni, azonban az anyagáramlással megegyező irányú elrendezés esetében kevesebb árumozgatásra van szükség, hiszen az egységakományok az utántöltős állványokban tárolás közben is végeznek helyváltoztatást, így keresztirányú áruelrendezést alkalmazok.

Az épületszerkezetbe történő beillesztés során összesen 85 darab állványt sikerült elhelyezni, melyeket két sorban rendeztem el. A raktárban a hosszirányú folyosók 3400 mm, a keresztirányúak, amelyek az anyagáramlás irányával párhuzamosan helyezkednek el, 3600 illetve 3650 mm szélesek, tehát megfelelnek az anyagmozgató gépek közlekedési út igényeinek. A várt és megvalósított tárolási helyek száma közötti különbséget a párhuzamos állványsorok közös kiszolgálóútjai miatti terület-megtakarítás eredményezte. A tároló rendszerből 50 egységet a tejipari, 35-öt a húsipari oldalon sikerült kialakítani, így a kapacitások megoszlása 59-41%, ami közelítőleg megfelel az áruféleségek mennyiségeinek. A tárolócsatornák függőleges irányú méreteit az árucsoportok magasságai alapján véglegesítem. Az egységakományok magasságaihoz először a légrést valamint a görgős pálya függőleges irányú méretét hozzáadom, majd a modulméretnek megfelelő értékre kerekítem fel (7. táblázat).

Ács. megnev.	Egységakomány magassága (mm)	Állványcsatorna min. magassága (mm)	Osztályköz (mm)	n (db)
T01	994	1200	1250	31
T02	1144	1350	1400	28
T03	1014	1250	1250	24
T11	1198	1400	1400	21
T12	1198	1400	1400	17
T13	1014	1250	1250	10
T14	894	1100	1100	12
T15	1144	1350	1400	8
T16	844	1050	1100	9
T17	1014	1250	1250	5
H01	744	1100	1100	16
H02	894	1100	1100	27
H03	1144	1400	1400	24
H04	1014	1250	1250	28

7. táblázat: Az árucsoportok osztályközökbe sorolása (utántöltős állvány esetén)

Az árucsoportok magasságai alapján egyenlő különbségekkel 3 osztályközöt alakított ki. Az állványokat csatornamagasság szerint vízszintes irányban inhomogenizálom, mivel a legmagasabb rekeszmérettel nem lehetne 6 szint magasan tárolni, valamint így azonos típusú állványlétrákkal fel lehet építeni az állványrendszert, ami a kivitelezés szempontjából előnyösebb. A két tárolótér részben osztályközönként kialakítandó szintek számát a 8. táblázat tartalmazza.

osztályköz	Tej- és termékek			Húskészítmények		
	n (db)	n (%)	szintek száma (db)	n (db)	n (%)	szintek száma (db)
$h \leq 1100$ mm	21	12,73	1	43	45,26	2
$1100 < h \leq 1250$	70	42,42	2	28	29,47	2
$1250 < h \leq 1400$	74	44,85	3	24	25,26	2
Σ	158	100	6	102	100	6

8. táblázat: A tárolószintek osztályközök szerinti felosztása
(utántöltős állvány esetén)

A fentiek alapján a magasabb állványok a tejipari raktárrészen helyezkednek, el így itt számolom ki a legfelső egységgrakomány felső élének magasságát (h_t), figyelembe véve, hogy a legfelső szintnél már nem kell a légréssel számolni, valamint az alsó tárolási szint magassága már magában foglal egy görgős pályát.

$$\begin{aligned} \underline{h_t} &= 2 \cdot h_{1400} + 2 \cdot h_{1250} + h_{1100} + h_{asz} + h_{em} + h_{ER}^{\max} = \\ &= 2 \cdot 1400 + 2 \cdot 1250 + 1100 + 150 + 250 + 1198 = \underline{\underline{7998\text{mm}}} \end{aligned}$$

Így tehát 602 mm tűzrendészeti biztonsági magasság marad a legfelső egységgrakomány felett, ami megfelel az előírásoknak.

A különböző szintek egymáshoz viszonyított helyzetének kialakításakor ügyelni kell, hogy a nagyobb tömegű egységtrakományok kerüljenek az alsóbb tárolószintekre. Viszont az állványok kiszolgálása során előnyös, ha a magasabbak kerülnek felülre, mivel ilyenkor a targoncával alacsonyabb magasságra kell emelni a tárolási egységeket. Ez a két szempont általában ellentmond egymásnak, és biztonsági okok miatt, az elsőt szokták előnyben részesíteni. Jelen raktár esetében is ennek megfelelően alakítom ki a végső elrendezést, azzal a kivétellel, hogy egy 1400 mm-es csatornát a legfelső tárolószintre tervezek, mivel a T11 és T12 árucsoportok egységtrakományai (poharas kivitelű tejtermékek) a többihez viszonyítva kisebb tömegűek, és mennyiségük meghaladja egy szint tárhely-kapacitását. A többi árucsoportban jellemzően a magasabb termékek egyúttal nagyobb tömegűek is, így a szintek sorrendje a talajtól számítva: 2x1400, 2x1250, 1100, 1400. A görgős pályákat tartó állványlétra magasságát katalógusmértékek alapján a 7700 mm-re választom, így a legfelső görgősor szintje fölé ér. Teherbírása ekkora rekeszmagasságnál körülbelül 12000 kg. Az egy állványcsatornában elhelyezkedő egységtrakományok mezőterhelése a legnehezebb egységtrakomány tömegével számolva:

$$\underline{m_{mt}} = \max(m_{ER}) \cdot N_y \cdot i = 780 \cdot 6 \cdot 5 = \underline{23400kg}$$

Így a mezőnként létesített 3 darab állványlétra teherbírása elegendően nagy biztonsági tényezővel rendelkezik.

Az árucsoportok tárolási helyét a készletek pontos forgási sebességeinek ismeretében lehetne meghatározni, azonban ezeknek az adatoknak a hiányában, valamint figyelembe véve, hogy a raktár átmenő elrendezésű - így a mozgatási távolságokat a pontos tárolóhely ismerete nagymértékben nem befolyásolja - nem jelölöm ki azokat. A tárolótér pontos elrendezése, és keresztmetszeti méretei az 5. mellékletben található.

4.2 Az áru-előkészítő tér tervezése

A raktár e részén helyezkednek el a kommissiózási, áruellenőrzési és göngyölegkezelési területek, a be- és kiszállítási folyamatok ideiglenes tárolóhelyei valamint itt kell kialakítani az anyagmozgató gépek számára a töltőhelyiséget.

4.2.1 A kommissiózási terület kialakítása

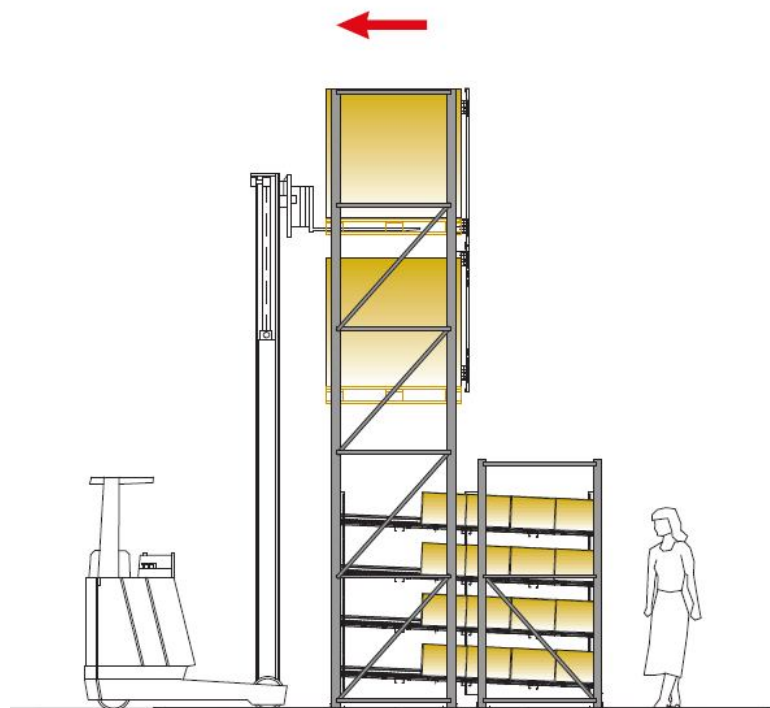
Az árukiszedési folyamatot helytakarékosági okok miatt szintén állványos rendszerrel alakítom ki. Erre a célra görgős és ferdepolcos kommissiózó állványokat alkalmazok, melyek működési elve hasonló a tárolótéri rendszerhez, azonban felépítésük tárolóládák és dobozok kiszolgálására van méretezve. Az állványokat a legnagyobb gyűjtőcsomagolások (tej- és húsipari ládák) méretéhez igazítva alakítom ki. Így az összes termék kiszolgálására alkalmas lesz ugyanaz az állványösszeállítás, és így nem szükséges fix tárolóhely rendszert kialakítani, valamint a termékpaletta változása esetén is alkalmazható marad. A kommissiózó állvány mélységét úgy igazítom, hogy az egységtrakományból egy egész szint beférjen egy csatornába.

A megbontott tárolási egységeket a görgős utántöltős állványokba nem szabad visszahelyezni, mivel a FIFO elv szerinti tárolást ezzel megsértenénk. Az áru-előkészítő téren ezért hagyományos soros állványokat is fel kell építeni a megbontott egységtrakományok tárolására. Ezek egy része teljesen önálló, bizonyos hányadukat azonban be lehet illeszteni a kommissiózó állványokba, mivel azok is a soros rendszerek elemeiből épülnek fel lejtős pályákkal kiegészítve.

A kommissiózó és soros állványokat az átfutókhöz hasonlóan a Meta állványrendszerek közül választottam ki, figyelembe véve a tárolandó árukészlet tulajdonságait. Főbb paramétereiket a 9. táblázat tartalmazza, kialakításukat a 14. ábra szemlélteti.

Állványrendszer típusa		Kommissiózó	Soros
Állványmező hossza	l_a (mm)	2900	
Állványmező mélysége	b_a (mm)	2460	1250
Hossztartó húsvastagsága	h_h (mm)	-	100
Kommissiózó pálya vastagsága	h_g (mm)	40	-
Kommissiózó pálya lejtése	a (%)	~14	-
Alsó tároló szint magassága	h_{asz} (mm)	100	0
Függőleges irányú légrés	h_l (mm)	200	120
Állványlábak modulmérete	h_{mod} (mm)	50	
Egy rekeszben lévő egységtrakományok száma	R (db)	-	3
Egy tárolócsatorna szélessége	b_{cs} (mm)	450	-
Egy csatornában elhelyezhető tárolóládák száma	i (db)	4	-

9. táblázat: Az áru-előkészítő térben alkalmazott állványok [7]



14. ábra: A kommissiózó állvány kialakítása

A kommissiózó állványban elhelyezhető szintek számát a legnagyobb gyűjtőcsomagolás az élelmiszeripari ládák alapján határozom meg, valamint figyelembe veszem, hogy a kézi anyagmozgatással még kezelhető magasság 2 méter.

$$\underline{\underline{h_{cs}^{kom}}} = \left[\frac{h_{láda} + h_l + h_g}{h_{mod}} + 0,99 \right]_{INT} \cdot h_{mod} = \left[\frac{240 + 150 + 40}{50} + 0,99 \right]_{INT} \cdot 50 = \underline{\underline{450mm}}$$

$$\underline{\underline{N_y^{kom}}} = \left[\frac{h_{max} - h_{asz}}{h_{cs}^{kom}} \right]_{INT} = \left[\frac{2000 - 100}{450} \right]_{INT} = \underline{\underline{4db}}$$

Egy kommissiózó állványban egymás mellett 6 db csatorna alakítható ki, ez 4 szinttel számolva 24 féle árucikket jelent. Így a két raktárrészben elhelyezendő előkészítő állványok száma:

$$\underline{\underline{N_{ká}^{tej}}} = \left[\frac{\sum n_i^{tej}}{n_{ká}} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{165}{24} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{7db}}$$

$$\underline{\underline{N_{ká}^{hús}}} = \left[\frac{\sum n_i^{hús}}{n_{ká}} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{95}{24} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{4db}}$$

Az áru-előkészítő téren elhelyezett soros állványok rekeszmagasságát a könnyebb kezelhetőség érdekében a legnagyobb egység rakomány méretéhez igazítva alakítom ki, ennek megfelelően számolom ki az egymás fölött elhelyezhető tárolási egységek számát.

$$\underline{\underline{h_r}} = \left[\frac{h_{ER}^{max} + h_l + h_h}{h_{mod}} + 0,99 \right]_{INT} \cdot h_{mod} = \left[\frac{1198 + 120 + 100}{50} + 0,99 \right]_{INT} \cdot 50 =$$

$$= \underline{\underline{1450mm}}$$

$$\underline{\underline{N_y}} = \frac{h_{épület} - h_{bikt}}{h_r} = \left[\frac{8600 - 500}{1450} \right]_{INT} = \underline{\underline{5db}}$$

A kommissiózó állványok felett kialakítható tárolószintek számának kiszámítása:

$$\begin{aligned} \underline{h_{em}} &= l_a \cdot a = 2460 \cdot 0,14 = 344,4 \text{ mm} \approx \underline{\underline{350 \text{ mm}}} \\ \underline{h_{kom}^{teljes}} &= N_y^{kom} \cdot h_{cs}^{kom} + h_{asz} + h_{em} = 4 \cdot 450 + 100 + 350 = \underline{\underline{2250 \text{ mm}}} \\ \underline{N_y^{ER}} &= \left[\frac{h_{\text{épület}} - h_{\text{bizi}} - h_{kom}^{teljes} - h_{\text{elválasztó}}}{h_r} \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{8600 - 500 - 2250 - 250}{1450} \right]_{INT} = \underline{\underline{3db}} \end{aligned}$$

Az áru-előkészítő téren összesen 394 egységtrakomány tárolására alkalmas szabad kapacitás létesítettem, 268-at a tejipari, 126-ot a húsipari oldalon. Így a megbontott egységtrakományok közül minden árucikknek van legalább egy tárolóhely fenntartva. Ezekkel az állványokkal a raktár kapacitása 2944 tárolási egységre nőtt.

4.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása

A beérkező homogén egységtrakományokat betárolás előtt átvétel és áruellenőrzés céljából először állvány nélkül, tömbösen helyezik el a beszállítási oldalon lévő dokkoló kapuk környezetében. A beszállított egységeket két rétegben lehet halmazolni. A forgalom intenzitásának megfelelően a napi beszállítást a tárolókapacitás 20%-ának veszem (N_{forg}). Egy tehergépjármű rakodásának időszükséglete maximum fél óra, a járművek érkezésének egyenetlensége miatt négy jármű kiszolgálására biztosítok ideiglenes tárolóhelyet.

$$\underline{\underline{N_{\text{besz}}^{id.}}} = \frac{N_{\text{forg}}}{n_m \cdot t_m} \cdot n_{\text{jármű}} \cdot t_{\text{átvétel}} = \frac{589}{2 \cdot 8} \cdot 4 \cdot 0,5 \cong \underline{\underline{74db}}$$

Az árufogadó téren összesen 80 egységtrakomány ideiglenes tárolására biztosítottam helyet, figyelembe véve, hogy 2 rétegben halmazolhatóak.

A kigyűjtött rendelések először egy áruellenőrzésen mennek keresztül, erre a feladatra a kommissiózó állványok mellett hagytam szabad területet. Itt állítják össze az egyes túrákhoz tartozó egységtrakományokat is, és elhelyezik őket az árukiadó térben. A kiszállítási mennyiség körülbelül megegyezik a beszállításival, azonban inhomogén összetételük miatt csak egy rétegben tárolhatóak. A várhatóan 74 egységtrakomány számára 78 rakodóhelyet biztosítottam.

4.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása

A visszáru fogadására a kiszállítási oldalon két dokkoló kapu áll rendelkezésre, melyek a göngyölegkezelő térbe nyílnak. A mosási művelet után a tiszta tárolóládákat és tálcákat egymásba helyezve tárolják. A kézi anyagmozgatással kezelhető maximum két méteres egységtrakomány magasságot figyelembe véve az egymásba helyezhető ládák és tálcák száma:

$$\underline{\underline{N_{láda}}} = \left[\frac{h_{\max} - h_{RL} - h_{láda}}{h_{\text{tly}}} \right]_{INT} + 1 = \left[\frac{2000 - 144 - 240}{50} \right]_{INT} + 1 = \underline{\underline{33db}}$$

$$\underline{\underline{N_{tálca}}} = \left[\frac{h_{\max} - h_{RL}}{h_{tálca}} \right]_{INT} = \left[\frac{2000 - 144}{70} \right]_{INT} = \underline{\underline{26db}}$$

A göngyöleg mennyiségének kiszámításánál figyelembe kell venni a beszállítóktól származókat és a saját tulajdonúakat is. A kiskereskedelmi egységeknek kiszállított árumennyiség az összforgalom körülbelül kétharmada. Ezeket a raktárbázis saját élelmiszeripari ládáiban szállították ki. Másfelől a gyártók göngyölegei a kommissiózó állványokból származnak. Az árucsoportok gyűjtőcsomagolása szerint 67 darab műanyag ládás, 38 darab pedig tálcás, aminek körülbelül a fele szintén műanyag. A ládákból 16 darab van egy egységtrakományban, a tálcákból pedig típustól függően 56 vagy 112 darab.

Így a keletkező göngyöleg mennyisége:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{saját}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{2}{3} = 589 \cdot 8 \cdot \frac{2}{3} = \underline{\underline{3141db}}$$

$$\underline{\underline{n_{láda}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{67}{260} = 589 \cdot 16 \cdot \frac{67}{260} = \underline{\underline{2428db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot \overline{n_{tálca}^{ER}} \cdot \frac{19}{260} = 589 \cdot \left(\frac{56+112}{2} \right) \cdot \frac{19}{260} = \underline{\underline{3615db}}$$

A göngyölegekből képzett egységtrakományok száma, figyelembe véve, hogy a ládákból 4, a tálcákból pedig 8 darab tárolható egy rétegben a rakodólapon:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{ER}}} = \left[\frac{n_{láda}^{saját} + n_{láda}^{gyártó}}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{3141 + 2428}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{43db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{ER}}} = \left[\frac{n_{tálca}^{gyártó}}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{3615}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{18db}}$$

A különböző visszárakat a későbbi felhasználásuknak megfelelően a göngyölegkezelőben, a kommissiózó területen, illetve a szállításra előkészítve az árufogadó téren helyeztem el.

A raktár áru-előkészítő térének kialakítása az 5. mellékleten látható.

4.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése

A raktár folyamatainak kiszolgálása szakaszos üzemű, arra nagy- és kisemelésű gépi targoncákat (NGT, KGT), valamint kézi (K) anyagmozgatást alkalmaznak. A szállítójárművek rakodására a kisebb emelési magasságú Niho oszlopos targoncákat, az állványrendszer kiszolgálására pedig a háromszoros emelőoszloppal rendelkezőket alkalmazom. A komissiózási és göngyölegkezelési feladatokat kézi anyagmozgatással és a kisemelésű gépi targoncákkal végzik.

Az anyagmozgató gépek és a dolgozók számát az egyes műveletek elvégzéséhez szükséges ciklusidők alapján fogom meghatározni, melyeket az anyagmozgatás időszükségletének meghatározása szolgáló (AIM) táblázatban található időállandók alapján számolok. Az egyes folyamatoknak először az alapidejét határozom meg, majd a környezeti és pihenési tényezőket figyelembe véve a tervezett ciklusidőket. A különböző folyamatok anyagáramlási intenzitása alapján meghatározható az elvégzésükhöz szükséges összes idő. A műszakok száma és hossza alapján kiszámítható az egyes gépek és dolgozók a produktív időalapja, és meghatározható az adott művelet elvégzéséhez szükséges számuk. [3]

A különböző folyamatokat és a hozzájuk tartozó időigényeket a 10. táblázat tartalmazza. Az műveletekhez tartozó részletes számítások a 2. mellékletben található.

Ssz.	Folyamat megnevezése	Any. mozg. eszköze	Időszüks. (h)
R1-1	Beszállító járművek kirakodása	NGT (N)	18,18
R1-2	Betárolás az ideiglenes tárolóból a tárolóterre	NGT (H)	27,94
R1-3	Kitárolás a tárolóteréből az árukiadó térbe	NGT (H)	9,54
R1-4	Kitárolás a tárolóteréből a kommissiózó térbe	NGT (H)	14,76
R1-5	A kommissiózó tér és a soros állványok közötti árumozgatás	NGT (H)	24,38
R1-6	A kiszállító járművek megrakodása	NGT (N)	16,31
R1-7	Göngyöleg kirakodása a járművekből	KGT	1,03
R1-8	Göngyölegkezelés	KGT	2,29
R1-9	Kommissiózás közbeni anyagmozgatás	KGT	88,09
R1-10	Kitárolás az árukiadó térbe a kommissiózás után	KGT	13,41
R1-11	Kommissiózás	K	42,25

10. táblázat: A raktári folyamatok időszükségletei

A nagyemelésű gépi targoncák szükséges darabszáma, figyelembe véve a tervszerű megelőző karbantartást (η_{tmk}), a zavar- és egyéb pótlék tényezőket (η_{zavar} , $\eta_{egyéb}$) :

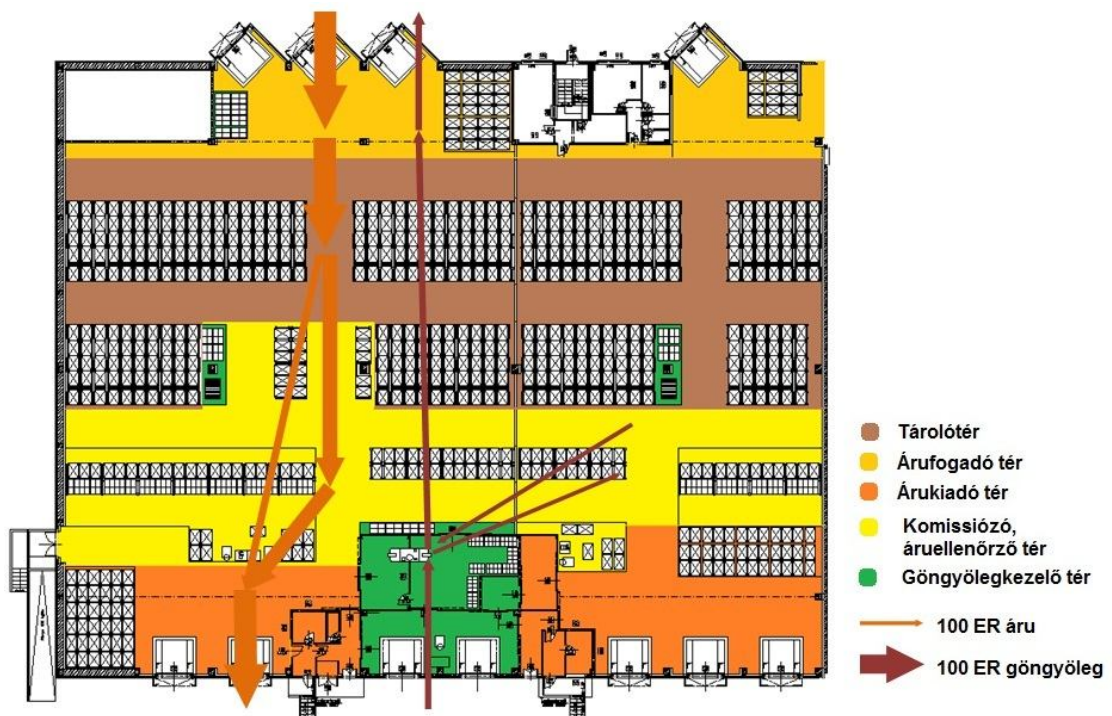
$$\begin{aligned} \underline{\underline{N_{NGT}^N}} &= \left[\frac{\sum T_{NGT}^N}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{zavar} \cdot \eta_{egyéb}} + 0,99 \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{34,49}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{3db}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{N_{NGT}^H}} &= \left[\frac{\sum T_{NGT}^H}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{zavar} \cdot \eta_{egyéb}} + 0,99 \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{76,62}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{6db}} \end{aligned}$$

A raktári alkalmazottak számát a kisemelésű gépi targoncás és kézi anyagmozgatási folyamatok időigényeiből számolom. A 8 órás műszakokban a produktív időalapot 7 órára becsülöm.

$$\underline{\underline{N_A}} = \left[\frac{\sum T_{KGT} + \sum T_K}{T_p \cdot n_m} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{147,07}{7 \cdot 2} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{11fő}}$$

Az áruellenőrzéssel foglalkozó alkalmazottak számát a beszállítási oldalon 2, a kommissiózásnál 3 főben határozom meg, targoncánként pedig egy kezelővel számolok. Tehát műszakonként 25 főre és az anyagmozgatási feladatokat végző alkalmazottak számára 11 kisemelésű gépi targoncára van szükség. A göngyölegtisztítási az adminisztrációs tevékenységeket végző dolgozók számát a folyamatok pontos ismeretének hiányában nem becsülöm meg. A targoncák töltésére a raktár beszállítási oldalán, egy a hűtött területen kívül eső teremben biztosítottam helyet. A raktár funkcionálisan elkülönülő területeit, és a köztük lévő anyagáramlási intenzitásokat a 15. ábra szemlélteti.



15. ábra: Az utántöltős állványos raktár funkcionális területei és anyagáramlása

4.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása

A raktártervezés végén meghatározom a tervezett rendszer fontosabb mutatószámait, hogy megállapítsuk a raktározás hatékonyságát illetve, hogy a raktártervet össze lehessen hasonlítani más tervváltozatokkal. [4]

- Teljes raktárkapacitás: 2944 egység rakomány
- Szükséges alkalmazottak száma: 25 fő/műszak
- Szükséges anyagmozgató gépek száma: 6 db NGT (H)
3 db NGT (N)
11 db KGT
- Beruházási költség becslése az állványrendszer és az anyagmozgató gépek hozzávetőleges beruházási költségei alapján:

$$\underline{C} = C_{\text{állvány}} + C_{\text{amg}} \cong 86.000.000 + 52.200.000 = \underline{\underline{138.200.000 Ft}}$$

- Raktárterület kihasználási tényező: a tárolótér hasznos, áruval fedett alapterületének és a raktár teljes alapterületének aránya:

$$\underline{\alpha} = \frac{a_h}{a_\delta} = \frac{650}{2493} = 0,261 = \underline{\underline{26,1\%}}$$

- Magasság kihasználási tényező: a tárolási magasság és a hasznosítható belmagasság aránya:

$$\underline{\alpha}_m = \frac{h_t}{h} = \frac{7998}{8600} = 0,930 = \underline{\underline{93\%}}$$

- Raktártérfogat kihasználási tényező: az állványok összes térfogatának és a raktártérfogat aránya:

$$\underline{\alpha}_v = \frac{V_a}{V_R} = \frac{5151}{18778} = 0,274 = \underline{\underline{27,4\%}}$$

5. A normál folyosós soros állványos raktár tervezése

5.1 A tárolótér tervezése

Az utántöltős állványos raktártervhez hasonlóan a raktárnak most is csak a nagy belmagasságú területét érdemes a tárolótér kialakítására felhasználni. Ennél a raktártervénél az előzőekben bemutatott, ott a kommissiózás közbeni ideiglenes tárolásra alkalmazott soros állványokból építem fel az egész tárolóteret. A raktár anyagmozgató gépei is ugyanolyan típusúak maradnak, ezzel elősegítve, hogy valóban az állványtípusok közötti különbség határozza meg a tervváltozatok különbségeit.

5.1.1 A tárolható egységgrakományok számának becslése

A raktárkapacitás becsléséhez először az egymás felett elhelyezhető állványrekeszek számát (N_y) határozom meg. Az anyagmozgató gépnek nincs alsó holttere, így a legalsó egységgrakomány a raktár talajszintjén helyezkedik el.

$$\underline{h_r} = \left[\frac{\overline{h_{ER}} + h_l + h_h}{h_{\text{mod}}} + 0,99 \right]_{INT} \cdot h_{\text{mod}} = \left[\frac{1028 + 120 + 100}{50} + 0,99 \right]_{INT} \cdot 50 =$$
$$= \underline{1250mm}$$

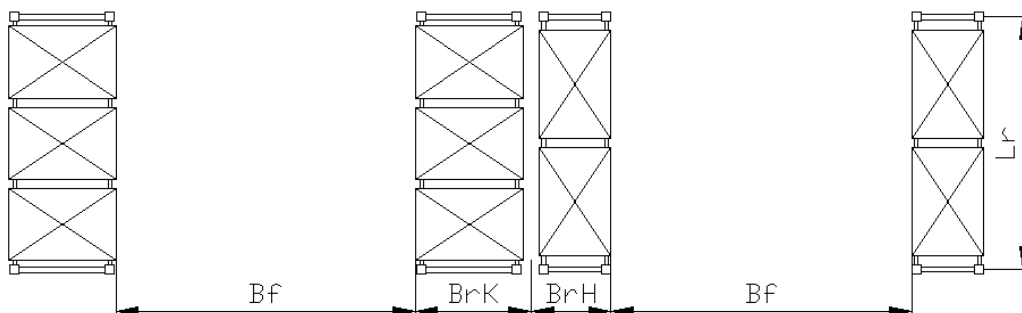
$$\underline{N_y} = \frac{h_{\text{épület}} - h_{\text{bizt}} - h_{\text{em}}}{h_{\text{ics}}} = \left[\frac{8600 - 500}{1250} \right]_{INT} = \underline{6db}$$

A tároló- és áru-előkészítő tér területigényét ebben az esetben is azonos méretűre választom, így 1025 m² áll rendelkezésemre. Soros állványos tárolás esetén az egységgrakományok már keresztirányban is elhelyezhetőek a tárolási rendszerben, így először megvizsgálom a kétféle elrendezés fajlagos területigényét.

Mindkét változat esetében az állványrendszer felépíthető egy közlekedőfolyosó és az arról kiszolgálható két szimpla állványmezőből álló egységekből (16. ábra), ezért elegendő ezeknek a fajlagos területigényeit kiszámolni. Mivel a tárolási magasságok is megegyeznek, így csak az egy szinten elhelyezkedő egységgrakományokkal számolok, figyelembe véve az egy rekeszben tárolható egységgrakományok számát (R).

$$\underline{\underline{t_{hossz}}} = \frac{(2 \cdot B_r^{hossz} + B_f) \cdot L_r}{2 \cdot R^{hossz}} = \frac{(2 \cdot 0,85 + 3,353) \cdot 2,8}{2 \cdot 2} = \underline{\underline{3,54m^2}}$$

$$\underline{\underline{t_{kereszt}}} = \frac{(2 \cdot B_r^{kereszt} + B_f) \cdot L_r}{2 \cdot R^{kereszt}} = \frac{(2 \cdot 1,25 + 3,353) \cdot 2,8}{2 \cdot 3} = \underline{\underline{2,73m^2}}$$



16. ábra: Az állványrendszerek alapelemei

A keresztirányú egységgrakomány elhelyezés ennél a rendszernél tehát fajlagosan kisebb helyet igényel, ezért ilyen típusú tárolási rendszert telepíttek. Ennek ismeretében meghatározható a raktár várható tárolókapacitása:

$$\underline{\underline{N_{várható}}} = \left[\frac{T_{tárolótér}}{T_{ER}} \right]_{INT} \cdot N_y = \left[\frac{1025}{2,73} \right]_{INT} \cdot 6 = \underline{\underline{2250 db}}$$

Az állványok elrendezése is két irányban lehetséges az épülethez képest, azonban a fő anyagáramlási irányt figyelembe véve a keresztirányút választom.

A raktár tárolóterét a terméktípusoknak megfelelően ebben az esetben is két részre kell bontani. Az áruféleségek arányát figyelembe véve a tejipari részen 1350, a húsipari részen 900 tárolási egységnek kell helyet biztosítani. A tárolóter optimális oldalarányát az anyagmozgatási utak minimalizálása törekedve lehet meghatározni. A raktár e részéhez kapcsolódó folyamatok közül a kommissiózás miatt a kitárolási művelet dominál, ez pedig a két részben egymástól független. A folyosószám (F) és az egy állványsoron belüli rekeszek számának (N_x) meghatározását tehát külön-külön végzem el a tárolóter két része esetén. Az optimális oldalarányt jellemző állandó (G) különböző raktár kialakítások esetén más és más. Az átmenő forgalmú, keresztirányú állványelrendezésű tárolórendszerek esetén $G = \sqrt{3/4}$.

A tejipari raktárrész kialakításának optimális folyosószáma és állványsor hossza:

$$\underline{\underline{F^{TEJ}}} = G \cdot \sqrt{\frac{N^{TEJ} \cdot L_r}{(2 \cdot B_r + B_f) \cdot R \cdot N_y}} = \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{\frac{1350 \cdot 2,8}{(2 \cdot 1,25 + 3,353) \cdot 3 \cdot 6}} = 5,18 \Rightarrow \underline{\underline{5db}}$$

$$\underline{\underline{N_x^{TEJ}}} = \left[\frac{N^{TEJ}}{2 \cdot F \cdot R \cdot N_y} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{1350}{2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 6} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{8db}}$$

A tárolóterész teljes hossza (L_{te}), szélessége (B_{te}) valamint raktárkapacitása (N_{id}):

$$\underline{\underline{L_{te}}} = N_x \cdot L_r = 8 \cdot 2,8 = \underline{\underline{22,4m}}$$

$$\underline{\underline{B_{te}}} = (2 \cdot B_r + B_f) \cdot F = (2 \cdot 1,25 + 3,353) \cdot 5 = \underline{\underline{29,27m}}$$

$$\underline{\underline{N_{id}}} = 2 \cdot F \cdot R \cdot N_x \cdot N_y = 2 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 6 = \underline{\underline{1440db}}$$

A húsipari raktárrész kialakításának optimális folyosószáma és állványsor hossza:

$$\underline{\underline{F^{HÚS}}} = G \cdot \sqrt{\frac{N^{HÚS} \cdot L_r}{(2 \cdot B_r + B_f) \cdot R \cdot N_y}} = \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot \sqrt{\frac{900 \cdot 2,8}{(2 \cdot 1,25 + 3,353) \cdot 3 \cdot 6}} =$$

$$= 4,24 \Rightarrow \underline{\underline{4db}}$$

$$\underline{\underline{N_x^{HÚS}}} = \left[\frac{N^{HÚS}}{2 \cdot F \cdot R \cdot N_y} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{900}{2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 6} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{7db}}$$

A tárolóterrsz teljes hossza (L_{te}), szélessége (B_{te}) valamint raktárkapacitása (N_{id}):

$$\underline{\underline{L_{te}}} = N_x \cdot L_r = 7 \cdot 2,8 = \underline{\underline{19,6m}}$$

$$\underline{\underline{B_{te}}} = (2 \cdot B_r + B_f) \cdot F = (2 \cdot 1,25 + 3,353) \cdot 4 = \underline{\underline{23,42m}}$$

$$\underline{\underline{N_{id}}} = 2 \cdot F \cdot R \cdot N_x \cdot N_y = 2 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 6 = \underline{\underline{1008db}}$$

A valós tárolóter kialakítását jelentősen befolyásolja az épület szerkezete, valamint a raktárban zajló folyamatok területszüksége, azonban az állványok elrendezésénél az ideális tárolóter kialakítását kell szem előtt tartani.

5.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének kialakítása

A tejtermékek tárolására szolgáló raktárterület kialakításakor kommissiózási térnek elegendő helyet biztosítva nem minden állványsor 8 rekesz hosszúságú, viszont a kijelölt területen egy folyosóval többet lehetett elhelyezni, így a tárolókapacitás közel azonos nagyságú maradt (1308 egységgrakomány), és az ideális méretektől sem tértem el jelentősen. A tárolótéri oszlopok elhelyezkedésük miatt nem adtak lehetőséget a tároló rendszerbe történő beépítésre, környezetükben a területhiány miatt így rekeszenként két egységgrakomány tárolására alkalmas állványrekeszeket telepítettem. A húsipari tárolóterületen az optimális számú 4 darab folyosót alakítottam ki, az állványsorok hossza az előzőekhez hasonló okok miatt nem azonos, azonban az előirányzott 900 egységgrakományos kapacitást biztosítottam. Így a két terméktípus közötti tárolóhely megoszlás 59-41%, tehát közelítőleg megfelel az áruösszetételnek. A tárolóteret ebben az esetben is egy tűzfal osztja két részre. Az állványsorokkal párhuzamos folyosók szélessége a két tárolóterületen 3365 illetve 3450 mm, így megfelel a nagyemelésű gépi targonca minimális kiszolgálási út szükségletének. A keresztirányú közlekedőfolyosók szélessége szintén lehetővé teszi a kétirányú anyagmozgatási folyamatot.

Az állványrekeszek magassági méret szerinti inhomogenizálását ebben az esetben is tárolószintenként valósítom meg. Az árucsoportokhoz tartozó minimális rekeszméret meghatározása után azokat itt is osztályközökbe sorolom, és a 6 tárolószintet a termék mennyiségeknek megfelelő arányban felosztom az osztályközök között. Az árucsoportok magasság szerinti osztályba sorolását, valamint a létesítendő rekeszmagasságok mennyiségét a 11. és 12. táblázat tartalmazza.

Ács. megnev.	Egységmagassága (mm)	Állványrekesz min. magassága (mm)	Osztályköz (mm)	n (db)
T01	994	1250	1300	31
T02	1144	1400	1450	28
T03	1014	1250	1300	24
T11	1198	1450	1450	21
T12	1198	1450	1450	17
T13	1014	1250	1300	10
T14	894	1150	1150	12
T15	1144	1400	1450	8
T16	844	1100	1150	9
T17	1014	1250	1300	5
H01	744	1000	1150	16
H02	894	1150	1150	27
H03	1144	1400	1450	24
H04	1014	1250	1300	28

11. táblázat: Az árucsoportok osztályközökbe sorolása
(soros állvány esetén)

osztályköz	Tej- és termékek			Húskészítmények		
	n (db)	n (%)	szintek száma (db)	n (db)	n (%)	szintek száma (db)
$h \leq 1150$ mm	21	12,73	1	43	45,26	2
$1150 < h \leq 1300$	70	42,42	2	28	29,47	2
$1300 < h \leq 1450$	74	44,85	3	24	25,26	2
Σ	158	100	6	102	100	6

12. táblázat: A tárolószintek osztályközök szerinti felosztása
(soros állvány esetén)

A tárolószinteket a görgős utántöltős állványos raktárterv esetében leírtaknak megfelelően helyezem el. Így a tárolási magasság:

$$\begin{aligned} \underline{h_t} &= 2 \cdot h_{1450} + 2 \cdot h_{1300} + h_{1150} + h_{ER}^{\max} = \\ &= 2 \cdot 1450 + 2 \cdot 1300 + 1150 + 1198 = \underline{\underline{7848\text{mm}}} \end{aligned}$$

A 752 mm-es tűzrendészeti biztonsági magasság eleget tesz az előírt minimális értéknek. A tárolási rendszerhez 7700 mm magasságú és a mezőterhelésnek megfelelő teherbírású állványlétrát használok.

A tárolótér kialakítása, és keresztmetszeti méretei a 6. mellékletben található.

5.2 Az áru-előkészítő tér tervezése

A megvalósítandó raktári folyamatok jellege az előző fejezetben leírtakhoz képest nem változott, azonban a tárolókapacitás változása miatt intenzitásuk eltérő, ami befolyásolja a szükséges ideiglenes tárolóterületek méretét és az anyagmozgató rendszert.

5.2.1 A kommissiózási terület kialakítása

A tárolt árucikkek számában nem történt változás, ezért az inhomogén egységgrakományok képzését elősegítő kommissiózó állványok száma megegyezik az előző raktártervben leírtakkal. A jelen esetben alkalmazott tárolási technológia azonban megengedi a FIFO elv betartása mellett a megbontott egységgrakományok tárolótérre történő visszahelyezését, így nem szükséges külön tárolóhelyet kialakítani számukra. A gyorsan forgó termékek, vagy a már csak kevés árut tartalmazó egységgrakományok számára azonban kiépíthetők a kommissiózó állványok feletti rekeszek, amelyek 63 illetve 36 tárolóhellyel növelik a raktár kapacitását.

5.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása

A be- és kiszállítási folyamatok során az egységgrakományok ideiglenes tárolására ebben az esetben is négy jármű kiszolgálására biztosítok helyet. A forgalmat a raktárkapacitás 20%-ának feltételezve ez az érték:

$$\underline{\underline{N_{forg}}} = N \cdot 0,2 = 2304 \cdot 0,2 \cong \underline{\underline{461db}}$$

$$\underline{\underline{N^{id}}} = \frac{N_{forg}}{n_m \cdot t_m} \cdot n_{jármű} \cdot t_{átvitel} = \frac{461}{2 \cdot 8} \cdot 4 \cdot 0,5 \cong \underline{\underline{58db}}$$

A dokkoló kapuk környezetében létesített ideiglenes tárolóhelyek az árufogadó téren 64, az árukiadó területen pedig 63 egységgrakomány tárolására alkalmasak, figyelembe véve a két oldalon a különböző halmazolhatóságot.

5.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása

A visszáru kezelése ezúttal is a speciálisan erre a célra kialakított helyiségekben történik. A keletkező göngyöleg mennyisége a jelenlegi tervváltozatban:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{saját}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{2}{3} = 461 \cdot 8 \cdot \frac{2}{3} = \underline{\underline{2459db}}$$

$$\underline{\underline{n_{láda}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{67}{260} = 461 \cdot 16 \cdot \frac{67}{260} = \underline{\underline{1901db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot n_{tálca}^{ER} \cdot \frac{19}{260} = 461 \cdot \left(\frac{56+112}{2} \right) \cdot \frac{19}{260} = \underline{\underline{2830db}}$$

A visszaruból egységgrakományokat képezve:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{ER}}} = \left[\frac{n_{láda}^{gyártó} + n_{láda}^{saját}}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{2459 + 1901}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{34db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{ER}}} = \left[\frac{n_{tálca}^{gyártó}}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{2830}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{14db}}$$

A későbbi folyamatoknak megfelelően a göngyöleg számára a raktár különböző területein biztosítottam tárolóhelyet.

5.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése

A tárolási valamint a be- és kiszállítási rendszer folyamatait ebben az esetben is nagyemelésű gépi targoncákkal végzik, a kommissiózásnál és göngyölegkezelésnél pedig kézi és kisemelésű gépi targoncás anyagmozgatás történik. A raktár üzemeltetéséhez szükséges gépek és alkalmazottak számát a mozgatási egységek eltérő száma valamint az új raktári elrendezés következtében megváltozott közlekedési lehetőségek miatt újra ki kell számolni. A ciklusidőket ezúttal is az AIM táblázatból fett értékék alapján határozom meg. A részletes számítások a 3. mellékletben található, a folyamatokat és a hozzájuk tartozó anyagmozgatási idő igényeket a 13. táblázat tartalmazza. [3]

Ssz.	Folyamat megnevezése	Any. mozg. eszköze	Időszüks. (min)
R2-1	Beszállító járművek kirakodása	NGT (N)	14,23
R2-2	Betárolás az ideiglenes tárolóból a tárolótérre	NGT (H)	21,87
R2-3	Kitárolás a tárolótérből az árukiadó térbe	NGT (H)	7,25
R2-4	Kitárolás a tárolótérből a kommissiózó térbe	NGT (H)	11,53
R2-5	A kommissiózó tér és a soros állványok közötti árumozgatás	NGT (H)	20,68
R2-6	A kiszállító járművek megrakodása	NGT (N)	12,77
R2-7	Göngyöleg kirakodása a járművekből	KGT	0,81
R2-8	Göngyölegkezelés	KGT	1,80
R2-9	Kommissiózás közbeni anyagmozgatás	KGT	68,82
R2-10	Kitárolás az árukiadó térbe a kommissiózás után	KGT	10,47
R2-11	Kommissiózás	K	33,00

13. táblázat: A raktári folyamatok időszükségei
(hagyományos állványos raktárterv esetén)

A nagyemelésű gépi targoncák szükséges darabszáma, figyelembe véve a tervszerű megelőző karbantartást (η_{tmk}), a zavar- és egyéb pótlék tényezőket (η_{zavar} , $\eta_{egyéb}$) :

$$\begin{aligned} \underline{\underline{N_{NGT}^N}} &= \left[\frac{\sum T_{NGT}^N}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{zavar} \cdot \eta_{egy\acute{e}b}} + 0,99 \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{27}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{3db}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{N_{NGT}^H}} &= \left[\frac{\sum T_{NGT}^H}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{zavar} \cdot \eta_{egy\acute{e}b}} + 0,99 \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{61,33}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{5db}} \end{aligned}$$

A kisemelésű gépi targoncás és kézi anyagmozgatási feladatokhoz szükséges alkalmazottak száma 7 órás produktív időalap esetén:

$$\underline{\underline{N_A}} = \left[\frac{\sum T_{KGT} + \sum T_K}{T_p \cdot n_m} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{114,9}{7 \cdot 2} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{9 \text{ fő}}}$$

Az áruellenőrzési feladatokat ellátó 5, illetve a targoncakezelő 8 fő hozzáadásával műszakonként összesen 22 alkalmazottra van szükség. A folyamatok megfelelő módon történő elvégzéséhez 9 kisemelésű gépi targoncát kell alkalmazni. A targoncák töltésére kijelölt helyiség ismét a beszállítási oldalon található.

A raktár funkcionálisan elkülönülő területeit, és a köztük lévő anyagáramlást a 17. ábra szemlélteti. A raktárterv rajza a 6. mellékleten található.



17. ábra: A normál folyosós raktárterv funkcionális területei és anyagáramlása

5.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása

A raktártervezés végén meghatározom a tervezett rendszer fontosabb mutatószámait, hogy megállapítsuk a raktározás hatékonyságát illetve, hogy a raktártervet össze lehessen hasonlítani más tervváltozatokkal. [4]

- Teljes raktárkapacitás: 2307 egységgrakomány
- Szükséges alkalmazottak száma: 22 fő/műszak
- Szükséges anyagmozgató gépek száma: 5 db NGT (H)
3 db NGT (N)
9 db KGT

- Beruházási költség becslése:

$$\underline{\underline{C}} = C_{\text{állvány}} + C_{\text{amg}} \cong 18.900.000 + 45.300.000 = \underline{\underline{64.200.000 Ft}}$$

- Raktárterület kihasználási tényező:

$$\underline{\underline{\alpha}} = \frac{a_h}{a_o} = \frac{373}{2493} = 0,150 = \underline{\underline{15\%}}$$

- Magasság kihasználási tényező:

$$\underline{\underline{\alpha_m}} = \frac{h_t}{h} = \frac{7848}{8600} = 0,913 = \underline{\underline{91,3\%}}$$

- Raktártérfogat kihasználási tényező:

$$\underline{\underline{\alpha_v}} = \frac{V_a}{V_R} = \frac{2942}{18778} = 0,157 = \underline{\underline{15,7\%}}$$

6. A keskenyfolyosós soros állványos raktár tervezése

6.1 A tárolótér tervezése

A hagyományos, soros állványos tárolási rendszer alkalmazásának egy másik változata, amikor a tárolótéri anyagmozgatási folyamatokat nagyemelésű gépi targonca helyett felrakótargoncával valósítjuk meg. A rendszer előnye, hogy a be- és kitaroláshoz szükséges kiszolgálási út szélessége körülbelül feleakkora, mint hagyományos targonca alkalmazása esetén, így jobb terület kihasználást érhetünk el. Ilyen típusú állványkiszolgálást csak viszonylag nagy belmagasságú raktárakban gazdaságos működtetni az anyagmozgató gépek beruházási költségének növekedése miatt. Jelen esetben azonban kifizetődővé válhat. A felrakótargonca legfontosabb jellemzői a 14. táblázatban találhatóak, képe pedig a 18. ábrán látható.



18. ábra: A tárolótéren alkalmazott felrakótargonca

Főbb jellemzők	Típus	Still GQ 13 Triplex
Teherbírás	Q (kg)	1000
Szerkezeti magasság	h_1 (mm)	3300
Teljes szélesség	b_1 (mm)	1450
Teljes hossz	l_1 (mm)	2940
Szabademelési magasság	h_2 (mm)	2340
Emelési magasság	h_3 (mm)	7045
Alsó holttér	h_{13} (mm)	60
Kiszolgáló út szélessége	A_{st} (mm)	1740
Saját tömeg	m (kg)	4750
Tengelyterhelés teherrel (elől/hátul)	m_e/m_h (kg)	1140/4610
Haladási és emelési sebesség	v_x/v_y (m/s)	2,8/0,4
Haladási és emelési gyorsulás	a_x/a_y (m/s ²)	0,4/0,2

14. táblázat: A felrakótargonca főbb jellemzői [8]

6.1.1 A tárolható egységtrakományok számának becslése

Az alkalmazott állvány típusa és rekeszméretei megegyeznek az előző tervben lévő tárolási rendszerével, annyi különbséggel, hogy az anyagmozgató gép vezetősínes megvezetésű, így alsó holttér igénye miatt a legalsó tárolószint magasságát meg kell emelni, az állványláb modulméretének, és a kereszttartó hűsvastagságának megfelelően 150 mm-re. Az egymás felett elhelyezkedő egységtrakományok számát azonban ez a különbség nem befolyásolja.

A 16. ábra alapján a hossz- és keresztirányú rakományelhelyezés esetén az egységtrakományok fajlagos területigényei a következők:

$$\underline{t_{hossz}} = \frac{(2 \cdot B_r^{hossz} + B_f) \cdot L_r}{2 \cdot R^{hossz}} = \frac{(2 \cdot 0,85 + 1,74) \cdot 2,8}{2 \cdot 2} = \underline{2,41 m^2}$$

$$\underline{t_{kereszt}} = \frac{(2 \cdot B_r^{kereszt} + B_f) \cdot L_r}{2 \cdot R^{kereszt}} = \frac{(2 \cdot 1,25 + 1,74) \cdot 2,8}{2 \cdot 3} = \underline{1,98 m^2}$$

Tehát ebben az esetben is keresztirányú egységgrakomány elhelyezést alkalmazok a tárolótérben. A rendelkezésre álló szabad terület nem változott, így a raktár várható tárolóhely kapacitása:

$$\underline{\underline{N_{várható}}} = \left[\frac{T_{\text{tárolótér}}}{T_{ER}} \right]_{INT} \cdot N_y = \left[\frac{1025}{1,98} \right]_{INT} \cdot 6 = \underline{\underline{3102db}}$$

A tárolóállványokat ezúttal hosszirányban érdemes elrendezni a raktárépületben, mivel így a folyosók hosszabbak, számuk pedig kevesebb lesz, így a felrakótargoncáknak kevesebb időt kell eltölteniük folyosóváltással. A tárolási technológia nem engedi meg a kiszolgáló út szélességétől való eltérést, valamint az állványsorok hosszát is megegyező értékűre érdemes venni, így az ideális állványelrendezés kiszámításánál nem különítem el a két terméktípust. A tárolótér optimális oldalarányát jellemző tényező ilyen elrendezés esetében $G = \sqrt{1/2}$, így az ideális folyosószám és állványsor hosszúság:

$$\underline{\underline{F}} = G \cdot \sqrt{\frac{N \cdot L_r}{(2 \cdot B_r + B_f) \cdot R \cdot N_y}} = \sqrt{\frac{1}{2}} \cdot \sqrt{\frac{3102 \cdot 2,8}{(2 \cdot 1,25 + 1,74) \cdot 3 \cdot 6}} = 7,54 \Rightarrow \underline{\underline{8db}}$$

$$\underline{\underline{N_x}} = \left[\frac{N}{2 \cdot F \cdot R \cdot N_y} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{3102}{2 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 6} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{11db}}$$

Az ideális tárolótér teljes hosszúsága (L_{te}), szélessége (B_{te}) valamint kapacitása (N_{id}):

$$\underline{\underline{L_{te}}} = N_x \cdot L_r = 11 \cdot 2,8 = \underline{\underline{30,8m}}$$

$$\underline{\underline{B_{te}}} = (2 \cdot B_r + B_f) \cdot F = (2 \cdot 1,25 + 1,74) \cdot 8 = \underline{\underline{33,92m}}$$

$$\underline{\underline{N_{id}}} = 2 \cdot F \cdot R \cdot N_x \cdot N_y = 2 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 11 \cdot 6 = \underline{\underline{3168db}}$$

6.1.2 A tárolótér végleges elrendezésének kialakítása

Az épület szerkezete nem engedi meg az anyagmozgatási szempontból ideális tárolóteret kialakítani, 8 folyosó helyett csak 5-nek elegendő a raktár szélessége, hosszúsága azonban a szükségesnél nagyobb, így 11 helyett 16 rekesz hosszúságúak lehetnek az állványsorok. A terméktípusok megfelelő elválasztására ebben az esetben is a raktárt tűzrendészetileg előírt nagyságú területekre osztó falat használok. A megfelelő tárolókapacitás arány (60-40%) könnyen biztosítható, ha a tejipari termékeknek 3, a húskészítményeknek pedig 2 darab folyosót jelölök ki.

A tárolórekeszek függőleges irányú inhomogenizációját az egyszerűbb vezérlés érdekében egységesen alakítom ki, az megegyezik az előző fejezet 12. táblázatában a tejipari raktárésznél kialakított rendszerrel. Így a maximális tárolási magasság:

$$\begin{aligned} \underline{h_t} &= 2 \cdot h_{1450} + 2 \cdot h_{1300} + h_{1150} + h_{asz} + h_{ER}^{\max} = \\ &= 2 \cdot 1450 + 2 \cdot 1300 + 1150 + 150 + 1198 = \underline{\underline{7998mm}} \end{aligned}$$

A tűzrendészeti biztonsági magasság így 602 mm, ami megfelel az előírásoknak. A tárolási rendszerhez megfelelő teherbírású, 7700 mm magasságú állványletrát használok.

A tárolótér kialakítása és keresztmetszeti rajzai a 7. mellékletben található.

6.2 Az áru-előkészítő tér tervezése

Az áru-előkészítő térben zajló folyamatok megegyeznek a normál folyosó-szélességű raktárterv esetében leírtakkal. A raktárkapacitás változása és az eltérő elrendezés miatt azonban kisebb módosításokra van szükség. Az áru-előkészítő téri folyamatokat továbbra is az előzőekben már ismertetett Still RX 20-15 Niho oszlopos nagyemelésű gépi targoncával valósítom meg.

6.2.1 A kommissiózási terület kialakítása

A kommissiózó állványok száma és elrendezése is változott az előző tervváltozatokhoz képest. A termékek kigyűjtését a tárolótér azon oldalán helyeztem el ahol a felrakótargoncák áruátadási pontja található, így az áru-előkészítő téren végzett anyagmozgatás minimális. Ehhez azonban a megfelelő elrendezés miatt a tejipari oldalon lévő állványoknál az állványban 2700 mm-es hossztartók helyett 3300 mm-eseket használtam, bár így a fajlagos területigény kicsit megnőtt, de eggyel kevesebb állványt kellett elhelyeznem. Az áru-előkészítő térben a kommissiózó állványok felett eddig létesített rakodólapos tárolóhelyeket most nem alakítom ki, egyrészt a targonca manipulációs területének nagysága miatt, másrészt pedig mivel csak a kisebbik emelési magasságú targoncát alkalmazom a raktárban, így nem tudnám megfelelően kihasználni ezt a tárolási lehetőséget.

6.2.2 Az árufogadó és -kiadó tér kialakítása

A be- és kiszállítási folyamatok során az áru ideiglenes tárolása ebben az esetben is négy jármű kiszolgálását teszi lehetővé.

$$\underline{\underline{N^{id}}} = \frac{N_{forg}}{n_m \cdot t_m} \cdot n_{jármű} \cdot t_{átvétel} = \frac{504}{2 \cdot 8} \cdot 4 \cdot 0,5 = \underline{\underline{63db}}$$

Az árufogadó, illetve –kiadó területeken az egységtrakományok halmazolhatóságát figyelembe véve 64 illetve 72 tárolóhelyet létesítettem.

6.2.3 A göngyölegkezelő tér kialakítása

A visszáru mennyisége ebben a raktártervben:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{saját}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{2}{3} = 504 \cdot 8 \cdot \frac{2}{3} = \underline{\underline{2688db}}$$

$$\underline{\underline{n_{láda}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot n_{láda}^{ER} \cdot \frac{67}{260} = 504 \cdot 16 \cdot \frac{67}{260} = \underline{\underline{2078db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{gyártó}}} = N_{forg} \cdot n_{tálca}^{ER} \cdot \frac{19}{260} = 504 \cdot \left(\frac{56+112}{2} \right) \cdot \frac{19}{260} = \underline{\underline{3094db}}$$

A ládákból és tálcákból képzett egységtrakomány mennyisége:

$$\underline{\underline{n_{láda}^{ER}}} = \left[\frac{n_{láda}^{gyártó} + n_{láda}^{saját}}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{2688 + 2078}{4 \cdot 33} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{37db}}$$

$$\underline{\underline{n_{tálca}^{ER}}} = \left[\frac{n_{tálca}^{gyártó}}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{3094}{8 \cdot 26} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{15db}}$$

A göngyöleg számára az eltérő folyamatoknak megfelelően raktár különböző helyein biztosítottam tárolóhelyet.

6.3 A raktár anyagmozgatási rendszerének megtervezése

6.3.1 A felrakótargoncák számának meghatározása

A tárolótéri állványok kiszolgálását végző anyagmozgató gépek számát összes időterhelésük és produktív időalapjuk alapján határozom meg. A felrakótargoncák feladata a teljes forgalomnak megfelelő tárolási egységet naponta egyszer be- és kitárolni, valamint a kommissiózó teret ellátni megfelelő mennyiségű áruval. Az árukiszedő állványok méretei úgy lettek kialakítva, hogy egy csatornába egy homogén egységgrakomány negyed részét lehessen tárolni. Így a napi forgalom kommissiózáson átmenő részét (2/3-át) még összesen 3-szor kell ki- és betárolni a tárolóterre. A napi összes be- és kitárolt egységgrakomány száma tehát:

$$\underline{\underline{N_{FT}}} = N_{forg} \cdot 2 + N_{forg} \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 = 504 \cdot 2 + 504 \cdot \frac{2}{3} \cdot 3 = \underline{\underline{2016db}}$$

A ciklusok időszükséglete függ a valós tárolótér hosszától (L), valamint a legfelső egységgrakomány betárolási magasságától (H).

$$\underline{\underline{L}} = N_x \cdot L_r = 16 \cdot 2,8 = \underline{\underline{44,8m}}$$

$$\begin{aligned} \underline{\underline{H}} &= 2 \cdot h_{1450} + 2 \cdot h_{1300} + h_{1150} + h_{asz} + 100 = \\ &= 2 \cdot 1450 + 2 \cdot 1300 + 1150 + 100 + 100 = 6850mm = \underline{\underline{6,85m}} \end{aligned}$$

Az kombinált ciklusok arányát (p) az összes anyagmozgatás 20%-ának veszem. A ciklusonkénti manipulációs időt pedig 60 másodpercnek becsülöm. ($t_m = 60$ s)

Az átlagos menetidőt a feladóhely és a betárolási hely, vagy egy tetszőleges tárolóhely és a leadóhely között [t(FP)= t(PL)], valamint két tetszőleges tárolóhely között [t(PP')]:

$$\underline{\underline{t(\overline{FP}) = t(\overline{PL})}} = \frac{L}{2 \cdot v_x} + \frac{v_x}{a_x} + \frac{H}{2 \cdot v_y} + \frac{v_y}{a_x} = \frac{44,8}{2 \cdot 2,8} + \frac{2,8}{0,4} + \frac{6,85}{2 \cdot 0,4} + \frac{0,4}{0,2} =$$

$$= \underline{\underline{25,56s}}$$

$$\underline{\underline{t(\overline{PP'})}} = \frac{L}{3 \cdot v_x} + \frac{v_x}{a_x} + \frac{H}{3 \cdot v_y} + \frac{v_y}{a_x} = \frac{44,8}{2 \cdot 2,8} + \frac{2,8}{0,4} + \frac{6,85}{2 \cdot 0,4} + \frac{0,4}{0,2} = \underline{\underline{20,04s}}$$

Az egyszerű (T_e) és kombinált (T_k) ciklusok időszükségletei:

$$\underline{\underline{T_e}} = 2 \cdot t(\overline{FP}) + t_m = 2 \cdot 25,56 + 60 = \underline{\underline{111,12s}}$$

$$\underline{\underline{T_k}} = 2 \cdot t(\overline{FP}) + t(\overline{PP'}) + 2 \cdot t_m = 2 \cdot 25,56 + 20,04 + 2 \cdot 60 = \underline{\underline{191,16s}}$$

A felrakótargoncák összes időterhelése (T), a szükséges gépek száma (M) és kihasználtsága (η):

$$\underline{\underline{T}} = N_{FT} \cdot p \cdot T_e + \frac{N_{FT} \cdot (1-p) \cdot T_k}{2} =$$

$$= 2016 \cdot 0,8 \cdot 111,12 + \frac{2016 \cdot (1-0,8) \cdot 191,16}{2} = 222082,3s = \underline{\underline{60,48h}}$$

$$\underline{\underline{M}} = \left[\frac{T}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{za \text{ var}} \cdot \eta_{\text{egyéb}}} + 0,99 \right]_{INT} =$$

$$= \left[\frac{60,48}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{5db}}$$

$$\underline{\underline{\eta}} = \frac{T}{M \cdot T_{\ddot{u}} \cdot n_m} = \frac{60,48}{5 \cdot 8 \cdot 2} = 0,756 = \underline{\underline{75,6\%}}$$

Vagyis minden tárolótéri folyosóban szükség van egy felrakótargoncára.

A felrakógép időbeli kihasználtságának figyelembevételével meghatározható az egy géphez tartozó egységtrakomány várakozóhelyek száma:

$$\underline{\underline{n_{ER}}} = \left[\frac{\eta_{FG}^2}{1 - \eta_{FG}} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{0,756^2}{1 - 0,756} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{\underline{3db}}$$

Vagyis három egységtrakomány számára kell helyet biztosítani az állványsorok előtt, ebből kettőt a raktár talajszintjén helyezek el. A raktár más folyamataihoz szükséges megfelelő szélességű közlekedő folyosó létesítése végett a soros állványra konzolt szerelve biztosítok még átadó pozíciót. Így egy felrakótargonca számára négy egységtrakomány várakozó hely áll rendelkezésre.

6.3.2 A nagy- és kisemelésű gépi targoncák számának meghatározása

A raktári folyamatok közül a járművek kiszolgálását, valamint a homogén egységtrakományok mozgatását nagyemelésű gépi targoncákkal valósítom meg. A kommissiózáshoz és göngyölegkezeléshez kapcsolódó feladatokat pedig az alkalmazottak kisemelésű gépi targoncákkal végzik el.

A ciklusidőket az AIM táblázat alapján határoztam meg, az egyes műveletek összes időszükségletét a 15. táblázatban tartalmazza, a részletes számítások a 4. mellékletben található.

Ssz.	Folyamat megnevezése	Any. mozg. eszköze	Időszüks. (min)
R3-1	Beszállító járművek kirakodása	NGT (N)	15,55
R3-2	Betárolás az ideiglenes tárolóból a felrakótargoncák átadóponthoz	NGT (N)	18,74
R3-3	Kitárolás a felrakótargoncák átadóponthoz az árukiadó térbe	NGT (N)	6,78
R3-4	A kiszállító járművek rakodása	NGT (N)	13,96
R3-5	Göngyöleg kirakodása a járművekből	KGT	0,91
R3-6	Göngyöleg mozgatása a raktárban	KGT	1,96
R3-7	Kommissiózás közbeni anyagmozgatás	KGT	75,32
R3-8	A kommissiózóállványok feltöltése	KGT	31,49
R3-9	Kitárolás az árukiadó térbe a kommissiózás után	KGT	11,46
R3-10	Kommissiózás	K	36,12

15. táblázat: A raktári folyamatok időszükségletei (keskenyfolyosós raktárterv)

A nagyemelésű gépi targoncák szükséges száma:

$$\begin{aligned} \underline{N_{NGT}^N} &= \left[\frac{\sum T_{NGT}^N}{T_{\ddot{u}} \cdot n_m \cdot \eta_{tmk} \cdot \eta_{za\,var} \cdot \eta_{egyeb}} + 0,99 \right]_{INT} = \\ &= \left[\frac{55,03}{8 \cdot 2 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 0,95} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{5db} \end{aligned}$$

A kommissiózó és göngyölegkezelő alkalmazottak szükséges száma:

$$\underline{N_A} = \left[\frac{\sum T_{KGT} + \sum T_K}{T_p \cdot n_m} + 0,99 \right]_{INT} = \left[\frac{157,26}{7 \cdot 2} + 0,99 \right]_{INT} = \underline{12fő}$$

Tehát a targoncakezelő személyzettel együtt összesen 27 alkalmazottat kell foglalkoztatni műszakonként, és 12 kisemelésű gépi targoncára van szükség.

A raktár funkcionálisan elkülönülő területeit, és a köztük lévő anyagáramlást a 19. ábra szemlélteti. A tervváltozat részletes alaprajza és keresztmetszeti méretei a 7. mellékletben találhatóak.



19. ábra: A keskeny folyosós raktárterv funkcionális területei és anyagáramlása

6.4 A raktárterv főbb paramétereinek összefoglalása

A raktártervezés végén meghatározom a tervezett rendszer fontosabb mutatószámait, hogy megállapítsuk a raktározás hatékonyságát illetve, hogy a raktártervet össze lehessen hasonlítani más tervváltozatokkal. [4]

- Teljes raktárkapacitás: 2520 egységgrakomány
- Szükséges alkalmazottak száma: 27 fő/műszak
- Szükséges anyagmozgató gépek száma: 5 db felrakótargonca
5 db NGT (N)
12 db KGT

- Beruházási költség becslése:

$$\underline{C} = C_{\text{állvány}} + C_{\text{amg}} \cong 20.000.000 + 89.400.000 = \underline{\underline{109.400.000 Ft}}$$

- Raktárterület kihasználási tényező:

$$\underline{\alpha} = \frac{a_h}{a_o} = \frac{560}{2493} = 0,225 = \underline{\underline{22,5\%}}$$

- Magasság kihasználási tényező:

$$\underline{\alpha}_m = \frac{h_t}{h} = \frac{7998}{8600} = 0,930 = \underline{\underline{93\%}}$$

- Raktártérfogat kihasználási tényező:

$$\underline{\alpha}_v = \frac{V_a}{V_R} = \frac{4469}{18778} = 0,238 = \underline{\underline{23,8\%}}$$

7. Tervváltozatok összehasonlító elemzése

A Friss Koktél Élelmiszer Nagykereskedelmi Kft. veszprémi telephelyén létesített tervváltozatok közül az adott körülményeknek legjobban megfelelő kialakítást célszerű megvalósítani. A három raktártervet a BME Közlekedésüzemi Tanszékén már több területen sikeresen alkalmazott Multikritériumos Döntésegítő Algoritmus (MDA) segítségével fogom összehasonlítani. Az MDA-t eredetileg az elektronikus fuvar- és raktárbörzék tendereinek kiértékelésére hozták létre, azonban a módszer széles körben felhasználható különböző alternatívák több szempont alapján történő összehasonlítására.

7.1 A multikritériumos döntésegítő algoritmus bemutatása

7.1.1 Az algoritmus bemenő adatai

A módszer alkalmazásához először meg kell határozni, hogy milyen szempontok alapján szeretnénk összehasonlítani az egyes alternatívákat. Az értékelési tényezőket hierarchikusan csoportosítani kell fő- és alszempontokra, valamint meg kell határozni, hogy hogyan értelmezzük a különböző alternatívákhoz tartozó paramétereket, vagyis hogy a nagyobb vagy a kisebb érték a kedvezőbb. Az algoritmus másik bemenő adatcsoportja a vizsgálandó alternatívák száma, valamint azoknak az egyes fő- és alszempontok szerinti értékeik. Ezek az értékek lehetnek számszerűsíthető adatok (például raktárkapacitás) vagy közvetlenül nem meghatározható értékek (például a FIFO elv betartásának elősegítése). A nem számszerűsíthető szempontok szerinti értékeket egy relatív skálán lehet osztályozni. [5]

7.1.2 A szempontok súlyszámainak meghatározása

Az eljárás alkalmazásához meg kell határozni a fő- és alszempontokra vonatkozó súlyszámokat, ezt sajátérték módszerrel tesszük meg. A megfelelő hierarchiai szintű szempontokat páronként össze kell hasonlítani, majd az eredményeket mátrixba rendezni. A mátrix sorainak és oszlopainak száma (n) megegyezik az összevetendő szempontok számával, és páros összehasonlítás mátrixnak nevezzük. A mátrix elemei megmutatják, hogy egy adott szempont mennyivel fontosabb egy másiknál. A 20. ábrán látható egy páros összehasonlítás mátrix felépítése.

<u>A</u>	A ₁	A ₂	...	...	...	...	A _n
A ₁	w ₁ /w ₁	w ₁ /w ₂	...	...	...	...	w ₁ /w _n
A ₂	w ₂ /w ₁	w ₂ /w ₂	...	...	...	...	w ₂ /w _n
...
...
...
...
A _n	w _n /w ₁	w _n /w ₂	...	...	...	...	w _n /w _n

20. ábra: A páros összehasonlítás mátrix felépítése

A vizsgálati módszer a mátrixelemek értékeire az [1/9;9] intervallumból ajánl számokat felhasználni, ahol az 1 azt jelenti, hogy a két szempont egyformán fontos, az 1 alatti a kevésbé fontos, az 1 feletti pedig a fontosabb szempontok értéke legyen. Így a főátlóban lévő elemek mind 1-es értékűek, a főátló alatti értékek pedig a főátló felettiéek reciprokaiként adódnak, ha a mátrix konzisztens (az értékeket következetesen adtuk meg). Az inkonzisztenciát is meg lehet engedni bizonyos esetekben, azonban annak felső értékét korlátozni kell. Jelen összehasonlításban azonban következetesen határozom meg a szempontok súlyszámait. [5]

A következő lépés a páros összehasonlítás mátrix sajátértékeinek számítása, melyek közül a legnagyobb értékhez tartozó sajátvektor fogja megadni a szempontok súlyszámait. A sajátvektor értékeit 1-re normálva megkapjuk az adott hierarchiaszintű szempontok relatív súlyszámait, melyet felhasználunk a további számításokhoz.

7.1.3 A tervváltozatok értékelése a fő- és alszempontok alapján

Az alternatíva adott szemponthoz tartozó értékének (T) meghatározásánál figyelembe kell venni annak értelmezését. Amennyiben a nagyobb érték a kedvezőbb, akkor ki kell választani a legnagyobbat, és az összes többit ehhez kell viszonyítani, majd megszorozni a szempont relatív súlyszámával (w). Ha a kisebb érték a kedvezőbb, akkor ez előző arány reciprokát kell venni. Így a k. tervváltozat i. főszempontához tartozó j. alszempontjának relatív értéke (É):

$$\acute{E}_{kij} = w_{ij} \cdot \frac{T_{kij}}{T_{ij \max}} \quad \text{vagy} \quad \acute{E}_{kij} = w_{ij} \cdot \frac{T_{ij \min}}{T_{ikj}}$$

Az i. főszempontban lévő relatív értékeket összegezve kapjuk az alternatíva főszempont szerinti relatív értékét (ennek maximális értéke 1, ebben az esetben az összes alszempont szerint a legjobb). Végül a főszempontok súlyszámaival szorozzuk meg a főszempontok szerinti relatív értékeket, és összegezzük az összes főszempontra (f), így megkapjuk az alternatíva teljesítési értékét (É_k), ennek is 1 a maximuma:

$$\acute{E}_k = \sum_{i=1}^f w_i \cdot \acute{E}_{ki}$$

Az optimális alternatíva a legnagyobb relatív értékkel rendelkező tervváltozat lesz. Ennek jóságát a fiktív ideális alternatívához (mely minden szempontból a legjobb) fogja viszonyítani teljesítési értéke. [5]

7.1.4 A döntési modell érzékenységvizsgálata

A multikritériumos döntésegítő algoritmus alkalmazása során az egyes teljesítési értékek döntően függenek az egyes szempontok súlyszámaitól, melyeket egyéni döntés alapján határozunk meg. A szubjektivitás csökkentésére lehet használni a modell érzékenységvizsgálatát, ami megmutatja, hogy milyen súlyszám határok között marad a legjobb teljesítési értékű az eredetileg legkedvezőbb alternatíva. A szempontokat egyesével vizsgálva megváltoztatjuk azok súlyszámait, úgy hogy közben a többi szempont egymáshoz viszonyított relatív súlyszáma ne változzon, valamint a súlyszámok összege 1 maradjon. Így megkapjuk azt az alsó és felső korlátját, amely esetében még megmarad a legkedvezőbb alternatíva. A súlyszámok korlátainak négy alapesete van: $[0..1]$, $[w_{\min}..1]$, $[0..w_{\max}]$, $[w_{\min}..w_{\max}]$. Az első esetben a súlyszámot bármilyen mértékben változtathatjuk, a legkedvezőbb alternatíva nem változik. A többi lehetőségnél a súlyszám korlátot átlépve egy másik tervváltozat rendelkezik a legnagyobb teljesítési értékkel.

Az érzékenységvizsgálat eredményét megvizsgálva eldönthetjük, hogy a legkedvezőbb tervváltozat kiválasztása során mennyiben befolyásolta a súlyszámok meghatározása az összehasonlítás kimenetelét. Amennyiben az egyik szempont súlyszáma megegyezik valamelyik korlátértékével, akkor érdemes felülvizsgálni az összehasonlítást. [6]

7.2 A tervváltozatok összehasonlítása az MDA segítségével

A három raktártervet egy a BME Közlekedésüzemi Tanszékén MS Visual Basic nyelven írt programmal fogom összehasonlítani, amely az előző pontban leírtak szerint végzi el az alternatívák értékelését. A program kiinduló paramétereit között meg kell adni az értékelési szempontokat, azok egymáshoz képesti fontosságát, valamint az egyes tervváltozatok szempontonkénti értékeit.

7.2.1 Az értékelési szempontok és azok súlyszámainak meghatározása

A tervezési változatok értékelésénél felhasználok a raktártervek számszerűsített paramétereit, amelyeket a tervezés után minden esetben kiszámítottam. Továbbá a különböző tárolási rendszerek sajátosságaiból adódó nem számszerűsíthető tényezőket, amelyeket 1-5-ig értékelek.

Az összehasonlításhoz összesen hat darab főszempontot határoztam meg, amelyek fontosság szerinti csökkenő sorrendben a következők:

- Beruházási költség: a raktárak létesítése során ez az egyik legmeghatározóbb tényező, mivel ha nincsen kellő fedezet egy drágább (de jobb paraméterekkel rendelkező) rendszer megépítésére, akkor azt eleve elvetik. Ebben a főszempontban két alszempontot határoztam meg, az egyik az állványok és anyagmozgató gépek beruházási költsége, a másik pedig a raktár üzemeltetéséhez szükséges alkalmazottak száma. Ez utóbbi fontosságát kisebb értékűre választom, mivel a pontos számot néhány folyamat pontos ismeretének hiányában nem tudtam meghatározni, valamint a vállalkozás kezdetén nem az alkalmazottak bére határozza meg a beruházás összköltségét.
- Tárolókapacitás: a raktárterveket egy már meglévő épületre kellett kidolgozni, így az alternatívák közül az a leginkább megfelelő, amelyikkel több egységgrakomány tárolását tudom biztosítani, ezzel jellemezve a fajlagos üzemeltetési költséget.

- Épület kihasználás: ezen a szemponton belül veszem figyelembe a raktár magasság-, terület- és térfogat kihasználását az állványméretek alapján. A szempont megmutatja, hogy a különböző tárolási rendszerek mennyire sikeresen alkalmazkodtak a raktár adottságaihoz, valamint az értékek jelentősen függenek a tárolási egységek és az állványok méreteinek arányától. Mivel hűtött raktárról van szó, ezért a legfontosabb szempont a térfogat kihasználás, ez követően a terület-, majd a magasság kihasználás.
- Karbantartási igény: ebben a szempontban veszem figyelembe az eltérő tárolási rendszerek, és anyagmozgató gépek üzemeltetéséhez kapcsolódó karbantartási igényeket. Az anyagmozgató gépek szempontját kevésbé fontosnak értékelem, mivel itt a felrakótargoncáktól eltekintve nincs jelentős különbség.
- A FIFO elv betartásának elősegítése: ugyan az alkalmazott tárolási rendszerek mindegyike lehetővé teszi a FIFO elv betartását, de a soros állványok esetén jelentős adminisztrációs feladat számon tartani a termékek megfelelő sorrendben történő felhasználását, míg az utántöltős állványok esetében maga a raktározási rendszer biztosítja ezt.
- Rugalmasság: a tervváltozatokat egy meghatározott termékpaletta alapján dolgoztam ki, ennek az összes raktárterv megfelel, azonban a tárolt áruféleségek minőségében vagy mennyiségében bekövetkező változásra a különböző tárolási rendszerek eltérő módon reagálnak.

Az értékelési szempontokhoz tartozó súlyszámokat a páros összehasonlítások módszerével határoztam meg. Az összehasonlítások során ügyelve a következetességre a páros összehasonlítás mátrix (16. táblázat) konzisztens lett.

Főszempontok	Beruházási költség	Tároló kapacitás	Épület kihasználás	Karbantartási igény	FIFO elv	Rugalmasság
Beruházási költség	1	1,2	1,5	3	3	6
Tároló kapacitás	0,83	1	1,25	2,5	2,5	5
Épület kihasználás	0,67	0,8	1	2	2	4
Karbantartási igény	0,33	0,4	0,5	1	1	2
FIFO elv	0,33	0,4	0,5	1	1	2
Rugalmasság	0,17	0,2	0,25	0,5	0,5	1
Súlyszám	0,3	0,25	0,2	0,1	0,1	0,05

16. táblázat: A páros összehasonlítás mátrix és a főszempontok súlyszámai

Az alszempontokra is elvégezve az összehasonlításokat a 17. táblázatbeli súlyszámokat kaptam.

Főszempont	Alszempont	Súlyszám
Beruházási költség	tárolási és am-i rendszer	0,67
	alkalmazottak száma	0,33
Épület kihasználás	térfogat kihasználás	0,65
	terület kihasználás	0,22
	magasság kihasználás	0,13
Karbantartási igény	tárolási rendszer	0,75
	anyagmozgatási rendszer	0,25

17. táblázat: Az alszempontok relatív súlyszámai

7.2.2 A tervváltozatok fő- és alszempontokhoz tartozó értékei

A három raktárterv különböző szempontok szerinti értékeit, valamint azok értelmezését, kiemelve a legjobb értékeket a 18. táblázatban foglalom össze:

Főszempont	Alszempont	Ért.	Utántöltős	Soros (normál)	Soros (keskeny)
Beruházási költség	tárolási és am-i rendszer (mFt)	K	138,2	64,2	109,4
	alkalmazottak száma (fő)	K	25	22	27
Tároló kapacitás		N	2994	2307	2520
Épület kihasználás	térfogat	N	0,274	0,157	0,238
	terület	N	0,261	0,150	0,225
	magasság	N	0,930	0,913	0,930
Karbantartási igény	tárolási rendszer	K	5	2	2
	anyagmozgatási rendszer	K	4	4	5
FIFO elv		N	5	5	3
Rugalmasság		N	2	2	5

18. táblázat: A tervváltozatok fő- és alszempontok szerinti értékei

A nem számszerűsíthető értékek meghatározása során a következő szempontokat vettem figyelembe:

- Az állványok karbantartási igényeinél a soros kivitelűeknél csak az meghatározott időszakonkénti állvány felülvizsgálatot kell elvégezni, míg az utántöltős állványoknál folyamatosan ellenőrizni kell az alkatrészek megfelelő működését, valamint ha javításra kerül a sor, akkor azt ennél a típusnál körülményesebb elvégezni.
- Az anyagmozgató rendszerek között nem sok eltérés van, a felrakótargoncás kiszolgálás esetén adódik némi többlet karbantartási igény.

- A FIFO elv betartásának elősegítésénél az utántöltős állvány működési elve miatt kapta meg a maximális pontot.
- A termékpaletta változásához a soros állványok alkalmazkodnak könnyebben, hiszen akár minden tárolási helyre más áruféleség helyezhető. A jobb elválaszthatóság miatt pedig a normál folyosószerűségű kapta a magasabb pontszámot.

7.2.3 Az összehasonlítás eredménye és érzékenységvizsgálata

A raktártervek főszempontok szerinti, valamint végső teljesítési értékeit a 19. táblázatban foglaltam össze.

	Utántöltős	Soros (normál)	Soros (keskeny)
Beruházási költség	0,602	1	0,662
Tároló kapacitás	1	0,771	0,842
Épület kihasználás	1	0,628	0,886
Karbantartási igény	0,550	1	0,950
FIFO elv	1	0,600	0,600
Rugalmasság	0,400	1	0,800
Teljesítési érték	0,805	0,828	0,781

19. táblázat: A tervváltozatok teljesítési értékei

A multikritériumos összehasonlítás alapján tehát a normál folyosó-szélességű soros állványos tervváltozat felel meg legjobban a vizsgált raktározási probléma megoldására. A második az utántöltős állványos terv, a harmadik pedig a keskenyfolyosós soros tárolási rendszerű raktárterv lett. Ez a sorrend a 20. táblázatban összefoglalt értékelési szempont súlyszámok esetén érvényes.

Értékelési szempont	Alsó korlát	Súlyszám	Felső korlát
Beruházási költség	0,24	0,30	1,00
Tároló kapacitás	0,00	0,25	0,31
Épület kihasználás	0,00	0,20	0,24
Karbantartási igény	0,04	0,10	1,00
FIFO elv	0,00	0,10	0,14
Rugalmasság	0,00	0,05	1,00

20. táblázat: Az értékelési szempontok súlyszámainak korlátai

A döntési modell érzékenységvizsgálatából megállapítható, hogy az összehasonlítási szempontokhoz rendelt súlyszámok értékei nem alsó vagy felső határhelyzetükben vannak, tehát csak egynek nagyobb mértékű, vagy több kisebb változtatása esetén változna meg az értékelés eredménye.

7.3 Az összehasonlítás eredményének értelmezése

A raktározási feladat megoldására tehát a normál folyosó-szélességű soros állványos tárolás felel meg leginkább a háromféle rendszer közül. Azonban a tervváltozatok közötti eltérés 5%-on belüli, tehát nagyon kis különbségek alakultak ki közöttük. A választást könnyen befolyásolhatják a beruházó egyéni céljai, igényei.

Az összehasonlítás megmutatta, hogy egy megfelelően megtervezett hagyományos állványokból és kiszolgálógépekből álló rendszer is képes lehet felvenni a versenyt egy speciálisan az adott feladat ellátására szolgáló tárolási rendszerrel. A soros állványos rendszer legfőbb előnyei, amelyek alapján a rangsorban az első helyen végezhetett az alacsony beruházási költsége, egyszerű karbantarthatósága valamint a változásokhoz történő könnyű alkalmazkodóképessége voltak. A tervezés során nagyfokú variálhatóságának köszönhetően sikerült kialakítani egy a lehetőségekhez mérten jó kihasználtságú tárolóterületet, amely lehetővé tette a folyamatok gyors és hatékony kiszolgálását.

A görgős utántöltős raktárterv teljesítette az elméleti leírásban is említett nagymértékű tárolóter kihasználást, és a többi változathoz képest nagyobb mennyiségű tárolási egység kezelését, valamint a FIFO folyamatba történő kiváló beilleszkedést. Hátránya az általánosan nagy beruházási költsége és az üzemeltetéshez szükséges nagyobb karbantartási igény mellett viszonylag merev struktúrája volt, ami miatt a tárolóterületet nem lehetett teljes mértékben kihasználhatóvá tenni. Másik hátránya, hogy a kommissiózási folyamathoz létesíteni kellett más típusú állványrendszert is. Végül pedig a raktártervben a tárolóterület méretei, valamint a nagyobb fokú alkalmazkodóképesség miatt kiépített viszonylag rövid tárolócsatornák csökkentették a rendszerre jellemző előnyök érvényre jutását.

A keskenyfolyosós soros állványos raktárterv került az utolsó helyre. Ez a tény annak tudható be, hogy egyik értékelési szempontból sem tudott kiemelkedő értéket produkálni, a másik két tervváltozathoz képest mindig csak köztes eredményt ért el, ami ebben az esetben nem volt elegendő. A rossz teljesítmény okának a merev struktúra tudható be, amelyet nem lehetett sikeresen beilleszteni a raktár folyamataiba és az épület szerkezetébe, így legfontosabb előnyei nem tudtak érvényesülni.

Az utántöltő állványos és a normál folyosó-szélességű raktárterv tehát az általános értékelésnek megfelelő eredményeket szolgáltatotta a valós rendszerben történő alkalmazás esetében is. A telepítési körülmények most a hagyományos állványrendszer számára voltak kedvezőbbek. Általánosságban elmondható, hogy az ennél kisebb forgalmú raktárak esetében sikeresen alkalmazhatóak a hagyományos tárolási rendszerek, a nagyobb és homogénebb áru-összetételű raktározási feladatok esetében pedig érdemes az utántöltős állványok jobban érvényre jutó előnyeit kihasználni.

8. Összefoglalás

Diplomatervemben a FIFO rendszerű, átfutó illetve hagyományos, soros elrendezésű állványok gyakorlati alkalmazásának összehasonlítását végeztem el. A dolgozat elején ismertettem a tárolási rendszerek tulajdonságait, jellemző kialakítási változatait, az alkalmazható kiszolgálási módjaikat, működésüket, és kiemeltem legfőbb előnyeiket illetve hátrányaikat.

Az állványrendszerek gyakorlati alkalmazásának megvalósítását a Friss Kóktél Élelmiszer Nagykereskedelmi Kft. veszprémi telephelyén vizsgáltam meg, ahol a vállalat tej és tejtermékek valamint feldolgozott húsipari készítmények tárolását, és elosztását végezte. A telepítési környezet bemutatását követően a tárolandó termékfajtákból árucsoportokat képezve meghatároztam azok fő logisztikai paramétereit. Ismertettem a raktározás során lebonyolítandó folyamatokat úgy, mint a beérkező tehergépjárművek kiszolgálása, a homogén tárolási egységekből a vevői megrendeléseknek megfelelő egységtrakományok összeállítása, ellenőrzése, valamint a visszáru kezelése. A dolgozat következő részében a különböző tárolási rendszereknek megfelelően alakítottam ki a telephely belső elrendezését és folyamatait.

Az első tervváltozatban a FIFO rendszerű utántöltős állványos raktárt valósítottam meg, amelynek kiszolgálására nagyemelésű gépi targoncákat alkalmaztam. A második raktártervben a soros állványokat az első raktározási rendszerben alkalmazott anyagmozgató-gépekkel együtt alkalmazva kialakítottam egy hagyományos tárolási rendszert. A harmadik raktárterv esetén a soros állványos tervváltozat kapacitásának növelésére felrakótargoncás kiszolgálást alkalmaztam. A tárolótéri rendszerek kialakításán túl mindhárom esetben megterveztem az áru-előkészítő tér elrendezését, folyamatait valamint meghatároztam az adott raktár üzemeltetéséhez szükséges anyagmozgató-gépek és alkalmazottak számát. A tervezés után minden esetben összefoglaltam a raktártervre jellemző paramétereket.

A diplomaterv befejező részében multikritériumos döntésegítő algoritmus segítségével meghatároztam a három tervváltozat teljesítési értékeit az adott raktározási feladat megoldása során. A többi rendszerhez viszonyított jó térfogat-kihasználásának köszönhetően az utántöltős állványos raktárterv rendelkezett a legnagyobb tárolókapacitással, azonban elméleti, és a raktártervezési folyamat során felmerült hátrányait ez a tény nem tudta kellő mértékben ellensúlyozni. A normál folyosó-szélességű tervváltozat bizonyult a legjobb megoldásnak ebben a raktározási feladatban alacsony beruházási és üzemeltetési költségei, valamint a többi raktártervhez képest jó tárolókapacitása miatt. A keskenyfolyosós, felrakótargoncás raktárterv főbb előnyeit ebben a telepítési környezetben nem lehetett megfelelően kihasználni, így harmadik helyre szorult a tervváltozatok értékelése során.

Az összehasonlító módszer érzékenységvizsgálatának eredményeként kiderült, hogy csak az értékelési szempontokhoz rendelt súlyszámok nagymértékű változtatása esetén változik meg a tervváltozatok sorrendje, így jelen esetben a normál folyosós raktárterv bizonyult az optimális megoldásnak. Azonban a szempontokat valamint azok fontosságát minden raktározási feladat megoldása során a tervezőnek az adott körülményeknek megfelelően valamint a beruházó igényeit figyelembe véve egyedileg át kell dolgoznia, ezzel elősegítve a későbbi üzemeltetéshez az optimális tervváltozat kiválasztását.

Felhasznált irodalom

- [1] dr. Prezenszki József: Raktározástechnika (1988)
- [2] dr. Prezenszki József: Logisztika I. – Bevezető fejezetek (2003)
- [3] dr. Prezenszki József: Logisztika II. – Módszerek, eljárások (2003)
- [4] dr. Bóna Krisztián: Targoncás kiszolgálású darabárus itálipari nagykereskedelmi elosztóraktár tervezése (Tervezési segédlet) (2008)
- [5] Kovács Gábor: Az elektronikus fuvar- és raktárbörzék tenderei esetén alkalmazható multikritériumos döntésegítő algoritmus (2008)
- [6] Kovács Gábor: Az elektronikus fuvar- és raktárbörzék tenderei esetén alkalmazható MDA kiegészítő moduljai: Érzékenységvizsgálat, csoportos döntéshozatal (2008)
- [7] Meta: Lagertechnik – Bestellkatalog (2010)
- [8] Alkalmazott targoncatípusok: <http://www.still.hu/>
- [9] Tároló ládák, tálcák: <http://albuplast.hu/>
- [10] Raktározási rendszerek: <http://www.allvanyrendszerek.hu/>

Mellékletek

1. A tárolandó termékekből képzett árucsoportok
2. Az utántöltős állványos raktárterv folyamatainak AIM táblázatai
3. A normál folyosó-szélességű raktárterv folyamatainak AIM táblázatai
4. A keskeny folyosó-szélességű raktárterv folyamatainak AIM táblázatai

Rajzok

5. Utántöltős állványos tervváltozat (1/2, 2/2)
6. Normál folyosó-szélességű tervváltozat (1/2, 2/2)
7. Keskeny folyosó-szélességű tervváltozat (1/2, 2/2)

1. melléklet

A tárolandó termékekből képzett árucsoportok

Az árucsoportok mértékadó magasságát és tömegét a csoporton belüli maximális értékeknek feleltetem meg, beleértve az egységpragomány-képző eszköz paramétereit.

Ács. megnev.	Termékek megnevezése	Gyűjtőcsomagolás típusa	Mennyiség (db)	Magasság (mm)	Tömeg (kg)
T01	tartós, féltartós tej és ízesített tejkészítmény	hpl. doboz, zsugorfólia	31	994	650
T02	tartós, féltartós tej és ízesített tejkészítmény	hpl. doboz, zsugorfólia	28	1144	780
T03	tasakos tej és ízesített tejkészítmény	tejipari szállítóláda	24	1014	535
T11	tejföl, kefir joghurt	tejtermék szállító tálca – kicsi (papír, műanyag)	21	1198	460
T12	tejföl, kefir joghurt	tejtermék szállító tálca – nagy (papír, műanyag)	17	1198	341
T13	egész sajt	tejipari szállítóláda	10	1014	662
T14	szeletelt, ömlesztett sajt	hpl. doboz	12	894	550
T15	vaj, margarin, tejszín	hpl. doboz	8	1144	740
T16	vaj, margarin, tejszín	hpl. doboz	9	844	620
T17	túró	tejipari szállítóláda	5	1014	560
H01	szeletelt és rúd felvágott	hpl. doboz	16	744	550
H02	szeletelt és rúd felvágott	hpl. doboz	27	894	650
H03	szeletelt és rúd felvágott	hpl. doboz	24	1144	770
H04	rúd felvágott	húsipari szállítóláda	28	1014	697

1. táblázat: A kialakított árucsoportok

2. melléklet:

Az utántöltős állványos raktárterv folyamatainak AIM táblázatai

Az AIM táblázatokban a folyamatokat műveletelemekre bontjuk, és ezek időszükségleteit (t_i) megszorozzuk az egy folyamaton belüli előfordulásuk számával (f_i). Az így kapott időértékeket összegezve alakul ki a folyamat alapideje (t_a). Ezt a pihenési és környezeti pótléktényezővel kiegészítve kapjuk meg a folyamat tervezett idejét (t_t). A művelet intenzitását (napi előfordulási gyakoriság, I) megszorozva a tervezett idővel pedig megkapható a művelet összes időszükséglete. A folyamatok anyagmozgatási távolságainál átlagos értékeket vettem figyelembe. A környezeti tényező értékét a raktári körülményeknek megfelelően 0,1-re választottam. A pihenési tényező értéke gépi anyagmozgatás esetén 0,05, kézi anyagmozgatás esetén pedig 0,1.

$$t_a = \sum f_i \cdot t_i ; \quad t_t = t_a \cdot (1 + p + k) ; \quad t_{\text{össz}} = I \cdot t_t$$

R1-1: Beszállító járművek kirakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		589	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i (10^{-2}min)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ (10^{-2}min)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	18	1	18
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-Ü	15	1	15
A művelet alapideje				t_a (min)	1,61
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,85
A művelet összes időszükséglete				$t_{\text{össz}}$ (h)	18,18

1. táblázat: Az R1-1 folyamat AIM táblázata

R1-2: Betárolás az ideiglenes tárolóból a tárolótérre					
művelet intenzitása (ER/nap)		589	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		30	lehelyezési szint		4
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-30-R	27	1	27
5.	Rakománylehelyezés	L-4-R	100	1	100
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-30-Ü	22,5	1	22,5
A művelet alapideje				t_a (min)	2,48
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,85
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	27,94

2. táblázat: Az R1-2 folyamat AIM táblázata

R1-3: Kitárolás a tárolótérből az árukiadó térbe					
művelet intenzitása (ER/nap)		196	felvételi szint		4
átlagos távolság (m)		40	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-4-R	90	1	90
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-40-R	36	1	36
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-40-Ü	30	1	30
A művelet alapideje				t_a (min)	2,54
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,92
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	9,54

3. táblázat: Az R1-3 folyamat AIM táblázata

R1-4: Kitérítés a tárolótérből a kommissiózó térbe					
művelet intenzitása (ER/nap)		393	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		3
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	18	1	18
5.	Rakománylehelyezés	L-3-R	65	1	65
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-Ü	15	1	15
A művelet alapideje				t_a (min)	1,96
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,25
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	14,76

4. táblázat: Az R1-4 folyamat AIM táblázata

R1-5: A kommissiózó tér és a soros állványok közötti mozgatás					
művelet intenzitása (ER/nap)		589	felvételi szint		3
átlagos távolság (m)		10	lehelyezési szint		3
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-3-R	65	1	65
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-10-R	9	1	9
5.	Rakománylehelyezés	L-3-R	65	1	65
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-10-R	9	1	9
A művelet alapideje				t_a (min)	2,16
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,48
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	24,38

5. táblázat: Az R1-5 folyamat AIM táblázata

R1-6: A kiszállító járművek rakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		589	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		10	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-10-R	9	1	9
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-10-Ü	7,5	1	7,5
A művelet alapideje				t_a (min)	1,45
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,66
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	16,31

6. táblázat: Az R1-6 folyamat AIM táblázata

R1-7: Göngyöleg kirakodása a járművekből					
művelet intenzitása (ER/nap)		33	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-20-R	30	1	30
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,63
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,87
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	1,03

7. táblázat: Az R1-7 folyamat AIM táblázata

R1-8: Göngyöleg mozgatása a raktárban					
művelet intenzitása (ER/nap)		56	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		40	lehelyezési szint		1
Ssz.	Művelelem megnevezése	Művelelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-40-R	60	1	60
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-40-Ü	40	1	40
A művelet alapideje				t_a (min)	2,13
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	2,29

8. táblázat: Az R1-8 folyamat AIM táblázata

R1-9: Kommissiózás közbeni anyagmozgatás					
művelet intenzitása (ER/nap)		393	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		5;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Művelelem megnevezése	Művelelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	25	450
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-5-R	7,5	25	187,5
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	25	450
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	5	1	5
A művelet alapideje				t_a (min)	11,70
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	13,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	88,09

9. táblázat: Az R1-9 folyamat AIM táblázata

R1-10: Kitárolás az árukiadó térbe a komissiózás után					
művelet intenzitása (ER/nap)		393	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		30;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-30-R	45	1	45
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,78
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,05
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	13,41

10. táblázat: Az R1-10 folyamat AIM táblázata

R1-11: Komissiózás					
művelet intenzitása (ER/nap)		393	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		1;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	10	25	250
2.	Indítás – megállás	H-1-II	1,4	25	35
3.	Irányváltás	L	9	25	225
4.	Rakott menet	H-1-I	1,1	25	27,5
A művelet alapideje				t_a (min)	5,38
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	6,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	42,25

11. táblázat: Az R1-11 folyamat AIM táblázata

3. melléklet:

A normál folyosó-szélességű raktárterv folyamatainak AIM táblázatai

Az AIM táblázatokban a folyamatokat műveletelemekre bontjuk, és ezek időszükségleteit (t_i) megszorozzuk az egy folyamaton belüli előfordulásuk számával (f_i). Az így kapott időértékeket összegezve alakul ki a folyamat alapideje (t_a). Ezt a pihenési és környezeti pótléktényezővel kiegészítve kapjuk meg a folyamat tervezett idejét (t_t). A művelet intenzitását (napi előfordulási gyakoriság, I) megszorozva a tervezett idővel pedig megkapható a művelet összes időszükséglete. A folyamatok anyagmozgatási távolságainál átlagos értékeket vettem figyelembe. A környezeti tényező értékét a raktári körülményeknek megfelelően 0,1-re választottam. A pihenési tényező értéke gépi anyagmozgatás esetén 0,05, kézi anyagmozgatás esetén pedig 0,1.

$$t_a = \sum f_i \cdot t_i ; \quad t_t = t_a \cdot (1 + p + k) ; \quad t_{\text{össz}} = I \cdot t_t$$

R2-1: Beszállító járművek kirakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		461	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i (10^{-2}min)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ (10^{-2}min)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	18	1	18
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-Ü	15	1	15
A művelet alapideje				t_a (min)	1,61
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,85
A művelet összes időszükséglete				$t_{\text{össz}}$ (h)	14,23

1. táblázat: Az R2-1 folyamat AIM táblázata

R2-2: Betárolás az ideiglenes tárolóból a tárolótérre					
művelet intenzitása (ER/nap)		461	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		30	lehelyezési szint		4
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-30-R	27	1	27
5.	Rakománylehelyezés	L-4-R	100	1	100
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-30-Ü	22,5	1	22,5
A művelet alapideje				t_a (min)	2,48
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,85
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	21,87

2. táblázat: Az R2-2 folyamat AIM táblázata

R2-3: Kitárolás a tárolótérből az árukiadó térbe					
művelet intenzitása (ER/nap)		154	felvételi szint		4
átlagos távolság (m)		35	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-4-R	90	1	90
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-35-R	31,5	1	31,5
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-35-Ü	26,25	1	26,25
A művelet alapideje				t_a (min)	2,46
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,83
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	7,25

3. táblázat: Az R2-3 folyamat AIM táblázata

R2-4: Kitérítés a tárolótérből a kommissiózó térbe					
művelet intenzitása (ER/nap)		307	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		3
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	18	1	18
5.	Rakománylehelyezés	L-3-R	65	1	65
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-Ü	15	1	15
A művelet alapideje				t_a (min)	1,96
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,25
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	11,53

4. táblázat: Az R2-4 folyamat AIM táblázata

R2-5: A kommissiózó tér és a soros állványok közötti mozgás					
művelet intenzitása (ER/nap)		461	felvételi szint		3
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		3
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-3-R	65	1	65
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	9	1	9
5.	Rakománylehelyezés	L-3-R	65	1	65
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-R	9	1	9
A művelet alapideje				t_a (min)	2,34
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,69
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	20,68

5. táblázat: Az R2-5 folyamat AIM táblázata

R2-6: A kiszállító járművek rakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		461	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		10	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-10-R	9	1	9
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-10-Ü	7,5	1	7,5
A művelet alapideje				t_a (min)	1,45
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,66
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	12,77

6. táblázat: Az R2-6 folyamat AIM táblázata

R2-7: Göngyöleg kirakodása a járművekből					
művelet intenzitása (ER/nap)		26	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-20-R	30	1	30
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,63
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,87
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	0,81

7. táblázat: Az R2-7 folyamat AIM táblázata

R2-8: Göngyöleg mozgatása a raktárban					
művelet intenzitása (ER/nap)		44	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		40	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-40-R	60	1	60
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-40-Ü	40	1	40
A művelet alapideje				t_a (min)	2,13
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	1,80

8. táblázat: Az R2-8 folyamat AIM táblázata

R2-9: Kommissiózás közbeni anyagmozgatás					
művelet intenzitása (ER/nap)		307	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		5;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	25	450
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-5-R	7,5	25	187,5
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	25	450
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	5	1	5
A művelet alapideje				t_a (min)	11,70
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	13,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	68,82

9. táblázat: Az R2-9 folyamat AIM táblázata

R2-10: Kitárolás az árukiadó térbe a kommissiózás után					
művelet intenzitása (ER/nap)		307	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		30;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-30-R	45	1	45
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,78
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,05
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	10,47

10. táblázat: Az R2-10 folyamat AIM táblázata

R2-11: Kommissiózás					
művelet intenzitása (ER/nap)		307	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		1;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	10	25	250
2.	Indítás – megállás	H-1-II	1,4	25	35
3.	Irányváltás	L	9	25	225
4.	Rakott menet	H-1-I	1,1	25	27,5
A művelet alapideje				t_a (min)	5,38
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	6,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	33,00

11. táblázat: Az R2-11 folyamat AIM táblázata

4. melléklet:

A keskeny folyosó-szélességű raktárterv folyamatainak AIM táblázatai

Az AIM táblázatokban a folyamatokat műveletelemekre bontjuk, és ezek időszükségleteit (t_i) megszorozzuk az egy folyamaton belüli előfordulásuk számával (f_i). Az így kapott időértékeket összegezve alakul ki a folyamat alapideje (t_a). Ezt a pihenési és környezeti pótléktényezővel kiegészítve kapjuk meg a folyamat tervezett idejét (t_t). A művelet intenzitását (napi előfordulási gyakoriság, I) megszorozva a tervezett idővel pedig megkapható a művelet összes időszükséglete. A folyamatok anyagmozgatási távolságainál átlagos értékeket vettem figyelembe. A környezeti tényező értékét a raktári körülményeknek megfelelően 0,1-re választottam. A pihenési tényező értéke gépi anyagmozgatás esetén 0,05, kézi anyagmozgatás esetén pedig 0,1.

$$t_a = \sum f_i \cdot t_i ; \quad t_t = t_a \cdot (1 + p + k) ; \quad t_{\text{össz}} = I \cdot t_t$$

R3-1: Beszállító járművek kirakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		504	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i (10^{-2}min)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ (10^{-2}min)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-20-R	18	1	18
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-20-Ü	15	1	15
A művelet alapideje				t_a (min)	1,61
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,85
A művelet összes időszükséglete				$t_{\text{össz}}$ (h)	15,55

1. táblázat: Az R3-1 folyamat AIM táblázata

R3-2: Betárolás az id. tárolóból a felrakótargoncák átadóponthoz					
művelet intenzitása (ER/nap)		504	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		40	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-40-R	36	1	36
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-40-Ü	30	1	30
A művelet alapideje				t_a (min)	1,94
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,23
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	18,74

2. táblázat: Az R3-2 folyamat AIM táblázata

R3-3: Kitárolás a felrakótargoncák átadóponthól az árukiadó térbe					
művelet intenzitása (ER/nap)		168	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		50	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Irányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-50-R	45	1	45
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Irányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-50-Ü	37,5	1	37,5
A művelet alapideje				t_a (min)	2,11
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,42
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	6,78

3. táblázat: Az R3-3 folyamat AIM táblázata

R3-4: A kiszállító járművek rakodása					
művelet intenzitása (ER/nap)		504	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		10	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F-1-R	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
3.	Írányváltás	IV	18	1	18
4.	Rakott menet	HV-10-R	9	1	9
5.	Rakománylehelyezés	L-1-R	30	1	30
6.	Indítás – megállás	IM	16	1	16
7.	Írányváltás	IV	18	1	18
8.	Üres menet	HV-10-Ü	7,5	1	7,5
A művelet alapideje				t_a (min)	1,45
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,66
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	13,96

4. táblázat: Az R3-4 folyamat AIM táblázata

R3-5: Göngyöleg kirakodása a járművekből					
művelet intenzitása (ER/nap)		29	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	f_i*t_i ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Írányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-20-R	30	1	30
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Írányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,63
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,87
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	0,91

5. táblázat: Az R3-5 folyamat AIM táblázata

R3-6: Göngyöleg mozgatása a raktárban					
művelet intenzitása (ER/nap)		48	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		40	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-40-R	60	1	60
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-40-Ü	40	1	40
A művelet alapideje				t_a (min)	2,13
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	1,96

6. táblázat: Az R3-6 folyamat AIM táblázata

R3-7: Göngyöleg kirakodása a járművekből					
művelet intenzitása (ER/nap)		336	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		5;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Irányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-5-R	30	1	30
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Irányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	11,70
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	13,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	75,32

7. táblázat: Az R3-7 folyamat AIM táblázata

R3-8: A komissiózó állványok feltöltése					
művelet intenzitása (ER/nap)		1008	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Írányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-20-R	30	1	30
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Írányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-0-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,63
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	1,87
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	31,49

8. táblázat: Az R3-8 folyamat AIM táblázata

R3-9: Kitárolás az árukiadó térbe a kommissiózás után					
művelet intenzitása (ER/nap)		336	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		30;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	Műveletelem megnevezése	Műveletelem jele	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	30	1	30
2.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
3.	Írányváltás	IV	11	1	11
4.	Rakott menet	HV-30-R	45	1	45
5.	Rakománylehelyezés	L	25	1	25
6.	Indítás – megállás	IM	18	1	18
7.	Írányváltás	IV	11	1	11
8.	Üres menet	HKT-20-Ü	20	1	20
A művelet alapideje				t_a (min)	1,78
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	2,05
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	11,46

9. táblázat: Az R3-9 folyamat AIM táblázata

R3-10: Komissiózás					
művelet intenzitása (ER/nap)		336	felvételi szint		1
átlagos távolság (m)		1;20	lehelyezési szint		1
Ssz.	<i>Műveletelem megnevezése</i>	<i>Műveletelem jele</i>	t_i ($10^{-2}min$)	f_i (db)	$f_i \cdot t_i$ ($10^{-2}min$)
1.	Rakományfelvétel	F	10	25	250
2.	Indítás – megállás	H-1-II	1,4	25	35
3.	Irányváltás	L	9	25	225
4.	Rakott menet	H-1-I	1,1	25	27,5
A művelet alapideje				t_a (min)	5,38
A művelet tervezett ideje				t_t (min)	6,45
A művelet összes időszükséglete				$t_{össz}$ (h)	36,12

10. táblázat: Az R3-10 folyamat AIM táblázata