

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Közlekedésmérnöki és Járműmérnöki Kar
Közlekedésüzemi Tanszék

Soros állványos tárolótér tervező program fejlesztése

TDK dolgozat

Készítette: Kardos Ádám, Közlekedésmérnöki szak
Konzulensek: Dr. Kovács Péter egyetemi adjunktus
Kovács Gábor tanársegéd
Lénárt Balázs tanársegéd

2011. november

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	3
1. A raktári rendszerek jellemzése, osztályozása.....	4
1.1. A raktári rendszerek összetevői	7
1.2. Darabárut tároló raktári rendszerek	7
2. A feladat lehatárolása.....	10
3. A tervezési folyamatban való elhelyezés.....	12
4. A SATAK ismertetése	14
4.1. A program kezelőfelületének megismerése	15
4.2. A program futtatásának eredménye	15
4.2.1. A kiindulási adatok és a számítás eredménye.....	16
4.2.2. A tárolótéri alaprajz és metszet.....	21
5. Tárolótéri tervező program fejlesztése AutoCAD környezetben	22
5.1. A program funkciói.....	24
5.1.1. A rekeszegység létrehozása	25
5.1.2. Az elrendezés tervezése	33
5.2. A program futtatása, a kapott elrendezés elemzése	37
5.3. Fontosabb algoritmusok működésének leírása	45
5.3.1. A rekeszegység paramétereinek kinyerésére szolgáló algoritmus.....	45
5.3.2. Állványok Y koordinátáinak meghatározására szolgáló algoritmus	47
5.4. További fejlesztési lehetőségek	50
ÖSSZEFOGLALÁS	53
Felhasznált irodalom.....	54
Ábrajegyzék	55
Mellékletek	57

BEVEZETÉS

Jelen dolgozatom a raktártervezés folyamatának egyik lépésével foglalkozik, mégpedig a tárolótéri előtervek készítésének lehetséges automatizálhatóságáról.

Raktárak vannak, raktárak lesznek, hiszen a fogyasztó nem abban a pillanatban szeretne az áruhoz jutni, amikor készen van (vagy fordítva, az áru elkészítésének idejét igen nehéz a fogyasztói szokásokra pontosan rászabni, legtöbbször nem is lehetséges). Ilyenkor az árut bizonyos ideig tárolni kell, mielőtt a fogyasztóhoz kerül, ez pedig raktárakban lehetséges.

Tehát a raktárak létesítése elengedhetetlen, ezt pedig minden esetben meg kell, hogy előzze a tervezési folyamat. A valóságban sokféle raktár létezik attól függően, hogy milyen feladatot tölt be, mi a funkciója, illetve az ellátási láncban hol helyezkedik el. Ezért nincs egyértelmű, jól definiálható tervezési folyamat, minden raktár más és más tervezési lépéseket igényelhet. Azonban e folyamatban a tárolótéri előtervek elkészítése minden esetben nagyon hasonló elgondolásokon alapul.

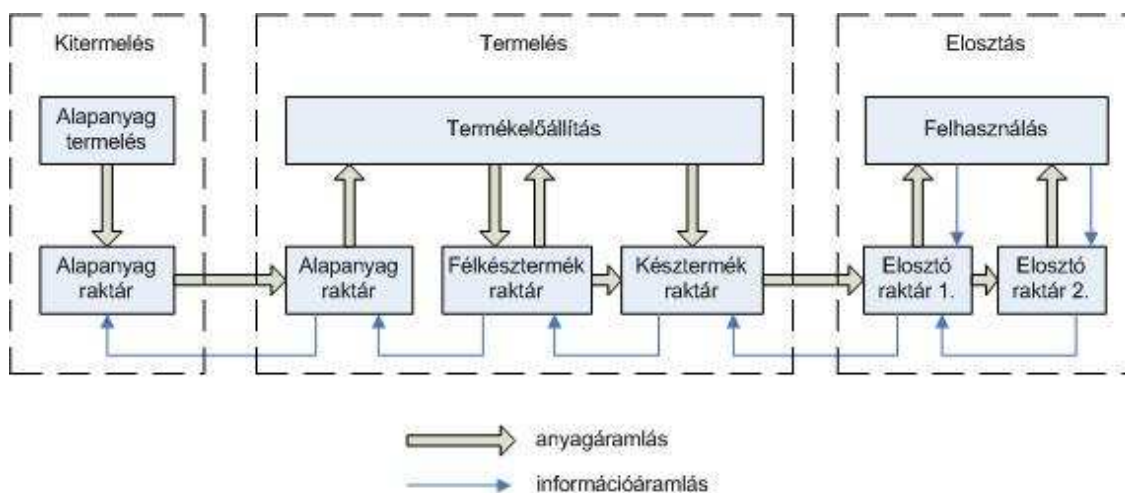
A Logisztikai Rendszerek Tervezése III. című tantárgy keretén belül már megismerkedhettünk egy, az előtervek készítésére használható programmal, a SATAK-kal. A programnak vannak számos előnyei, azonban fejlesztési lehetőségeket is rejt még magában. Céлом, a program felülvizsgálata és fejlesztése olyan irányban, hogy a program által generált előterveket már egy megfelelő tervező felületen, rajzi környezetben kapjuk meg. Továbbá az előtervek elkészítése egyéb szempontok figyelembevételével is történhessen: tehát a tárolótéri előterveket szeretném kidolgozottság tekintetében közelebb hozni a végleges tervhez – tulajdonképpen pontosabb előterveket generálni a program segítségével –, ezáltal csökkenteni a végleges terv elkészítésére fordított időt, továbbá cél az, hogy a tervezés során több támogatást kapjon a program felhasználója az elrendezés tervezésében.

1. A raktári rendszerek jellemzése, osztályozása

A raktárak feladata a termelés, szállítás és felhasználás időbeli üteme közötti eltérések kiegyenlítése. A raktárak alapvető funkciója az áruk minőségi és mennyiségi megőrzése, de egyéb funkciókat is elláthatnak (pl. csomagolás, egységtrakományképzés, árazás, címkézés, kommissiózás stb.). Főbb célkitűzéseik a logisztikai költségek csökkentése (a készletek csökkentésével) és ezzel ellentétesen a szolgáltatási színvonal (pl. szállítási idő, szállítóképesség, kiszállítói készenlét, rugalmasság, megbízhatóság, minőség stb.) növelése.

A célok elérésének feltételei az optimális raktári készletgazdálkodás és a raktári anyagáramlási folyamatok optimális irányítása. Ennek követelménye, hogy legyen korszerű információs- és irányítási rendszer, illetve korszerű tárolástechnikai megoldások alkalmazása szükséges.

Az alapanyag termeléstől a fogyasztóig terjedő általános logisztikai folyamatmodellt raktározási szempontból felépítve (1. ábra) [1] megállapítható, hogy a raktározás a teljes folyamatban többször is bekapcsolódva tölti be gyűjtő és elosztó funkcióját, sajátos alrendszerként kapcsolja össze a kitermelés, a termelés és az elosztás (az újratermelés részfolyamatait).



1. ábra: A raktárak kapcsolatrendszere az ellátási láncban

A raktárak osztályozhatók a betöltött funkciójuk - a nemzetgazdasági ágazatok (az újratermelési folyamatban), a termelési folyamatban és a térbeli elosztási folyamatban betöltött szerepük – alapján, továbbá a tárolt áruk jellege és a készletváltozás (az áruforgalom) sajátosságai szerint is.

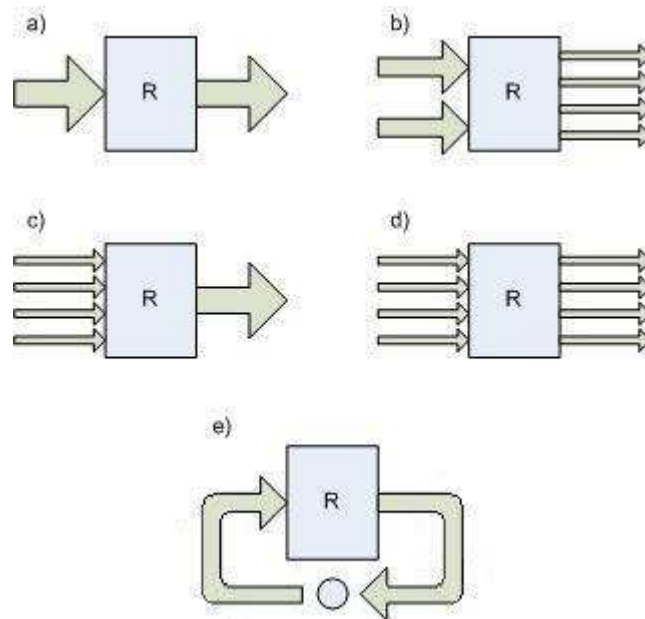
➤ Funkció szerint az alábbi módon osztályozhatók a raktárak:

- A nemzetgazdasági ágban betöltött szerepük szerint:
 - ipari,
 - mezőgazdasági raktárak,
 - kereskedelmi raktárak,
 - közlekedési, szállítmányozói raktárak.
- A termelési folyamatban betöltött szerepük szerint:
 - alapanyag raktárak,
 - segédanyag, üzemanyag raktárak,
 - félkésztermék raktárak,
 - késztermék raktárak.
- A térbeli elosztási folyamatban betöltött szerepük szerint:
 - fogyasztási cikk nagykereskedelmi raktárak,
 - fogyasztási cikk kiskereskedelmi raktárak,
 - termelőeszköz-kereskedelmi és készletező nagykereskedelmi raktárak,
 - felvásárló, melléktermék- és hulladékgyűjtő kereskedelmi raktárak,
 - közlekedési, szállítmányozói raktárak.

➤ A tárolt áruk jellege szerint:

- darabáru raktárak,
- ömlesztett anyag raktárak,
- folyadékok, gázok tárolása.

- Készletváltozás sajátossága szerint az alábbi alapesetek különböztethetők meg (2. ábra) [1]:



2. ábra: A raktárak készletváltozásának típusesetei

- a) Azonos áru fajta érkezik és távozik nagy mennyiségben (pl. közraktárak). Jellemzőjük, hogy a belső műveletek egyszerűek és viszonylag könnyen gépesíthetők.
- b) Kevés áru fajta érkezik nagy mennyiségben, távozik kisebb tételekben (pl. kereskedelmi raktárak). Jellemzőjük, hogy a beérkezett tételeket meg kell bontani, hogy az igényeknek megfelelő kisebb egységek kiadhatók legyenek; részleges kommissiózás szükséges.
- c) Sok áru fajta érkezik kis mennyiségben, távozik nagyobb mennyiségben (pl. felvásárló kereskedelem). Jellemzőjük, hogy a hagyományos raktározással kapcsolatos műveletek mellett egyéb művelet (pl. minőség szerinti válogatást) is végeznek.
- d) Sor áru fajta érkezik és távozik kis mennyiségben (pl. alkatrészraktárak, anyagraktárak stb.). Jellemzőjük, hogy a belső műveletek munkaigényesek és rendszerint csak nagy beruházással gépesíthetők, a térkihasználás viszonylag kicsi.

- e) A távozó áru fajták meghatározott időnként visszatérnek (készletforgó raktárak: szerszámraktár, szertár). Jellemzőjük a kis befogadóképesség és az alacsony gépesítési színvonal.

1.1. A raktári rendszerek összetevői

A raktározási rendszerek struktúrája az alrendszerek, illetve az elemek közötti adott időszakban fennálló, viszonylag tartós kapcsolatok összessége. A raktárak esetében az alábbi alrendszereket különböztetjük meg:

- tárolóberendezés alrendszer (pl. állványok, lombárók, silók vagy nincs is),
- anyagmozgatási és kommissiózási alrendszer,
- épület és létesítmény alrendszer (pl. szabadtéri, hagyományos, csarnok, önhordó épület),
- karbantartási és javítási alrendszer,
- energiaellátó alrendszer (pl. anyagmozgató gépekhez szükséges világítás, hűtés-fűtés stb.).

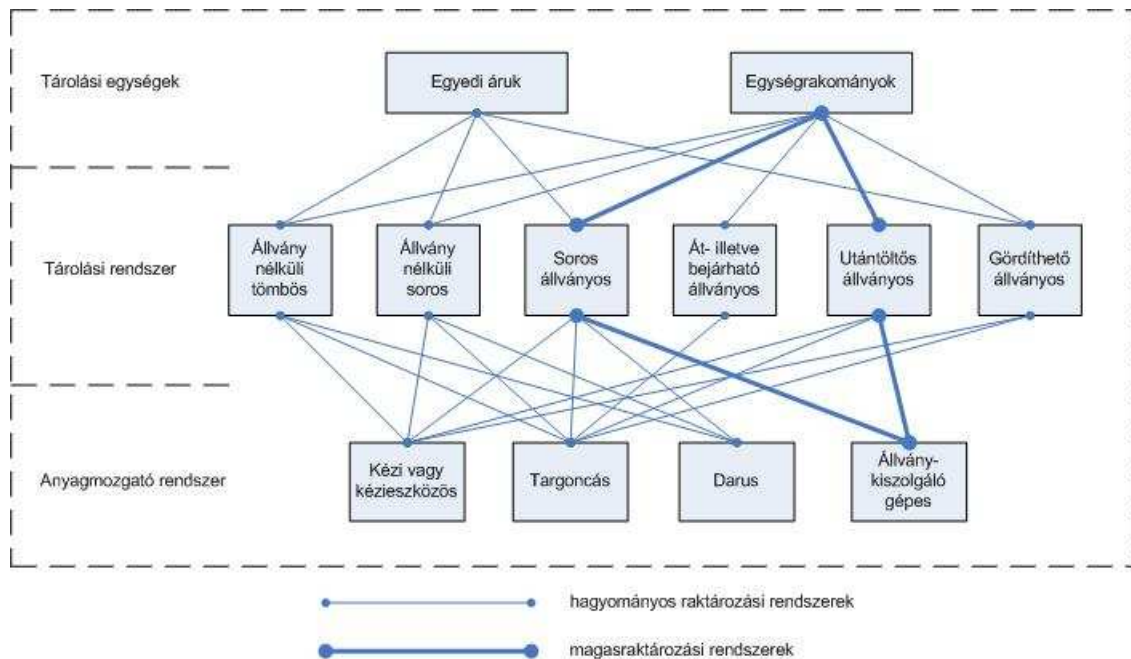
Az alrendszereket a keresztmetszeti funkciót betöltő információs és irányítási részrendszer kapcsolja össze (készletnyilvántartás, tárolóhely nyilvántartás, raktározási és kommissiózási irányítási rendszer stb.)

1.2. Darabárut tároló raktári rendszerek

A darabárak szilárd vagy szilárd burkolattal rendelkező áruk, amelyek alakjukat nem vagy csak kis mértékben változtatják meg a mozgás során.

- A darabárus raktárakban tárolandó árukat a számításba vehető anyagmozgatási és tárolási technológiák szempontjából két fő csoportra osztjuk:
 - Egyedi darabáruk: általában kisméretű, 20–50 kg tömeg alatti termékek (alkatrészek, anyagok, szerszámok stb.) vagy nagyméretű, nagy tömegű, egyedileg kezelhető tárolási egységek (bálák, hordók, papírtekercecsek stb.).
 - Egységrakományba foglalt darabáruk: az egységrakományok egyedi darabárukból, csomagolt ömlesztett anyagokból árualátétek, rakodólapok, tárolóládák stb. felhasználásával vagy egyéb módon (pl. átkötéssel, kötegeléssel, zsugorfóliás burkolással) képzett mozgatási-tárolási egységek. Megkülönböztethetünk kézzel (pl. tárolóládák) vagy géppel (pl. rakodólap) kezelhető egységrakományokat.
- A tárolt árukészlet összetétele szempontjából az alábbi két csoport különböztethető meg:
 - Monostruktúrájú raktárak: viszonylag kicsi a tárolandó árucikkek száma (szélső esetben egy) és nagy az egy árucikkből tárolandó tárolási egységek száma.
 - Polistruktúrájú raktárak: viszonylag nagy a tárolandó árucikkek száma (több ezer is lehet) és kicsi (szélső esetben egy) az egy árucikkből tárolandó tárolási egységek száma.
- A raktári folyamatok szempontja szerint az alábbi csoportokat képezhetjük:
 - Teljes egységeket illetve egységrakományokat tároló raktár: ebben az esetben a teljes egység megegyezik a kiszállítási egységgel.
 - Komissiózó raktár: a teljes egység nem ugyanaz, mint a kiszállítási egység. Ekkor a kiszállítási egységek egyedi áruk vagy különböző árufajta (árucikk) összerakása révén keletkező inhomogén egységrakományok. A komissiózó raktárak – kombinált formában – oly módon is kialakíthatók, hogy külön tárolótérben tárolják a teljes (megbontatlan) egységrakományokat, és innen töltik fel a komissiózó raktárrészt, ahol a tulajdonképpeni komissiózást végzik (azaz kigyűjtik a már megbontott egységrakományból a különböző kiszállítási megrendelésekben szereplő árukat).

A darabárus raktározási rendszerek a meghatározó elemek különböző változatainak lehetséges kombinációjaként képezhetők (3. ábra) [1]. A tárolási egységek jellege (egyedi darabáru vagy egységgrakomány) alakja, térfogata, saját tömege, a tárolási mennyiség stb. elsődlegesen meghatározó a tárolási rendszer és az anyagmozgató rendszer megválasztása szempontjából.



3. ábra: A darabárus raktározási rendszer elemeinek lehetséges kombinációi

➤ Az alkalmazható tárolási rendszerek főbb változatai:

- állvány nélküli tömbös tárolás,
- állvány nélküli soros tárolás,
- soros állványos tárolás,
- át- illetve bejárható állványos tárolás,
- utántöltős állványos tárolás,
- gördíthető állványos tárolás,
- egyéb technológiák: pl. görgős tárolóállványos, körforgó állványos, stb.

➤ Az alkalmazható anyagmozgató rendszer lehet:

- kézi vagy kézi eszközös,
- targoncás,
- darus,
- állványkiszolgáló gépes.

2. A feladat lehatárolása

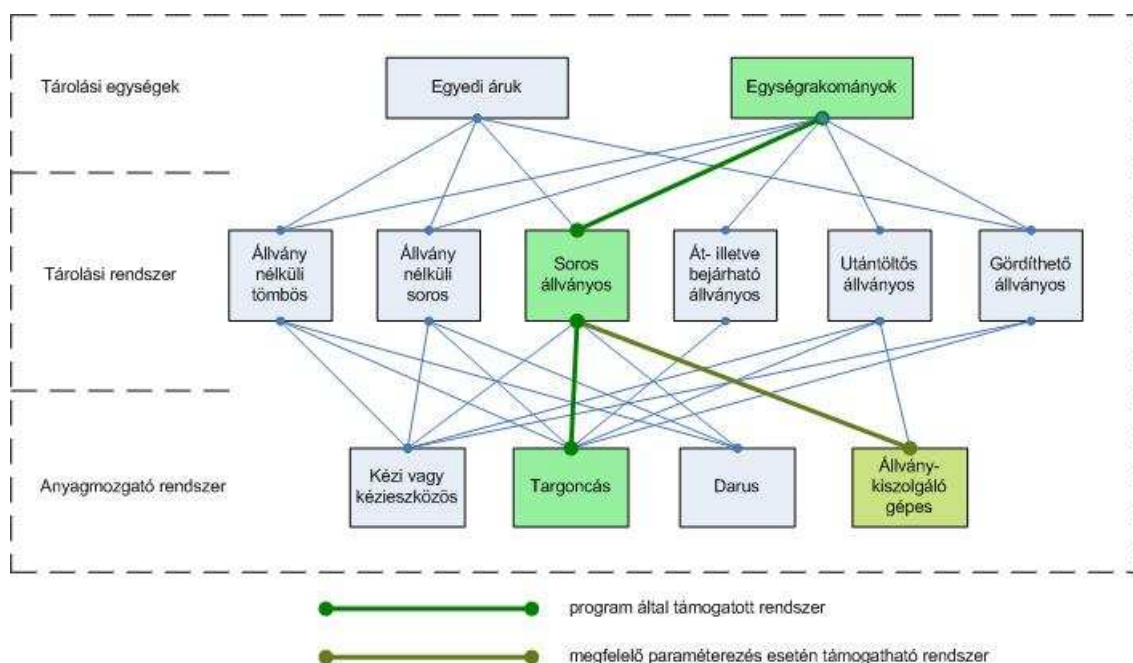
A tervezési feladathoz le kell határolni, milyen raktári rendszer, azon belül milyen tárolótéri kialakítás tervezhető a program segítségével, ehhez a fentebb leírt vázlatpontokon szükséges végigmenni.

- A raktár funkciója: látható, hogy a különféle raktárak az ellátási láncban mindenhol jelen vannak. A raktár tárolóterének kialakítását a raktár funkciója tulajdonképpen nem befolyásolja.
- A tárolt áruk jellege: a tervezhető raktár *darabáruk* befogadására alkalmas.
- A készletváltozás sajátossága: ehhez ismerni kéne a tárolótér külső kapcsolatait, azonban ezzel nem foglalkozik a program - csakis a tárolótér geometriájának meghatározását támogatja.
- A létesítmény és épület alrendszer: fedett épületekben (*hagyományos, csarnok, önhordó épületek*) való tervezéséhez ajánlott a program.
- A tárolandó áruk: a tárolandó áruk szempontjából – manapság a leginkább elterjedt – *EUR rakodólapos egységrakományokat* lehet elhelyezni a raktárban. Az egységrakomány befoglaló méreteinek alapterületét a rakodólap adja, a magassági méret tetszőleges, de csak egy fajta érték lehet a tárolóterületen belül.
- A tárolt árukészlet összetétele: a raktárban azonos geometriai adottságokkal rendelkező egységrakományokat szükséges elhelyezni célszerűen nagy

menyiségben, tehát azt lehet mondani, hogy a tárolt árukészlet szempontjából *monostruktúrájú*.

- A raktári folyamatok: a raktári folyamatok nem ismertek, mivel a raktár kapcsolatai nincsenek definiálva. Annyit el lehet mondani, hogy a kommissiózás a tárolótéren kívül zajlik, tehát a tárolótérbe bemenő egységgrakományok változatlan formában hagyják el a tárolóteret.
- Az tárolási rendszer: a program kizárólag *soros állványos* tárolási rendszer tervezésére alkalmas, mivel a soros elrendezés az, aminek elhelyezése mélyebb átgondolást igényelhet, szemben például egy egyszerű tömbös elrendezéssel.
- Az anyagmozgató rendszer: a rakodólapos egységgrakományok megkívánják a *gépi kiszolgálást*. Azon belül az anyagmozgató gép szükséges geometriai paraméterei miatt nemcsak targoncás kiszolgálású lehet az anyagmozgató rendszer, hanem a megfelelő paraméterezéssel akár állványkiszolgáló gépes is.

A darabárus raktározási rendszerek áttekintő ábráján tehát kijelölhető az a tárolási egység, tárolási rendszer és anyagmozgató rendszer kombináció, amellyel a program képes dolgozni (4. ábra).



4. ábra: A darabárus raktározási rendszer tervező program lehatárolása

3. A tervezési folyamatban való elhelyezés

A Logisztikai Rendszerek Tervezése III. című tárgy keretén belül egy darabárus, itálipari, nagykereskedelmi elosztóraktárt, míg a Logisztikai Rendszerek Tervezése IV. című tárgy esetében egy magasraktári rendszert – szakaszos illetve folyamatos működésű anyagmozgató rendszer kiszolgálással – kellett tervezni.

Ha a raktárt mint rendszert tekintjük, és nemcsak mint létesítményt, akkor a raktártervezés egy sokkal komplexebb, összetettebb feladat. Az általános raktárakban a következő raktár részek lehetnek:

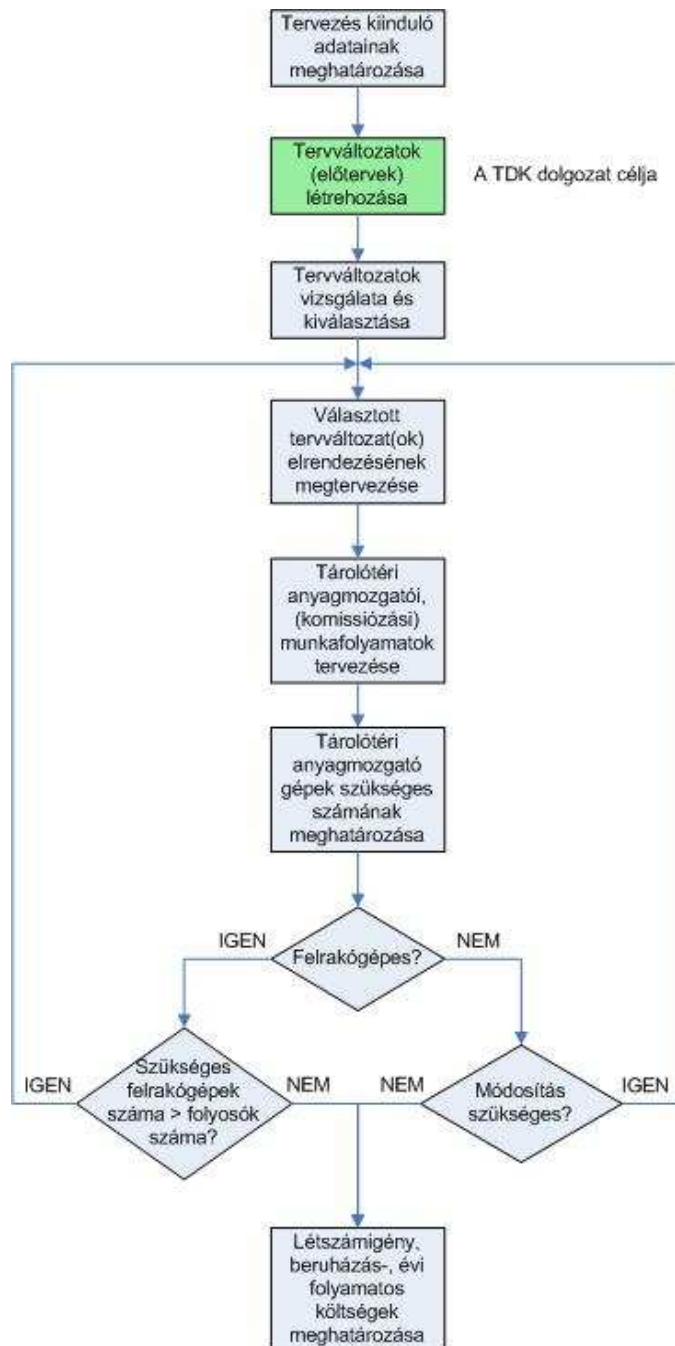
- alapvető vagy operatív helyiségek:
 - tárolóhelyiségek,
 - expedíciós helyiségek (áruátvétel-átadás tere),
 - az esetleges árufeldolgozás tere (pl. komplettírozás, készletek kialakítása, csomagolás stb.),
 - a raktárfelszerelés (rakodólap, létra stb.) tárolására szolgáló helyiségek,
- közlekedő folyósók, lépcsők, átjárók területe,
- raktári adminisztráció és a szociális ellátás céljait szolgáló helyiségek (pl. irodák, személyzeti szobák, orvosi szoba stb.),
- kisegítő helyiségek (pl. gépterem, javítóműhelyek, kazánházak stb.)

A raktár ellátási láncon belüli elhelyezkedése, funkciója, feladata, az alkalmazott alrendszerek és részrendszerek nagyban befolyásolják azt, hogy a tervezés során milyen kiinduló adatokra van szükségünk, illetve maga a tervezési folyamat milyen konkrét lépéseket igényel.

A raktártervezés egyik lépése a tárolótér tervezése. A folyamat során rendszerszemléletre kell törekedni: a tárolótérhez tervezik a kiszolgáló tereket (expedíciós helyiségek, iroda- és szociális helyiség stb.), ezek pedig kölcsönhatásban vannak egymással: a tárolótér geometriája, belső elrendezése, folyamatai befolyásolják a lehetséges kiszolgáló terek geometriáját és elrendezését, ezáltal az ott zajló

folyamatokat is, vagyis elképzelhető, hogy kedvező mutatószámokkal bíró tárolótéren is módosítások szükségesek, hogy hatékonyabban működő kiszolgáló tereket tervezhessünk.

A tárolótér tervezésének nagyvonalú folyamatábrájában (5. ábra) a kiinduló adatok meghatározása után készülnek el a tárolótéri előtervek. A fejlesztendő tárolótér tervező program az előtervek elkészítésében fog segítséget nyújtani.



5. ábra: A tárolótér tervezésének nagyvonalú folyamatábrája

Kimenetként nagyvonalú terveket (előterveket) generál a program, melyekből a paraméterek változtatásával többet is készít, majd meg kell vizsgálni az így kapott terveket a mutatószámaik, paramétereik alapján. Ezután kevés számú előtervet kiválasztva (szélső esetben egyet) megkezdődhet a részletes elrendezési terv kidolgozása.

A raktári rendszer tervezésének kimeneteként nem egy optimális rendszert kapunk; nincsen egzakt optimum a raktártervezési feladatok megoldására. A tervezés folyamatában rengeteg szempont van, melyek kölcsönhatásban vannak egymással, visszacsatolnak egy korábbi lépéshez, és ezek miatt sokszor olyan szubjektív döntéseket kell meghozni, amelyek kompromisszummal járnak. A számítógép képes dönteni egy bizonyos algoritmus alapján, azonban nehézségbe ott ütközünk, amikor a számítógép nyelvére kell lefordítani, definiálni a problémákat és azok megoldását. Tehát a teljes tervezési folyamatot nem célszerű, nem is lehet automatizálni, számítógépre bízni. Számítógéppel csupán támogatni érdemes az egyes részfolyamatok tervezését.

4. A SATAK ismertetése

Az előtervek elkészítéséhez segítséget nyújt a Közlekedésüzemi Tanszéken alkalmazott SATAK nevű program. A SATAK programot Kiss Norbert egyetemi hallgató készítette a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Közlekedésmérnöki Karának hallgatói részére, hogy megkönnyítse számukra a Logisztikai Rendszerek Tervezése III. című tárgy raktártervezési feladatának megoldását. A program segítségével a bevitt paraméterek függvényében sematikus képet kap a tervező a tárolótérre javasolt állványok elrendezéséről, amely kép formátumban (*.bmp) jelenik meg a felhasználó számára. Emellett a tárolótérre nézve főbb mutatószámokat is meghatároz a program, amelyek szöveges formátumban (*.rtf) érhetőek el. Így a különböző tervváltozatok egymással összemérhetők, és pl. egy multikritériumos módszerrel a kedvezőbbnek vélt tervváltozat kiválasztható, további részletes kidolgozásra.

4.1. A program kezelőfelületének megismerése

A program különösebb hardverkövetelményeket nem támaszt a PC-vel szemben. A Satak3_0.exe fájl megnyitásával futtatható. E fájlhoz kapcsolódik még két szöveges fájl is, amelyek *.txt formátumúak. Az egyikben az állványok adatbázisa található, a másikban a targoncáké. A programhoz ezek az adatbázisok szükségesek, hiszen az alkalmazandó állványrendszert és targoncát legördülő listából kell kiválasztani, a kiválasztott állvány illetve géptípus az adatbázisok egy-egy rekordjára mutatnak. Az adatbázisokat csak abban az esetben „látja” a program, ha azok a számítógépen egy mappában találhatók a *.exe fájlal. Az elemek száma bővíthető, ha a szöveges fájl megnyitása után text editor segítségével beleírjuk az új rekordokat a megfelelő formátumban.

A Satak3_0.exe megnyitásakor egy felületet látható, aminek két lapja van, melyeket a lap tetején levő „1. lap” illetve „2. lap” fülekkel tudunk váltogatni. A számításához különböző paraméterek ismerete, megadása szükséges (1. melléklet). A két lapon az alábbi paramétercsoportok találhatók:

- a tárolóterületre vonatkozó adatok,
- az alkalmazott targonca adatai,
- az egy műszakra vonatkozó adatok,
- az állványelrendezésre vonatkozó adatok,
- az állványok tárolótéri elrendezése.

4.2. A program futtatásának eredménye

Ha minden szükséges rubrika ki van töltve a lapokon (2. melléklet), a „Számítás” gombra kattintva pillanatok alatt láthatóak lesznek a futtatás eredményei, amelyek az alábbiak lesznek:

- a kiindulási adatok és a számítás eredménye, amelyeket *.rtf formátumban (MS Word képes olvasni) lehet elmenteni,
- a tárolótéri alaprajz az állványok hosszirányú elrendezése esetére a hozzá tartozó keresztmetszeti kép, amelyet *.bmp formátumban lehet elmenteni (3. melléklet),
- a tárolótéri alaprajz az állványok keresztirányú elrendezése esetére a hozzá tartozó hosszmetszeti kép, amelyet *.bmp formátumban lehet elmenteni (3. melléklet).

4.2.1. A kiindulási adatok és a számítás eredménye

Futtatás után szöveg formátumban látható a kiindulási adatok listája és a számítás eredménye. A kiindulási adatokat azért szükséges újra kilistázni, hogy a kimenetként kapott eredményt legyen mihez kötni; lehessen tudni, hogy milyen bemenet esetén generálta a program a számítási eredményeket. Valójában nem listáz ki minden bevitt paramétert a program, hanem itt már csak a legszükségesebbek szerepelnek:

- a hallgató neve,
- az elhelyezendő tárolási egységek száma, $N = [db]$,
- a tárolóterület maximális hossza, $LT = [m]$,
- a tárolóterület maximális szélessége, $BT = [m]$,
- a raktárpület tervezett falvastagsága $[m]$,
- az alkalmazott targonca típusjele,
- az alkalmazott targonca maximális emelési magassága, $HEM = [m]$,
- a minimális közlekedő út szélessége az állványokkal párhuzamosan, $BF = [m]$,
- a minimális közlekedő út szélessége az állványokra merőlegesen, $BVF = [m]$,
- a targonca produktív időalapja, $t_p = [h]$,
- az alkalmazott állványszerkezet típusjele,
- az állványrekesz hosszirányú mérete, $LR = [m]$,

- az állványrekesz keresztirányú mérete, $BR = [m]$,
- az állványrekesz magassági mérete, $HR = [m]$,
- az egy rekeszben elhelyezhető tárolási egységek száma, $R = [db]$,
- az alsó tárolószint magassága, $MA = [m]$,
- az állványszerkezet felett szabadon hagyandó magasság, $BIZ = [m]$,
- a műszakonként betárolandó rakodólapok száma, $N_{be} = [db]$,
- a műszakonként kitárolandó rakodólapok száma, $N_{ki} = [db]$,
- a rakományfelvétel átlagos szintmagassága az áruátvevő térben, $h_{fel} = [m]$,
- a rakományfelvétel átlagos szintmagassága az árukiadó térben, $h_{le} = [m]$.

A számítás eredményét a hosszirányú- és keresztirányú állványelrendezés esetére is kalkulálja a program, így az alábbi eredmények összemérhetők.

- Egymás feletti állványrekeszek száma: a tárolási szintek száma, $NY = [db]$.

$$NY = \left\lceil \frac{HEM - MA - 0,25}{HR} + 0,95 \right\rceil_{INT}$$

- A tárolótér magassága: az alsó tárolási szint magassága, a tárolási szintek száma szorozva a rekeszmagassággal és az állványszerkezet felett szabadon hagyandó (tűzrendészetileg előírt) magasság által együttesen meghatározott méret, $HTE = [m]$.

$$HTE = MA + NY \cdot HR + BIZ$$

- Párhuzamos közlekedő folyosók szélessége: a javasolt tárolótéri elrendezésben a párhuzamos közlekedő folyosók minimális szélessége. Ideális esetben a választott targonca által igényelt minimális közlekedő út szélességével egyenlő, ahol a targonca helyben meg tud fordulni, $BF = [m]$.
- Párhuzamos közlekedő folyosók száma: a javasolt tárolótéri elrendezésben a párhuzamos közlekedő folyosók száma, $F = [db]$.

$$F_{opt} = G \cdot \sqrt{\frac{N \cdot LR}{(2 \cdot BR + BF) \cdot R \cdot NY}},$$

ahol G a tárolótéri elrendezésre jellemző konstans.

- A tárolótér szélessége: a tárolótér rövidebbik oldala, $BTE = [m]$. Valójában csak a számítások végén dől el, hogy a tárolótérnek melyik oldala lesz a rövidebb (BTE) és melyik a hosszabb (LTE).

$$BTE, LTE = TAVA + F \cdot (2 \cdot BR + BF) + TAVF,$$

ahol TAVA és TAVF a szélső állványsorok és a tárolótér fala között szabadon hagyandó távolságok alul és felül [m].

- Állványsorok hossza: azonos hosszúságú állványok rekeszszáma szorozva az állványrekesz hosszirányú méretével, $L_i = [m]$.

$$L_i = NX_i \cdot LR$$

- Állványsorok száma: állványegységek száma egy folyosó mentén, merőleges folyosók választják el egymástól az alap- és sorolt mezőkből álló összefüggő állványsort. Ezeknek a száma eggyel nagyobb, mint a merőleges közlekedő folyosók száma, amennyiben a fal mellé nem telepítünk merőleges folyosót, $n = [db]$.

$$NX = \left\lceil \frac{N}{2 \cdot F \cdot R \cdot NY} + 0,95 \right\rceil_{INT},$$

ahol NX a folyosó mentén elhelyezkedő összes állványmező.

$$n = \left\lceil \frac{NX \cdot LR}{LHMAX} + 0,95 \right\rceil_{INT},$$

ahol LHMAX az alap- és sorolt mezőkből álló állványsor megengedett hossza.

- Azonos hosszúságú állványok rekeszszáma: az alaprajzon maximum kétféle hosszúságú állványsorral dolgozik a program. Amelyik állványsorból több van, az a sor hány mező hosszúságú [db].
- Eltérő hosszúságú állványok rekeszszáma: az alaprajzon maximum kétféle hosszúságú állványsorral dolgozik a program. Amelyik állványsorból kevesebb van, az a sor hány mező hosszúságú [db].
- Merőleges közlekedő folyosók szélessége: a javasolt tárolótéri elrendezésben a merőleges közlekedő folyosók szélessége. A folyosón levő forgalmi rend nagyban befolyásolja ennek nagyságát, $BFV = [m]$.

— Merőleges közlekedő folyosók száma: a javasolt tárolótéri elrendezésben a merőleges közlekedő folyosók száma, $KF = [db]$.

$$KF = n - 1$$

— A tárolótér hossza: a tárolótér hosszabbik oldala, $LTE = [m]$. Valójában csak a számítások végén dől el, hogy a tárolótérnek melyik oldala lesz a rövidebb (BTE) és melyik a hosszabb (LTE).

$$LTE, BTE = TAVB + \sum_{i=1}^n (NX_i \cdot LR + KF \cdot BFV) + TAVJ ,$$

ahol TAVB és TAVJ a szélső állványsorok és a tárolótér fala között szabadon hagyandó távolságok alul és felül [m].

— Tárolókapacitás: a kialakított elrendezési javaslat által maximálisan igénybe vehető tárolási helyek száma. Ez a szám mindenképpen nagyobb vagy egyenlő a kezdeti, tervezett tárolási kapacitással. Minél kisebb mértékben tér el a tervezett értéktől, annál kevesebb plusz állványra van szükségünk, tehát a beruházás vélhetően olcsóbb lesz, $NTE = [db]$.

$$NTE = 2 \cdot F \cdot R \cdot \sum_{i=1}^n NX_i \cdot NY$$

— A területkihasználási tényező: az összes mező által lefedett terület és a tárolótér területének hányadosa, megmutatja, hogy a rendelkezésre álló terület mennyire van kihasználva, $\eta = []$.

$$\eta = \frac{LR \cdot BR \cdot 2 \cdot F \cdot NX}{LTE \cdot BTE}$$

— Az egységgrakományszerű tárolótér fogat: a tárolótér belső térfogata és a tárolókapacitás hányadosaként kapott érték. Minél kisebb ez a szám, annál jobban ki van használva a rendelkezésre álló tárolótér, $V_1 = [m^3/ER]$.

$$V_1 = \frac{HTE \cdot LTE \cdot BTE}{NTE}$$

— Az épület hossza: a tárolótér hossza és a burkoló falvastagság által együttesen meghatározott méret [m].

- Az épület szélessége: a tárolótér szélessége és a burkoló falvastagság által együttesen meghatározott méret [m].
- Szükséges targoncák száma: a forgalom zavartalan lebonyolításához minimálisan szükséges targoncák száma a tárolótéren, $NT = [db]$.

$$NT = \left\lceil \frac{\left(\frac{s_{\text{átl}}}{v_{\text{átl}}} + t_{\text{fel}} + t_{\text{le}} \right) \cdot (N_{\text{be}} + N_{\text{ki}})}{t_p \cdot 3600} + 0,95 \right\rceil_{\text{INT}},$$

ahol $s_{\text{átl}}$ az átlagos mozgatási távolság az áruátvevő vagy árukiadó térig [m],

$v_{\text{átl}}$ a targonca átlagsebessége [m/s],

t_{fel} a rakomány felvételéhez szükséges idő [s],

t_{le} a rakomány lerakásához szükséges idő [s],

- A targoncák produktív időalapjának átlagos kihasználtsága: a számított szükséges targoncák számának ismeretében, a tárolótéri folyamatok zavartalan lebonyolításához az egyes targoncák megadott produktív időtartama mennyire van kihasználva, $\mu = []$.

$$\mu = \frac{\left(\frac{s_{\text{átl}}}{v_{\text{átl}}} + t_{\text{fel}} + t_{\text{le}} \right) \cdot (N_{\text{be}} + N_{\text{ki}})}{NT \cdot t_p \cdot 3600}$$

- A várható összes beruházási költség: a szerkezetkész épület négyzetméterenkénti ára egy méter épületmagasságra vetítve, ez az egységár szorozva az épület befoglaló méreteivel, ehhez még hozzájön az egységgrakományszerzési ár szorozva a tárolókapacitással, és a szükséges targoncák száma szorozva a vételárral együttesen adják a várható összes beruházási költséget, $TC = [Ft]$.

$$TC = LTE \cdot BTE \cdot HTE \cdot \acute{E}P + NTE \cdot B\acute{A} + NT \cdot V\acute{A},$$

ahol $B\acute{A}$ az egységgrakományszerzési ár [ER/Ft],

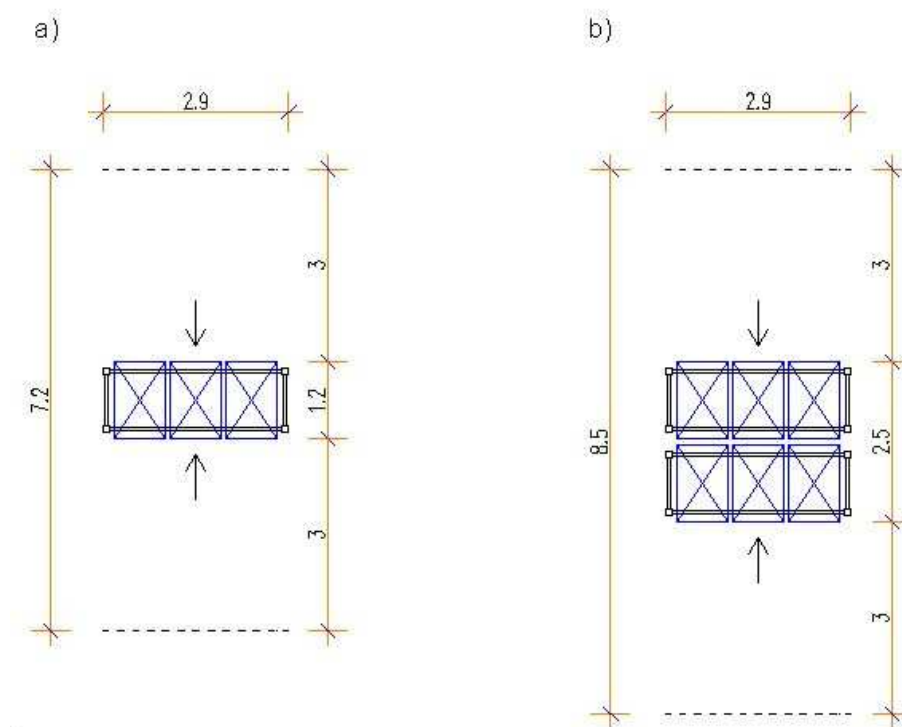
$\acute{E}P$ a szerkezetkész épület négyzetméterenkénti ára egy épületmagasságra [Ft/m²*m],

$V\acute{A}$ a targonca vételára [Ft].

4.2.2. A tárolótéri alaprajz és metszet

A futtatás eredményeként vizuálisan is láthatóvá válik a tárolótéri elrendezés, amelyet a számított adatok jellemeznek. Két elrendezési javaslatot is generál a program: az állványok tárolótéren való keresztirányú- és hosszirányú elrendezése, valamint keresztmetszeti ábrát (amennyiben hosszirányú az elrendezés) vagy hosszmetzeti ábrát (ha keresztirányú az állványelrendezés).

A rajz sematikus ábra. A tárolóberendezés alrendszer rekeszes állványokból épül fel. A rekeszegységet a befoglaló méreteivel ábrázolja a rajz: állványlábak tengelyvonalainak távolsága $\times$ a bruttó rekeszmélység $\times$ rekeszmagasság. Rekeszes állványokat ott használnak, ahol követelmény a minden egyes egységgrakománnyhoz való közvetlen hozzáférés. Ha az állvány önmagában, szabadon áll, akkor az állványokon levő egységgrakományokhoz két irányból lehet hozzáférni (6. a) ábra), ez viszont felesleges, és nagyon rossz térkihasználást eredményezne. Ezért a tárolótéren inkább dupla (iker) állványsorokat képeznek (6. b) ábra) egyoldali hozzáférési lehetőséggel, szimplát lehetőleg csak fal mellett használnak.



6. ábra: Szimpla és dupla állványsorok helyszükséglete

A 6. ábra jól érzékelteti, miért nem tanácsos szimpla állványsort képezni a tárolótéren. Mindkét esetben 3 m szélességű közlekedőúttal számolva, továbbá azonos állványtípus esetén, az a) és b) esetre is meghatározható a területkihasználási tényező.

Az a) esetben szimpla állványsoron 3 db egységgrakormányt tárolnak, ezek EUR rakodólapos egységgrakomány esetén 3 x 0,8 m x 1,2 m területet igényelnek. A hozzáférhetőség biztosítása érdekében a 3 db egységgrakomány tárolásához az ábráról leolvasható, minimum 7,2 m x 2,9 m területű helyre van szükségünk. A területkihasználási tényező a következőképpen alakul:

$$\eta_a = \frac{n_{ER} \cdot 0,8 \cdot 1,2}{l \cdot b} = \frac{3 \cdot 0,8 \cdot 1,2}{7,2 \cdot 2,9} \cong \underline{\underline{0,138}}.$$

A b) esetben dupla állványsoron 6 db (2x3) egységgrakományt tárolnak, melynek a szükséges közlekedőutakkal számolt helyszükséglete 8,5 m x 2,9 m. A területkihasználási tényező erre az esetre sokkal kedvezőbb értékű lesz:

$$\eta_b = \frac{n_{ER} \cdot 0,8 \cdot 1,2}{l \cdot b} = \frac{6 \cdot 0,8 \cdot 1,2}{8,5 \cdot 2,9} \cong \underline{\underline{0,234}}.$$

A program tehát dupla állványsorokkal, illetve a fal mentén szimpla állványsorokkal tölti meg a tárolóteret.

5. Tárolótéri tervező program fejlesztése AutoCAD környezetben

A SATAK program nagy előnye, hogy használatával pillanatok alatt létre lehet hozni előterveket a szükséges mutatószámaikkal együtt. Azonban rejlenek még benne fejlesztési lehetőségek, amelyek a tanszéki tervezési feladat megoldásakor derültek ki.

A legszembeötlőbb az volt, hogy a választott tervváltozattól a végleges tárolótéri terv jelentősen eltért, tehát a tervváltozat jelentős módosításokat igényelt. Ennek oka, hogy új szempontok kerültek a képbe: leginkább a csarnok oszloposztása miatt volt szükség mélyebb átervezésre, amellyel a SATAK nem számol. A másik, hogy a feladatban az

egységrakományok nem homogének, a különböző magasságú egységrakományokból eltérő számút kellett tárolni, ezek pedig eltérő rekeszmagasságú mezőket igényeltek, ráadásul az egyes termékek forgási sebessége is eltérő volt, vagyis nem volt mindegy a tárolóteren belüli elhelyezkedése az árucsoportoknak.

Jelentős rajzi időt is meg lehetne spórolni, ha az előterv nem kép formátumban készülne el (amellyel tovább már nem lehet dolgozni), hanem egy megfelelő, rajzoló programhoz társított formátumban, az állványok pedig tervrajz szintű részletességgel, méretarányosan lennének megrajzolva. Tehát a felhasználó az előtervek továbbgondolásával, rajzolásával, finomításával jusson el a kész tervig: a kidolgozásra javasolt tárolótér-tervváltozat megrajzolása rajzi időt ne igényeljen a felhasználótól.

Első körben a *csarnokoszloposztás* figyelembevételének lehetőségét szeretném a fejlesztendő programmal támogatni, amellet hogy *tervrajz* formátumban, méretarányosan készül el az *előterv*.

A rajzok AutoCAD-ben fognak készülni *.dwg kiterjesztéssel, a választás az alábbi okok miatt esett erre a programra:

- Az AutoCAD-ben sokan tudnak már valamilyen szinten rajzolni.
- Az AutoCAD az közös felület, melyet az építész is és a logisztikus tervező is használ. (Az építészek sokszor ArchiCAD-ben rajzolnak, azonban ez a program is képes kezelni a *.dwg formátumot.)
- Mivel automatizmusok lesznek a tervezés e szakaszában, programozásra biztosan szükség van. Az AutoCAD-et lehet programozni (makrót írni hozzá), mégpedig Visual Basic for Application nyelven.

Az állványok tárolótéren történő elhelyezésének tervezése nem egylépcsős folyamat. Mint bármilyen tervezési folyamat, itt is az adatgyűjtéssel kezdődik. Az adatgyűjtés során különböző adatokhoz jutunk, amelyek a bemenetei lesznek a tervező programnak. Az adatok lehetnek alapjellemzők, illetve származtatott jellemzők, mindkettő típussal dolgozik a tervező program. A program működtetéséhez leginkább geometriai paraméterek szükségesek, hiszen geometria szempontból alakítja ki a tárolóteret.

A tervezés során számos szempont ismeretében alakul ki az elrendezés terv, a szempontok egymással kölcsönhatásban vannak, vagy lehetnek, tehát az egyik

szempontnak való megfelelés esetén előfordulhat az, hogy egy másik szempontnak már nem tud maradéktalanul megfelelni. Ilyenkor szükséges valamilyen kompromisszumot kötni, tehát az egyik szemponttól kis mértékben eltérni, hogy a másiknak valamennyire meg lehessen felelni. Éppen ezért a tervező program nem a konkrét, bevitt paraméterekkel számol, hanem bizonyos tartománnyal. Sok esetben a bevitt paraméterrel a tartomány alsó (minimumát) vagy felső (maximumát) definiáljuk. Cél, hogy ezektől minél kevésbé térjen el a tervezés során.

Összefüggő szempontokból tehát sok van, ennek következtében elkerülhetetlen, hogy nem tudunk mindnek egyformán megfelelni. Igen nehéz meghatározni, főként a program nyelvére lefordítani, hogy a sok szempont ismeretében melyiket milyen súllyal vegye figyelembe (illetve, hogy hogyan korrigáljon), ezért optimális elrendezési javaslatot valószínűleg nem generál a program. Viszont nem szabad elfeledni, nem is ez a cél, hanem elsősorban a tervezés támogatása, megkönnyítése a felhasználó részére. Másrészt a program futtatásának eredménye nem egy kész terv, hanem – a bevitt paraméterek ismeretében kapott – nagyvonalú előterv. A paramétereket változtatva különböző előterveket kaphatunk igen rövid idő alatt.

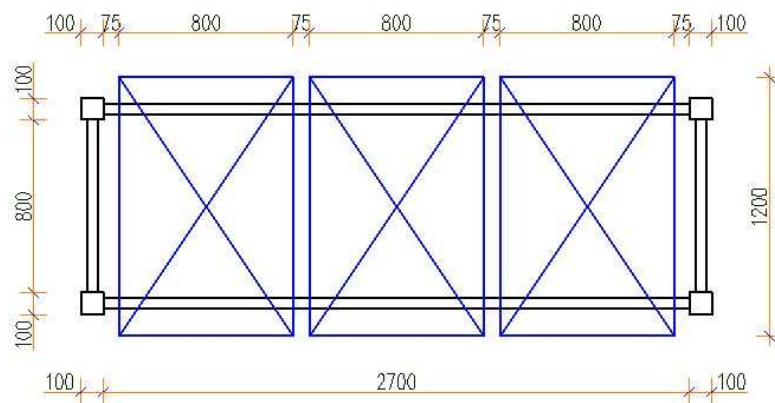
5.1. A program funkciói

A program a **rAckeR** nevet viseli, és jelenleg az v1.0-ás verziója áll rendelkezésre. A racker_v1_0.dvb nevű makró az AutoCAD r14/2000 utáni verziókban futtatható. Az AutoCAD elindítása után a rajzoló felület töltődik be. A menüben az „Eszközök”→”Makró”→”Projekt betöltése...” fűlekre kattintva felugrik a „VBA projekt megnyitása” ablak. Itt a megfelelő mappát kiválasztva – ahol az racker_v1_0.dvb fájl található –, és a makró kiválasztása után a „Megnyitás” gombra kattintva betöltődik a projekt. Az Alt+F11 gombok megnyomása után a Visual Basic szerkesztőablak nyílik meg. Baloldalon látható, hogy a projekt egy űrlapot tartalmaz, a neve „UserForm1”. Erre duplán kattintva megjelenik az űrlap. Felül az ikonok között a kék nyílra kattintva (RunSub/UserForm) futtatható a makró.

A kezelőfelületen két fül közül lehet választani, ezek a program funkciót különítik el egymástól. Mind a két fülön beviteli mezők, választógombok, legördülő listák és jelölőnégyzet segítségével adhatók meg a program működtető paramétereinek értékei. Valójában több paramétert szükséges megadni, mint a SATAK programban, mivel itt már konkrétabb rajzi méreteket definiálni kell (pl. az állvány hossztartójának hossza, a lábméret, az egységgrakomány magassága, az egységgrakományok elrendezése, darabszáma a rekeszben stb.). Az első fül a „Rekeszegység tervezése”, itt lehet létrehozni a rajzi egységet, a rekeszegységet. Ezzel létrehozhatóak azon eszközök, amelyekkel dolgozni lehet, és amelyek a tárolótéren elhelyezésre kerülnek: az *állvány az egységgrakománnyal*. A másik fül az „Az elrendezés tervezése”, a már elkészített eszközökkel való tervezéshez nyújt számítógépes támogatást.

5.1.1. A rekeszegység létrehozása

Rajzi egységként a rekeszegységet célszerű választani, mivel ez az a legkisebb állványból és egységgrakományból képzett egység, amellyel a tárolótéri elrendezés akár manuálisan is viszonylag egyszerűen, rövid idő alatt elkészíthető. Mindhárom esetben sematikus, de a tervrajzon való ábrázoláshoz kellő részletességűek a nézetek, amelyek blokk-ként készülnek el, így a blokklistából bármikor elő lehet hívni. Elsőként a rekeszegység felülnézeti képét (7. ábra) kell áttekinteni, ez alapvetően fontos a tárolótéri alaprajz elkészítéséhez.



7. ábra: A rekeszegység felülnézeti (F) képe

A felülnézeti kép az alábbi egyszerűsítéseket tartalmazza:

- az állvány lábát négyzet keresztmetszetűnek tekinti,
- a kereszttartó és a hossztartó gerenda szélességei rajzi szempontból nem fontos paraméterek: a program automatikusan az állványláb méretének felével számol,
- a kereszttartót és hossztartót az állványláb közepéhez igazítja,
- a raklapon levő áru pontosan akkora területet foglal el, mint a raklap területe.

Az egyértelműen definiált felülnézeti kép modellterben való elkészítéséhez az alábbi paramétereket szükséges a program számára megadni:

— az alkalmazandó rajzi fóliák (a fóliákat még a program futtatása előtt szükséges létrehozni)

— az árura,

— az állványra,

— az állványláb mérete [mm],

— a hossztartó hossza [mm],

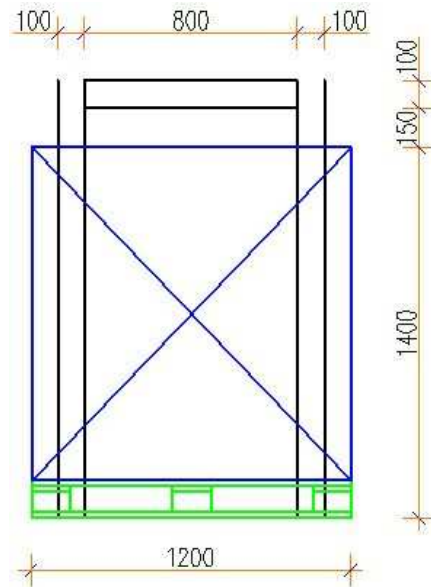
— a kereszttartó hossza [mm],

— az egy rekeszben elhelyezendő egységgrakományok száma [db],

— az egységgrakományok elrendezése a rekeszben,

— az egységgrakomány területméretei (a program egyelőre csak EUR rakodólapos egységgrakományokkal képes dolgozni) [mm] x [mm].

A rekeszegység további két nézetben is rendelkezésre áll. A keresztmetszeti nézet (8. ábra) a tárolótér metszetének elkészítéséhez lehet szükséges.



8. ábra: A rekeszegység keresztmetszeti (K) képe

Az egyértelműen definiált keresztmetszeti kép modellterben való elkészítéséhez az alábbi paramétereket szükséges a program számára megadni:

— az alkalmazandó rajzi fóliák

— az árura,

— az állványra,

— a raklapra,

— az állványláb mérete [mm],

— a kereszttartó hossza [mm],

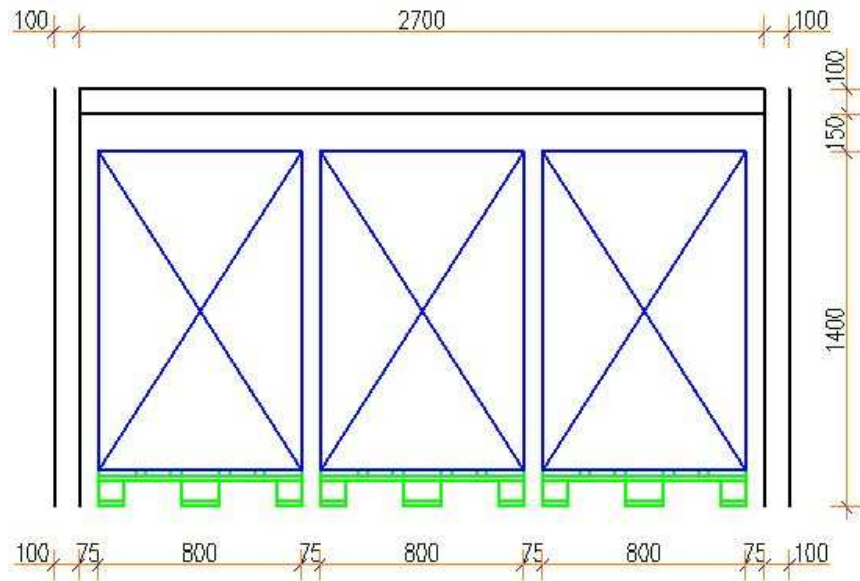
— az egységrakomány magassága [mm],

— a légrés [mm],

— a tartómagasság [mm],

— az egységrakomány területének megfelelő oldalmérete [mm] (~ az egységrakományok elrendezése a rekeszben).

A hosszmetzeti nézetet (9. ábra) szintén a tárolótérről készült metszetnél alkalmazhatjuk.



9. ábra: A rekeszegység hosszmetzeti (H) képe

Az egyértelműen definiált hosszmetzeti kép modell térben való elkészítéséhez az alábbi paramétereket szükséges a program számára megadni:

— az alkalmazandó rajzi fóliák

— az árura,

— az állványra,

— a raklapra,

— az állványláb mérete [mm],

— a hossztartó hossza [mm],

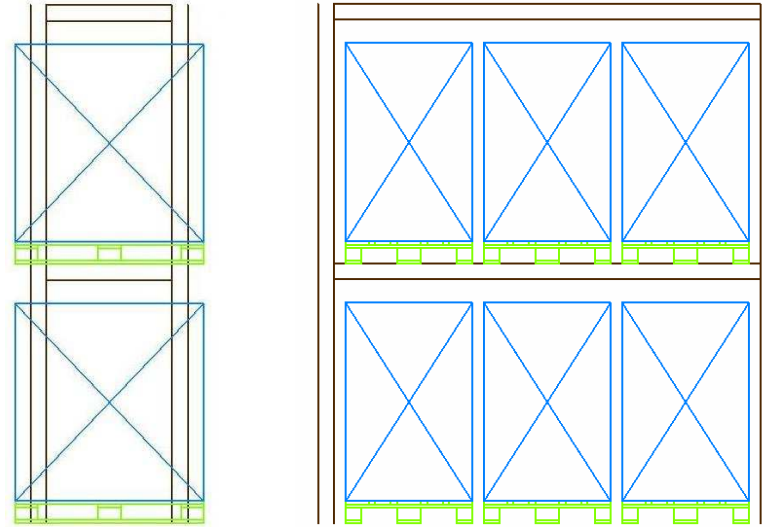
— az egységgrakomány magassága [mm],

— a légrés [mm],

— a tartómagasság [mm],

— az egységgrakomány területének megfelelő oldalmérete [mm] (~ az egységgrakományok elrendezése a rekeszben).

A keresztmetszeti és hosszszelvényi nézetek és úgy kerülnek kialakításra, hogy a több tárolási szint esetén a blokkok könnyedén egymásba illeszthetők legyenek (10. ábra), mivel az állványoszlopok alul-felül „nyitottak”.



10. ábra: A rekeszegységek egymásra illeszthetősége

A kezelőfelület „Rekeszegység létrehozása” oldala sok esetben alapértelmezett paraméterekkel van feltöltve, hogy a felhasználó érzékelhesse a paraméterek nagyságrendjét, illetve könnyebb legyen tesztelni, ismerkedni a programmal. Tervezéskor egy gombnyomásra készíti el a program a rekeszegység háromféle nézetét, értelemszerűen azokat a paramétereket, amelyek több nézetnél is szerepeltek, elég csak egyszer megadni. Ezen a lapon az alábbi paraméterek láthatók:

➤ Állványrekesz adatai:

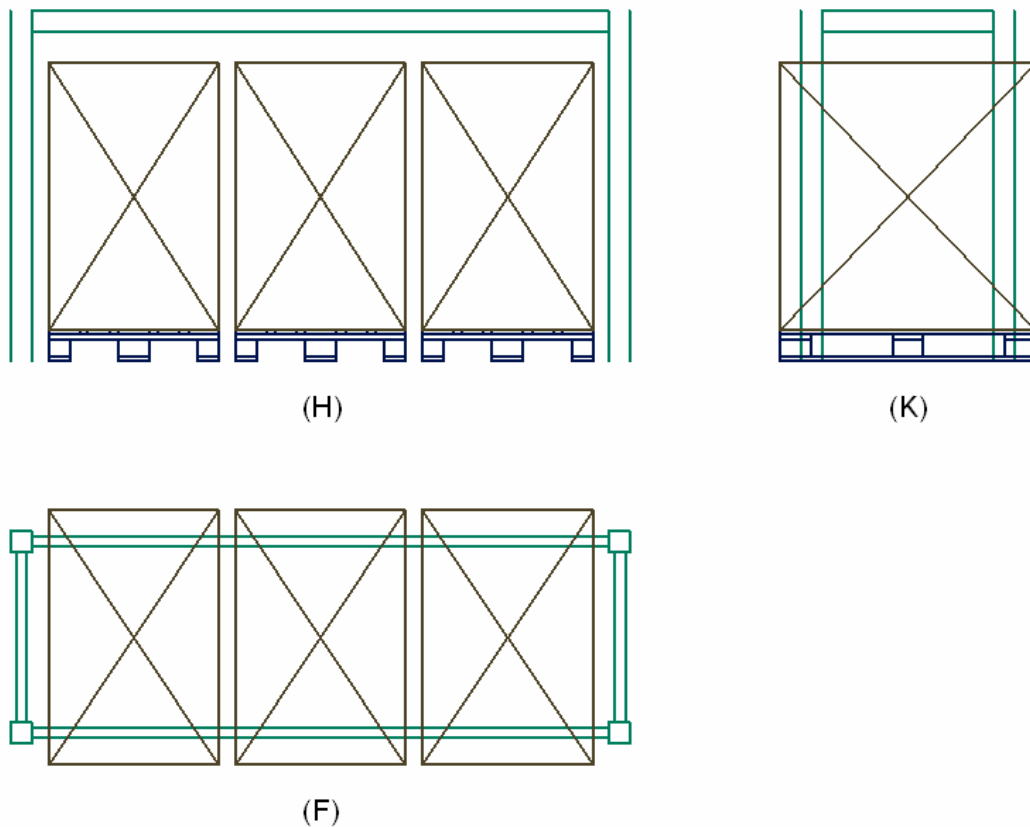
- Alkalmazott rajzi fólia az állványra: legördülő listából lehet kiválasztani a rajzban található fóliák közül.
- Vízszintes síkú méretek:
 - o Állványláb keresztmetszete: beviteli mezőben kell megadni az állványláb keresztmetszetének egyik oldalméretét. Mivel négyzet keresztmetszetű, ezért a mellette lévő mező automatikusan ugyanarra íródik át [mm] x [mm].
 - o Hossztartó hossza: beviteli mezőben kell megadni az állvány hossztartó gerendájának hossz méretét [mm].

- o Kereszttartó hossza: beviteli mezőben kell megadni az állvány kereszttartó gerendájának hossz méretét [mm].
- Függőleges irányú méretek:
 - o Hossztartó vastagsága: beviteli mezőben kell megadni az alkalmazott hossz tartó gerenda (és kereszttartó gerenda) vastagságát [mm].
 - o Légrés: beviteli mezőben kell megadni az egység rakomány teteje és a hossz tartó gerenda között levő rés értékét; túlemelési magasság [mm].
 - o Állványoszlop túlnyúlása: beviteli mezőben kell megadni az utolsó tárolási szinten levő állványoszlop „csücsök” magasságát [mm].
- Egység rakományok száma egy rekeszben: beviteli mezőben kell megadni az egy állvány rekeszben elhelyezendő egység rakományok számát [db].
- Egység rakományok elrendezése az állványban: választókapcsoló segítségével kell megadni az egység rakományok elrendezését az állványban (keresztirányú vagy hosszirányú elrendezés).
- Egység rakomány adatai:
 - Alkalmazott rajzi fólia árura: legördülő listából választhatjuk ki a rajzban található fóliák közül.
 - Alkalmazott rajzi fólia raklapra: legördülő listából választhatjuk ki a rajzban található fóliák közül.
 - Rakodólap típusa: jelölő négyzetben pipával kell megadni, ha az alkalmazandó rakodólap EUR típusú.
 - o Rakodólap alapterület: beviteli mezőben szükséges megadni az értékeket, a rakodólap (egység rakomány) alapterülete [mm] x [mm].
 - o Rakodólap magassága: beviteli mezőben kell megadni a rakodólap magasságát [mm].
 - o Maszk (rövidebb oldal): legördülő listából lehet kiválasztani a rajzban található blokkok közül, a rakodólap rövidebb oldalának előre elkészített nézete.

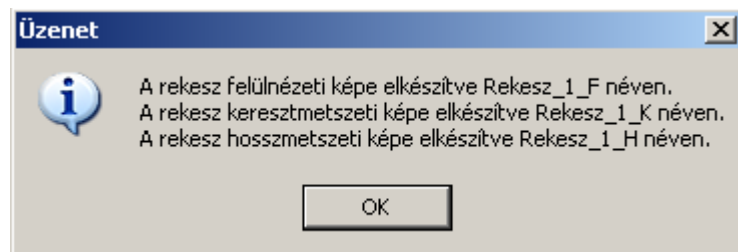
- Maszk (hosszabb oldal): legördülő listából lehet kiválasztani a rajzban található blokkok közül, a rakodólap hosszabb oldalának előre elkészített nézete.
- Egységgrakomány magassága: beviteli mezőben szükséges az értékét megadni, a teljes egységgrakomány (rakodólappal együtt) magassága [mm].
- Rekesz blokkneve: a rekeszegységet szükséges elnevezni a blokk-ként való elkészítéshez. A három nézet ugyanazt az előtagot kapja, amelyet a beviteli mezőbe beírtunk, továbbá a felülnézeti kép „_F”, a keresztmetszeti kép „_K” és a hosszszelvényi kép „_H” utótagokat kapnak, így különböztetve meg egymástól.

A „Rekeszegység tervezése” fülön a bevitt paraméterek megadása után (11. ábra), a „Készítsd el a rekeszt!” gombra kattintva a rekeszegységet három különböző nézetben készíti el a program. Ha az algoritmus sikeresen lefutott, és a rekeszegységek elkészültek (12. ábra), a program üzen a felhasználónak (13. ábra).

11. ábra: A rekeszegység tervezéséhez szükséges paraméterek megadása



12. ábra: Az elkészített rekeszegység képei



13. ábra: A rekeszegység elkészítését nyugtázó üzenet

A rekeszegység elkészítésekor annak paramétereit is tárolja a blokkban, ez a későbbi program általi felhasználáshoz lesz fontos. Továbbá a különböző nézetek képei alkatrészeire bontva is elkészülnek (4. melléklet) és blokk-ként a rajzba illeszthetők.

5.1.2. Az elrendezés tervezése

A program másik funkciója az általa létrehozott rekeszegységgel való tárolótéri elrendezés tervezés támogatása. Ezt a funkciót a kezelőfelületen az „Elrendezés tervezése” fülön lehet megtalálni. A program csak az általa készített blokkokkal dolgozik, ha nem a megfelelő blokk kerül kiválasztásra a legördülő listából, hibaüzenetet generál.

Ezen a lapon a program számára az alábbi paramétercsoportok ismerete szükséges:

- az anyagmozgató gép adatai,
- a tárolótér adatai,
- az állványrendszer adatai.

Az anyagmozgató gép adatainál azon paramétereket kell megadni, amelyek a tárolótéri elrendezés geometriáját meghatározzák, tehát elsősorban a targonca néhány geometriai adatára van szükség. Alapvetően targoncás kiszolgálású anyagmozgató gép esetén működik megfelelően a program, azonban a megfelelő paraméterek bevitele esetén (nemcsak az anyagmozgató gép adatcsoportnál), akár magasraktár tárolóterületi elrendezése is megrajzolható a program segítségével.

A tárolótér esetében sokkal több paramétert lehet definiálni, mint amennyit a SATAK program tartalmazott. Itt megkülönböztethető, hogy már meglévő vagy új épületbe is el lehet az állványokat helyezni. Amennyiben meglévő épületről (vagy még nem meglévő, de a kiszolgáló terek függvényében viszonylag pontosan ismertek az épület paraméterei) van szó, akkor ezek a paraméterek megadhatók a program számára.

Amennyiben új épületről van szó, kicsit bonyolultabb a tervezés. A fedett raktári létesítményeknél megkülönböztethető:

- hagyományos épület,
- csarnok,
- önhordó épület.

Az épület tetőszerkezetével nem lehet végtelen nagyságú távolságokat áthidalni, sokszor szükségyszerű alátámasztani pl. oszloppal. A hagyományos épület esetében nagyjából 6-9 m-enként szükséges a földem alátámasztása. Ez az érték viszonylag kicsi, ebből következik, hogy a sok oszlop egyrészt kedvezőtlenül befolyásolhatja az állványelrendezést, másrészt sok területet von el a tárolótérből. A csarnokszerkezetű épületeknél az oszloposztás igen tág határok között változhat. Megkülönböztethető rövidfőtartós szerkezet, amely esetén a főtartó pillérállása sűrűbb, mint a rá merőleges fióktartó pillérállása, illetve hosszfőtartós (5. melléklet), amelynél a fióktartó pillérállása a sűrűbb. Manapság előregyártott szerkezet esetén, ha hosszfőtartós, a főtartón levő pillérek maximum 25 m-es távolságra lehetnek egymástól, míg a főtartók egymástól maximum 12 m-re lehetnek. A rövidfőtartós változatnál a főtartón levő pillérek maximum 12 m-re, míg a főtartók maximum 25 m-enként követhetik egymást. Önhordó épület esetén az állványrendszernek kell elbírnai az épület külső térelhatárolását [8] [9].

A program számára a pillérosztást definiálni kell. A logisztikus tervezőnek nyilván nem szükséges komolyabb építészeti ismeretekkel rendelkeznie, ezért az ő szempontjából mindegy, hogy a főtartó vagy a fióktartó hogyan áll, neki a tárolótéri elrendezés kialakítása szempontjából csak az X és Y irányú pillérosztás ismerete a fontos. Amennyiben új épületben kell tervezni, a program számára csak az egyik irányú pillérosztást (Y irányú) szükséges definiálni, amely kötött értékű lesz. A másik irányú pillérosztásra a program fog javaslatot tenni. Cél az, hogy minél kevesebb oszlop legyen a tárolótéren, tehát a megengedhető maximum értékekhez minél közelebbi értékeket kalkuláljon X irányban. Tehát a program számára Y irányban megadott érték az alábbi eseteket generálja, amelyek a programozás nyelvére könnyen lefordíthatók:

- ha $Y \leq 12$ m, akkor az X irányú osztás maximum 25 m lehet,
- ha $25 \leq Y < 12$ m, akkor az X irányú osztás maximum 12 m lehet,
- ha $Y > 25$ m, akkor a program nem számol oszloposztással.

Az állványrendszer adatainál, mint azt az elnevezése is mutatja, az állványra itt már rendszerként kell gondolni, szemben a rekeszegység tervezésénél, ahol rekesz szinten kellett megtervezni az alkalmazandó állványt. A tárolótér kialakításához a korábban létrehozott rekesznek tulajdonképpen minden adatára szükség van. A program bezárása

után ezek az adatok elvesznének, és ha újból megnyitásra kerül a tervező program, akkor újból meg kellene adni az adatokat. Ez igencsak megnehezítené a felhasználó munkáját, ráadásul annak a veszélye is fennállna, hogy másodszorra elgépel a paramétereket. Mindennek elkerülése érdekében szükség volt az elkészített blokkokkal együtt tárolni annak paramétereit a későbbi felhasználáshoz. A legördülő listából kiválasztva az elkészített rekeszegység felülnézeti képét, egy algoritmus segítségével azonosítja a blokk paramétereit, amelyeket a megfelelő változókba fel is tölt. Néhány beviteli mező automatikusan töltődik ki, néhány egyéb adatot pedig a felhasználónak szükséges itt megadnia.

Ezen a fülön tehát az alábbi paraméterek megadása szükséges a tervezéshez:

➤ Anyagmozgató gép adatai:

- Minimális közlekedő út szélessége: beviteli mezőkben kell megadni azon minimális folyosószélességek értékeit, amelyek a forgalom zavartalan lebonyolítását, az egységrakomány biztonságos hozzáférhetőségét biztosítják.
 - o Állványsorral párhuzamosan [m],
 - o Állványsorra merőlegesen [m].
- Maximális emelési magasság: beviteli mezőben kell megadni az anyagmozgató gép maximális emelési magasságát [m].
- Szerkezeti magasság: beviteli mezőben kell megadni az anyagmozgató gép magasságát az egységrakománnyal együtt haladás közben [m].

➤ Tárolótér adatai:

- Raktár állapota: választókapcsolóval kell megadni, hogy új raktárba vagy már meglévő raktárba kell az állványokat telepíteni.
- Anyagáram iránya: választókapcsolóval kell megadni, hogy a raktárból kimenő áru a bemenő oldalhoz képest, a raktár melyik oldalán helyezkedik el. Megkülönböztethető fej elrendezés (kimenő oldal ugyanaz, mint a bemenő oldal), átmenő elrendezés (a kimenő oldal a bemenővel szemközt helyezkedik el) vagy vegyes elrendezés (a kimenő oldal a bemenővel szomszédos).

- Origó beszúrása: jelölőnégyzettel kell megadni, hogy a fal mentén elhelyezkedő állványsorokat a falhoz közvetlenül (ebben az esetben az állványsort mindenképp meg kell szakítani) vagy a fal vonalában elhelyezkedő oszlopok elé (ilyenkor az állványsort nem szükséges megszakítani) kívánja a felhasználó elhelyezni.
 - Hasznos terület: beviteli mezőkben kell megadni a bruttó (belső oszlopok által igényelt területtel együtt vett) maximális területet, amelyen az elrendezés tervezése lehetséges [m] x [m].
 - Belső magasság: beviteli mezőben kell megadni a tárolótér szabad belső magasságát [m].
 - Oszloposztás: beviteli mezőkben kell megadni a tárolótéren alkalmazott oszlopraszter értékeit [m] x [m].
 - Oszlopkeresztmetszet: beviteli mezőkben kell megadni a tárolótéren elhelyezett oszlopok keresztmetszetének oldalhosszait [cm] x [cm].
- Állványrendszer adatai:
- Rekesz blokkneve (F): legördülő listából kell kiválasztani a tárolási egységként korábban elkészített, tervezéshez felhasználandó rekeszegység felülnézeti képének blokknevét.
 - Lábtengelyvonalak távolsága: a megfelelő blokk kiválasztásakor automatikusan töltődik ki a beviteli mező, a program számolja ki, felülírni nem lehet; a létrehozott rekeszegység hosszabbik oldalán található két állványláb tengelyvonalának távolsága [mm].
 - Mélységi méret: a megfelelő blokk kiválasztásakor automatikusan töltődik ki a beviteli mező, a program számolja ki, felülírni nem lehet; a létrehozott rekesz nettó mélységi mérete [mm].
 - Mélységi méret ráhagyása: beviteli mezőben kell megadni, az a méret, amelynek kétszerese a dupla állványsorok között helyezkedik el [mm].
 - Rekesz blokkneve (K): a beviteli mező automatikusan töltődik ki, miután a tervezésbe bevont rekeszegység felülnézeti képe a legördülő listából ki lett

választva. Ez az adat a tárolótérről készülő keresztmetszeti kép elkészítéséhez lesz szükséges.

- o Rekesz magassága: a beviteli mező automatikusan töltődik ki, a program olvassa ki az elkészített rekeszegység keresztmetszeti képéből ezt az adatot [mm].
 - o Mélységi méret: a beviteli mező automatikusan töltődik ki, a rekeszegység korábban kiolvasott mélységi mérete itt is meg van jelenítve [mm].
 - Legalsó tárolási szint magassága: beviteli mezőben szükséges megadni, hogy a padlószinthez képest milyen magasan helyezkedik el a legalsó tárolási szint [mm].
 - Állványsor minimális hossza: beviteli mezőben kell megadni az alap- és sorolt mezőkből álló összefüggő állványsor minimális hosszát [m].
 - Állványsor maximális hossza: beviteli mezőben kell megadni az alap- és sorolt mezőkből álló összefüggő állványsor maximális hosszát [m].
 - Tárolási kapacitás: beviteli mezőben kell megadni a tárolótéren kialakítandó tárolási helyek számát [db].
 - Állványelrendezés a tárolótéren: választókapcsolóval szükséges megadni, hogy a tárolótéren a bemenő oldalhoz képest az állványok hosszirányban vagy keresztirányban helyezkednek el.
- Rajzi lépték: beviteli mezőben szükséges megadni azt az értéket, hogy a tárolótéri elrendezés milyen léptéktényezővel jelenjen meg az AutoCAD modellterében; a kicsinyítés illetve nagyítás léptéktényezője.

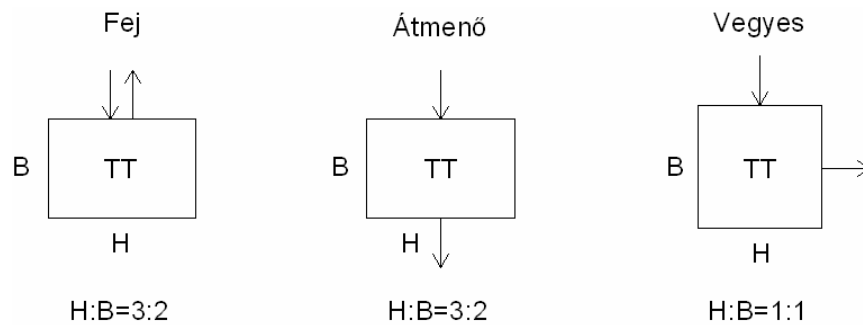
5.2. A program futtatása, a kapott elrendezés elemzése

Az „Elrendezés tervezése” fülön a paraméterek megadása során (14. ábra) az alábbi dolgokra érdemes figyelni. A megadandó paraméterek között, amennyiben az „Új raktár” opció kerül kiválasztásra (jelenleg csak ez működik), akkor a hasznos terület és

az oszloposztás adatok X irányban ismeretlen paraméterek („PAR”) lesznek, míg az Y irányú paramétereket – a főtartót – a tervező határozza meg. Ennek oka, hogy bizonyos határok között bármilyen raszterosztású épületszerkezet legyártható manapság, tehát X irányban viszonylag rugalmasan lehet gondolkodni, a program számára ezeket nem a felhasználó adja meg, hanem a program számítja ki. (Csak abban az esetben szükséges megadni a beviteli mezőkben a konkrét értéket, ha a „Meglévő raktár” opció kerül kiválasztásra.)

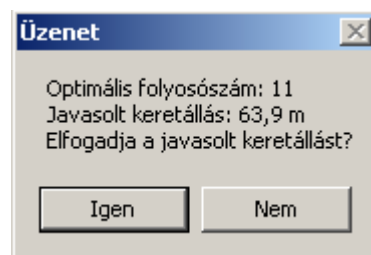
14. ábra: Az elrendezés tervezéséhez megadott paraméterek

Az anyagáram iránya – ha szigorúan a tárolótéri elrendezés geometriáját tekintjük – a tervezendő tárolótér oldalirányait befolyásolja. Az átlagos szállítási távolság az áruátvevőtől illetve az árukiadóig akkor minimális, ha a különböző anyagáram irányok esetén optimális oldalirány biztosított (15. ábra).



15. ábra: Optimális tárolótéri oldalarányok különböző anyagáram irányok esetén

Az „Elrendezés tervezése” fülön található „Terület Y mérete” gombra kattintva a program előzetes számítást végez Y oldal hosszára a választott elrendezés ismeretében (16. ábra).



16. ábra: A javaslat a keretállás méretére

Amennyiben a keretállást elfogadja a felhasználó, az „Igen” gombra kattintva az érték beírásra kerül a hasznos terület Y irányt megadó beviteli mezőjébe. Célszerű egy kicsit nagyobb értéket venni az Y irányú állványsorok korrigálása miatt, ezért a 63,9 m helyett most adjunk 65 m-es oldalhosszt a program számára. A 65 m-es oldalhosszhoz pedig válasszunk egy 13 m-es oszloposztást a példa kedvéért (17. ábra). Így 5 db (65 osztva 13-mal) épületeszlop kerül elhelyezésre Y irányban. A program ezen oszlopok pozícióinak ismeretében fogja Y irányban elhelyezni az állványsorokat úgy, hogy párhuzamos közlekedő folyosó útjába ne essen épületeszlop.

Hasznos terület (X, Y):	PAR	X	65	m
Belső magasság (Z):	6		m	
Oszloposztás (X, Y):	PAR	X	13	m
Oszlopkeresztmetszet (X, Y):	60	X	60	cm

17. ábra: A választott keretállás

A „Számolj és tervezz!” gombra kattintva futtatható a program. A futtatás eredményeképpen a bevitt paraméterek ismeretében az AutoCAD modellterében létrehozza az elrendezési javaslatot. Kiszámol néhány tárolótéri jellemzőt is (18. ábra), amelyek segítségével az elrendezési tervek összehasonlíthatók.

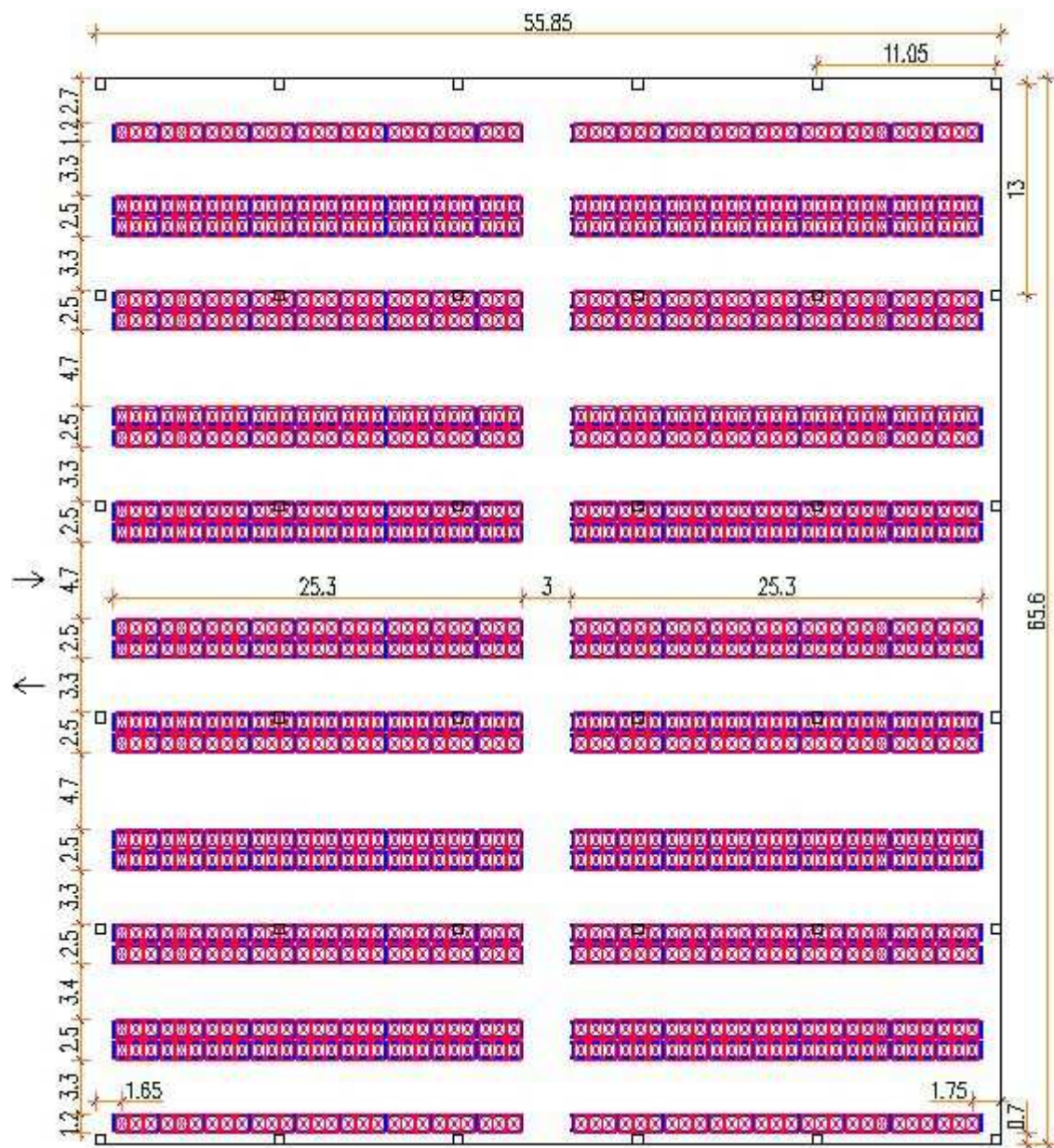


Tárolási szintszám: 3
Régi mezőszám: 356 db
Új mezőszám: 360 db
Tárolási kapacitás: 3204 db
Új tárolási kapacitás: 3240 db
Párhuzamos folyosók száma: 10 db
Keresztfolyosók száma: 1 db
Oszloposztás (X): 11,05 m
Oszloposztás (Y): 13 m
Terület (X): 55,85 m
Terület (Y): 65,6 m
Területkihasználási tényező: 0,344
Egységakománnyhelyre eső térfogat: 6,785 m³/ER

OK

18. ábra: Néhány tárolótéri jellemző üzenet formájában

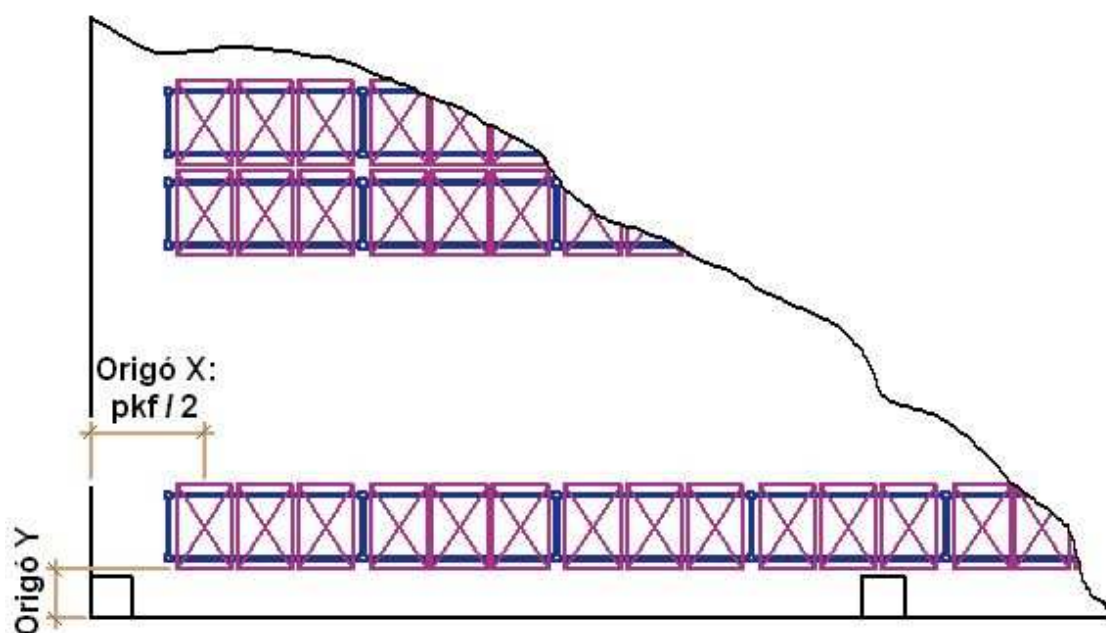
Az utóbbi üzenet „OK” gombjára kattintva megjeleníti a program az AutoCAD modellterében a tárolótéri elrendezési tervet (19. ábra). Az elrendezési terv egyelőre nem tüntet fel méretvonalakat, határoló vonalakat és nyilakat, ezek utólag lettek a rajzba illesztve. Fontos megjegyezni, hogy a program reális, a valóságtól nem elrugaszkodó adatok esetében generál megfelelő tervet.



19. ábra: A program által generált tárolótéri elrendezési terv néhány mérettel kiegészítve

A programban különböző ciklusok futnak le, míg végül elkészül az eredmény. A tárolási szintszámot az anyagmozgató gép emelési magassága, illetve a tárolóterület belső szabad magassága korlátozza. Amelyik esetében kevesebb tárolási szintszám adódik ki, a program azzal fog dolgozni. A tárolási szintszám és az egy rekeszben elhelyezendő egységakománnyok ismeretében a program kiszámolja hány mező telepítése szükséges (*régi mezőszám*). A végleges Y irányú területméretről (*terület (Y)*)

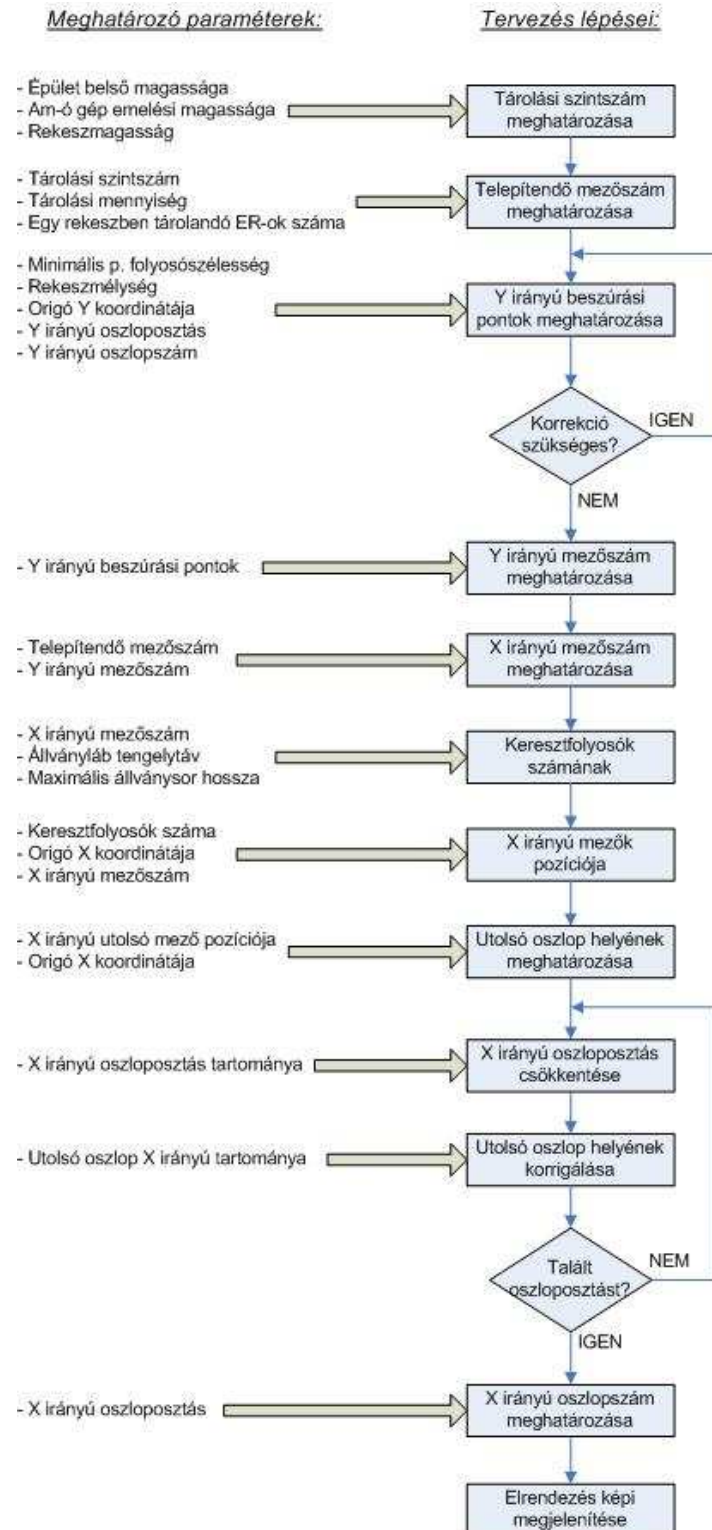
a felhasználó döntött, illetve arról is, hogy az oszloposztás mekkora legyen (oszloposztás (Y)), így az épületeszlopok száma is ismert ebben az irányban. A program Y irányban létrehozza az állványok beszúrási pontjait, és szükség esetén korrigál, hogy a párhuzamos közlekedő folyosó útjába ne essen épületeszlop. A korrigálások miatt adódhatnak különböző szélességű folyosóértékek: a 19. ábrán a minimális 3,3 m-es folyosószélesség szükség esetén néhol 3,4 illetve 4,7 m szélességűvé változott (viszont a minimális érték alá sosem megy, hiszen azt mindenhol biztosítani kell). Az algoritmus alulról építkezik, az origót – azaz az alsó szimpla állványsor Y irányú leszúrási koordinátáját a felhasználó adta meg az „Origó beszúrása” jelölőnégyzet segítségével. Mivel a jelelő négyzet nem lett bepipálva, így a szimpla állványsor az alsó oszlopsor fölé került (a rekesz mélységi ráhagyás kétszeres értékével: jelen esetben ez 100 mm), az épületeszlop Y irányú méretével együtt ez 0,7 m az ábrán. Azzal hogy az alsó oszlopsor fölé lett húzva a szimpla állványsor, így ezt az épületeszlopok miatt nem kell a későbbiekben megszakítani. Az origó X irányú beszúrási koordinátáját a program határozta meg: az első egységgrakomány biztonságos hozzáférhetőségének érdekében ez az érték legalább a párhuzamos közlekedő folyosó minimális szélességének fele kell, hogy legyen (20. ábra).



20. ábra: Az origó X és Y irányú koordinátái

Ha megvannak az állványok Y irányú beszúrási koordinátái, abból a program tud ebben az irányban mezőszámot számolni. A korábban meghatározott teljes mezőszám ismeretében pedig az X irányú mezőszám is kiadódik. A mezőszám természetesen kerekített érték, emiatt elképzelhető, hogy a tárolótéren több mező kerül elhelyezésre, mint amennyi szükséges (*új mezőszám*). Az állványsort X irányban a nagyobb tárolási mennyiség miatt meg kell szakítani keresztfolyosóval. A szükséges *keresztfolyosók számát* a maximális állványsor hossza és az X irányú mezőszám együttesen alakítják ki. A paraméterként megadott maximális állványsor hosszát nem haladhatja meg a tárolótéren elhelyezett állványsorok hossza, illetve a program arra törekszik, hogy az eltérő állványsorok hossza minél kevésbé térjen el egymástól, tehát ne legyen például 4 és 8 mezős állványsor a tárolótéren. Jelen elrendezési javaslat szerint X irányban 18 mező elhelyezésére volt szükség, az állványsor maximális, megengedhető hossza (< 30 m) alapján a 18 mezőt 1 keresztfolyosóval szükséges megszakítani. Az egy keresztfolyosó ezt két 9 mezős (25,3 m-es) állványsorokra bontja. X irányban az utolsó mező utolsó egységtrakományának is biztosítani kell az anyagmozgató géppel való hozzáférhetőséget, ezért az épületeszlopot (illetve annak falát) az egységtrakománytól ugyanakkora távolságra (párhuzamos közlekedő folyosó minimális értékének fele) célszerű elhelyezni. Evvel X irányban az első és az utolsó épületeszlop helye ki van jelölve. A két oszlop közé újabb oszlopokat szükséges telepíteni, ehhez pedig egy megfelelő X irányú oszloposztást kell keresni (*oszloposztás (X)*). Az X irányú oszloposztás értékét tartományból (ez a tartomány az Y irányú osztás megadott értékétől függ) keresi ki a program. Célszerűen a tartomány maximumához közelebbi értéket próbál keresni, hogy minél kevesebb oszlopot helyezzen el a tárolótéren. Mivel centiméteres nagyságrendben keres a tartományon belül, ezért előfordulhat, hogy nem talál oszloposztás értéket. Ezért az utolsó oszlop pozíciója valójában nem fix, hanem maximum 10 centiméterrel lehet messzebb a kijelölt helyétől. Ez a rugalmasság azért engedhető meg, mert pár centiméterrel nagyobb tárolóterület építése kevésbé rossz, mint egy sokkal sűrűbb oszloposztás alkalmazása, mely az elrendezést nagyban befolyásolná. A program így biztosan talál megfelelő maximum közeli X irányú rászterosztást. Az X irányú oszloposztás és az oszlopszám ismeretében a tárolóterület másik mérete (*terület (X)*) is meghatározható, vagyis a két „PAR” meghatározásra került. Fontos megjegyezni, hogy az X irányú rászterosztás megválasztása nagyban

függ a telepített állványok elrendezésétől, azonban jelenleg ezt a program még nem tudja kezelni. Összefoglalásképpen az elrendezés tervezés kialakításának logikáját folyamatábrával lehet szemléltetni (21. ábra).



21. ábra: Az elrendezés tervezés kialakításának logikája

Az anyagáram iránya szerint a 19. ábrán kapott tárolóteri kialakítás fej elrendezésű, tehát az áruátvevő és árukiadó terek az elrendezés bal oldalához telepítendőek. Az optimális oldalarány a 15. ábra szerint $3:2=1,5$ lenne, a kapott elrendezés oldalaránya azonban $62,2:53,6=1,16$, ami jelentősen eltér az optimálistól. Látható, hogy Y irányban a tárolóterület nincs jól kihasználva, ráadásul a helyenként előforduló 4,7 m-es folyosószélesség is túlságosan nagy a minimálisan szükséges 3,3 m-hez képest. Tehát a választott keretállás nem megfelelő, viszont jól szemlélteti az állványok Y irányú elhelyezésének korrigálását végző algoritmus működését. X irányban jelenleg még nem figyeli a program, hogy az épületszlop hogyan befolyásolja az állványok telepítését, ez a program fejlesztésének későbbi fázisában kerül kialakításra.

5.3. Fontosabb algoritmusok működésének leírása

5.3.1. A rekeszegység paramétereinek kinyerésére szolgáló algoritmus

A rekeszegység tervezésekor a rekeszegységnek sok paraméterét szükséges tárolni, hogy az elrendezés tervezésekor ne kelljen újból a felhasználónak megadni ezeket az adatokat, hanem azok automatikusan töltődjenek be a blokkokkal. A paraméterek tárolására a program az elkészített blokk „Comments” tulajdonságát (Blocks.Comments) használja. Ennek a tulajdonságnak az előnye, hogy a rajzfelületen a felhasználó számára egyáltalán nem látható, csupán programozással lehet bele írni vagy belőle olvasni. A tervezéshez leginkább a rekeszegység felülnézeti képe fontos, hiszen az alaprajzon ezzel szükséges dolgozni. A felülnézeti képnek sok paramétere tárolódik el, amikor a blokk elkészül. A tárolandó paraméterek felülnézeti kép esetében:

- az állványlábak tengelytávolsága,
- a (nettó) rekeszmélység,

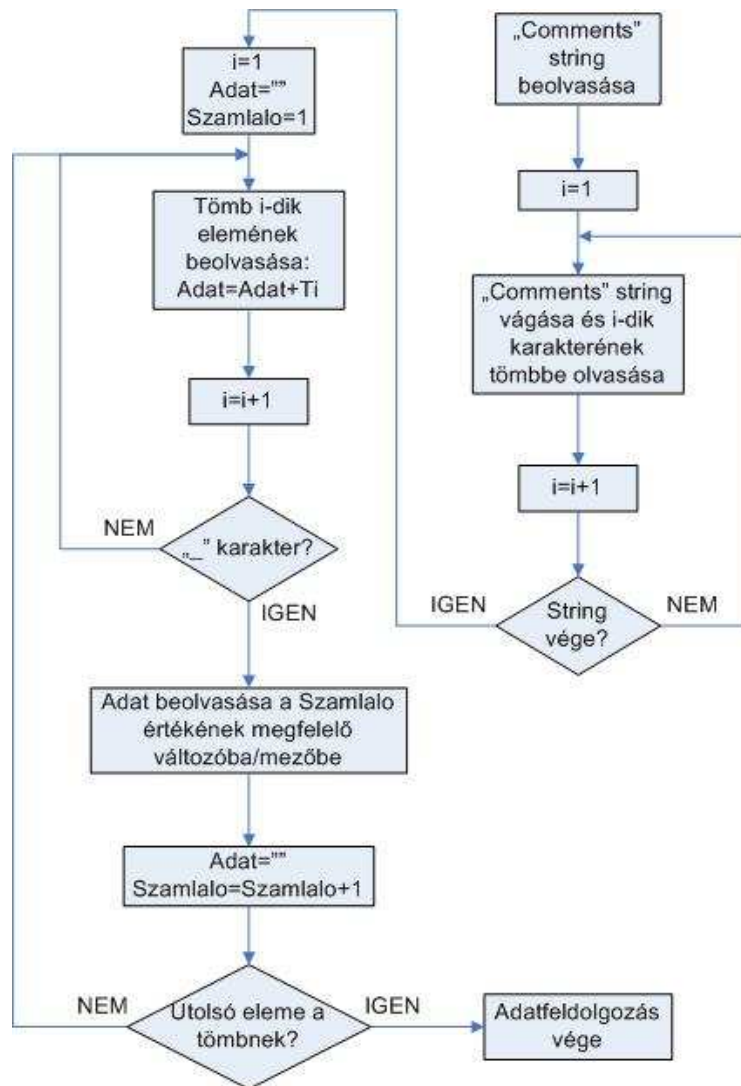
- az állványláb mérete,
- a hossztartó hossza,
- a kereszttartó hossza,
- a hossztartón elhelyezkedő egységrakomány oldalmérete,
- az egységrakományok száma a rekeszben,
- a korrekció,
- a térköz az egységrakományok között.

A „Comments”-ben a paramétereket sorban elválasztó karakterek („_”) segítségével egy összefüggő stringként tárolja a program, például:

„2800_1200_100_2700_800_800_3_100_75_”

Ezt a sort az elrendezés tervezésekor egy algoritmus segítségével ki kell bontani, azonosítani kell az egyes paramétereket, és a megfelelő változókba vagy beviteli mezőkbe fel kell tölteni. Az adatsor értelmezésre szolgáló algoritmust a 22. ábra szemlélteti.

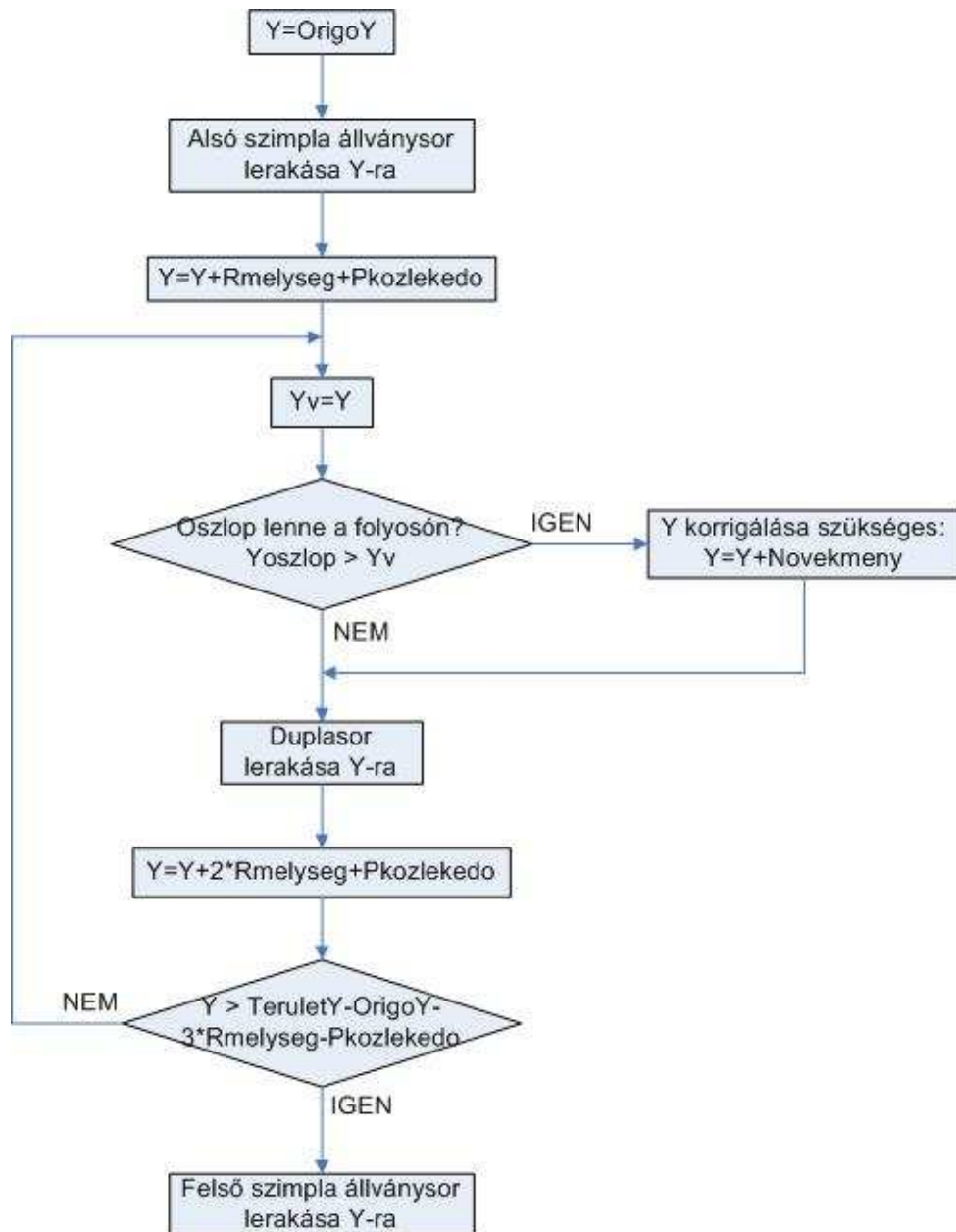
Az algoritmus a string vágásával minden karaktert egyenként egy tömbbe helyez. A számlálót 1-re állítva, az *adat* stringet kinullázva (*adat* = „”) a tömb elemein végigmenő ciklus minden i-dik karaktert elhelyez az *adat* változóba, és figyeli, hogy mikor ütközik elválasztó karakterbe („_”). Először a „2800”-as érték után ütközik bele. A számláló az 1-esen áll, amiről tudja a program, hogy az *állványlábak tengelytávolsága* paramétert kell feltölteni az *adat* értékével, ami jelen esetben 2800. A számlálót megnöveli 1-gyel, így az a 2-es értéket veszi fel, és kinullázza az *adat* változót. A ciklus megy tovább a tömb elemein, majd elér egy másik elválasztó karakterhez, ahol az aktuális *adat* változó értékét a 2-es értékű számláléhoz tartozó *rekeszmélység* változóba írja. A folyamat így folytatódik egészen a string végéig.



22. ábra: A rekeszegység paramétereinek kinyerésére szolgáló algoritmus

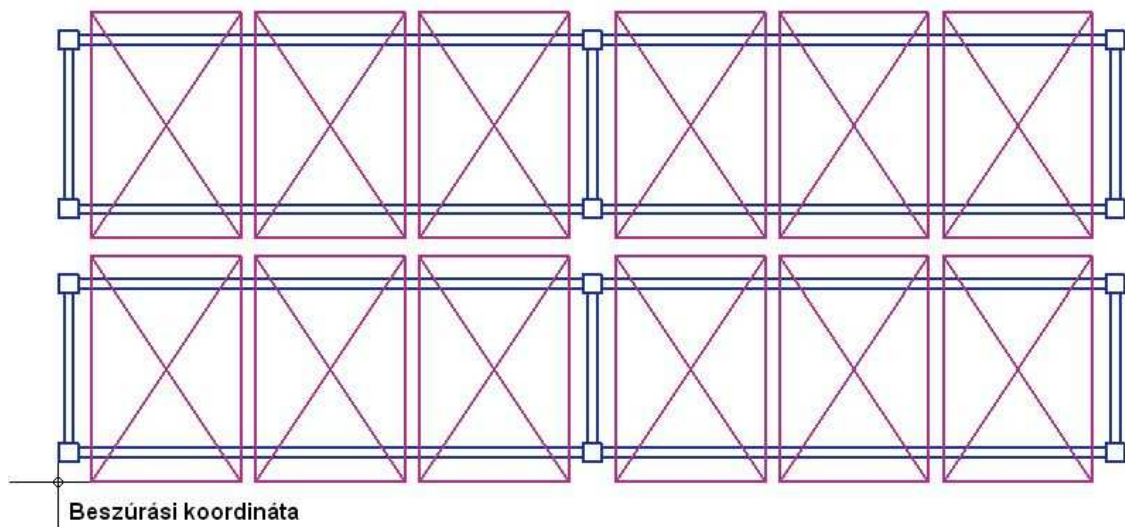
5.3.2. Állványok Y koordinátáinak meghatározására szolgáló algoritmus

Az állványok Y koordinátáinak meghatározása algoritmus segítségével történik (23. ábra). A cél az, hogy az origó Y irányú koordinátájának ismeretében, a szimpla és dupla állványsorok Y irányban úgy helyezkedjenek el a tárolótéren, hogy párhuzamos közlekedő folyosó útjába ne essen épületszlop.

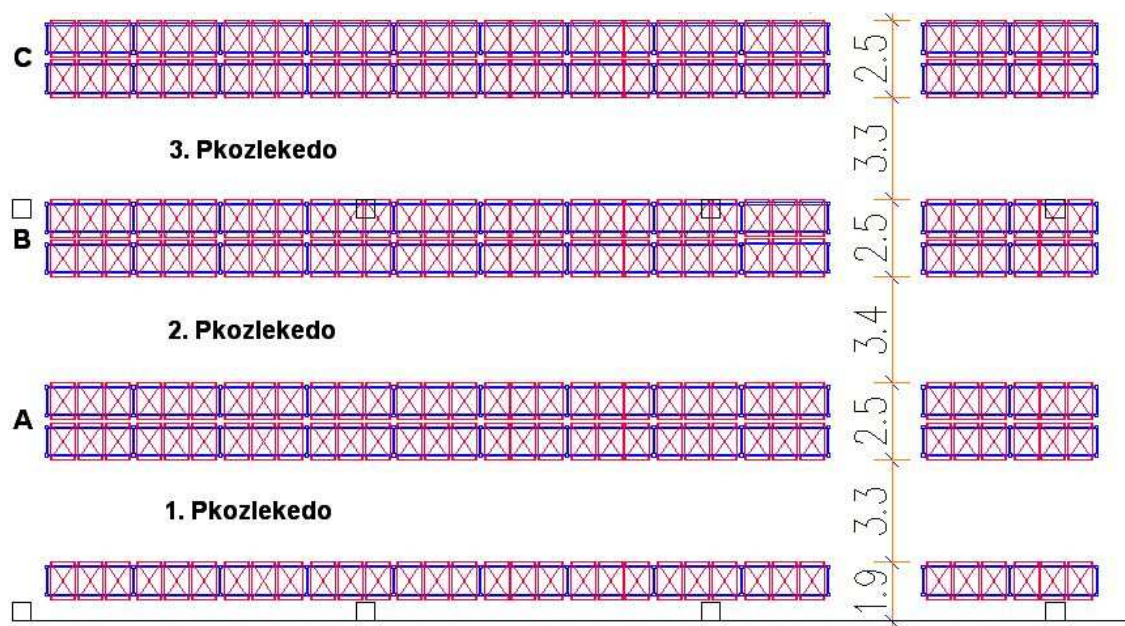


23. ábra: Az állványok Y irányú koordinátáinak meghatározása algoritmus

Az algoritmus megértéséhez ismerni kell, hogy hol van az állvány blokk beszárási koordinátája: a programban a rekeszegység felülnézeti képén az állvány bal alsó sarkában található. Az egyszerűség kedvéért a beszárási koordináta most a rekeszegység befoglaló méreteinek bal alsó sarkában található (24. ábra). A bonyolultnak tűnő algoritmus megértéséhez szükség van továbbá egy magyarázó ábrára (25. ábra).



24. ábra: A dupla állványsor beszúrási koordinátája



25. ábra: Magyarázó ábra az állványok Y koordinátájának meghatározásához

Az egyszerűség kedvéért az 1 x rekeszmélység jelen esetben egy nettó rekeszmélységet jelent (itt 1200 mm), a 2 x rekeszmélység pedig 2 x bruttó rekeszmélységet (itt 2500 mm). Az algoritmus elhelyezi az origó beszúrási koordinátájának megfelelően az alsó szimpla állványsort. A következő lépés az első „A” jelű duplasor elhelyezése. A duplasor Y koordinátáját az alsó szimpla állványsorhoz képest 1 x rekeszmélység + 1 x

párhuzamos közlekedő úttal magasabb értéken jelöli ki, tehát a minimális közlekedő út távolságra. Megvizsgálja, hogy a kijelölt helyre le tudja-e tenni a dupla állványsort, vagy pedig korrigálni szükséges Y irányban. Ehhez pedig az kell, hogy a program előre gondolkodjon: megvizsgálja, hogy az „A” *dupla állványsor* felett található 2. *párhuzamos közlekedő folyosó*ba nem esik-e épületszlop? Ha nem esik „A” *jelű dupla állványsor* pozícióját korrigálás nélkül rögzíti (1. párhuzamos közlekedő folyosó mérete 3,3 m). A ciklus megy tovább, kijelöli „B” *dupla állványsor* helyét a minimális párhuzamos közlekedő út távolságára. Megvizsgálja, hogy „B” feletti 3. *párhuzamos közlekedő folyosó* útjába nem esik-e épületszlop? Ha igen, akkor „B” *dupla állványsor* Y koordinátáját nem rögzíti, hanem addig növeli, amíg a B állványsorral az épületszlop „takarásba nem kerül”. A 25. ábrán látható, hogy a minimális 3,3 m-es közlekedő folyosó méret 3,4 m-esre növekedett, tehát a növekmény jelen esetben 10 cm volt. A növelés után rögzíti „B” új pozícióját. A ciklus egészen addig megy, amíg dupla állványsorokat le tud helyezni, az algoritmus futása az Y irányú területméret (megfelelően csökkentett értékének) elérésekor fejeződik be. Zárásként a felső szimpla állványsor kerül beszúrásra.

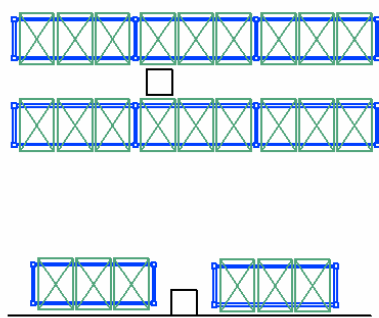
5.4. További fejlesztési lehetőségek

A program jelenleg is fejlesztés alatt áll. Bizonyos funkciók még nem működnek vagy nem elérhetők, a későbbiek során a diplomaterv keretében ezek még fejlesztésre kerülnek. Jelenleg nem működő paraméterek, funkciók és megoldandó feladatok:

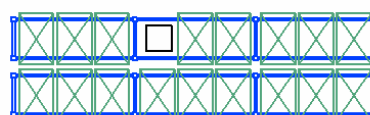
- Az anyagmozgató gép szerkezeti magasságát még nem veszi figyelembe a program. Egy fontos szempont lehet, hogy keresztirányú közlekedő folyosók fölé is telepíthetők legyenek tárolási helyek, ezáltal jobb térkihasználási tényezővel rendelkező raktárt lehessen tervezni, amihez pedig ismerni kell az anyagmozgató gép szerkezeti magasságát.

- Meglévő raktár opció lehetősége. A tervezési lehetőségek bővítése, amennyiben az épület paraméterei adottak (épület oszlopraszter, oszlopkeresztmetszet és tárolóterület méretek).
- A tervezés paramétereinél megadott állványsor minimális hosszánál ne telepítsen a program rövidebb állványsort.
- A tárolótéren a hosszirányú állványelrendezés opció lehetősége.
- A tárolótéri elrendezésről készített keresztmetszeti kép elkészítése.
- Az elrendezési terv főbb méreteinek program általi elhelyezése, jelölése, hogy felhasználó dolga a manuális tervezés során könnyebb legyen.
- Mutatószámok generálása az elrendezési javaslatról kulcsfontosságú az elkészült előtervek összehasonlítása, összemérhetősége szempontjából.
- Az állványok telepítési helyeit az épületeszlopok figyelembevételével alakítsa ki a program – állványok X irányú koordinátáinak korrigálása. Az állványok telepítési helyeinek és az épületeszlopok lehetséges kapcsolatait a 26. ábra mutatja.

állvány oszlop mellé telepítése



állvány oszlop köré építése



26. ábra: Állványok telepítése az épületeszlopok figyelembevételével

Az állványok oszlopok mellé telepítésének előnye, hogy a telepített állványok nem veszítenek tárolóhelyet, szemben az oszlopok köré építésével, ahol az épületeszlop keresztülhalad az állványon, így egy vagy több egységakománynyi területet a teljes magasságban nem lehet tárolásra használni, ami nagyszámú tárolóhely veszteséhez vezet. Az állványok oszlop köré építésének előnye, hogy az állványsort nem kell megszakítani

az épület miatt. A telepítési módszereknél nem egyértelmű, hogy melyikkel érhető el jobb területkihasználás, lokálisan ezt nem is érdemes vizsgálni, mivel a tárolótéri elrendezés kialakításánál mindkét módszert együttesen célszerű alkalmazni, és az így kapott elrendezés területkihasználását érdemes vizsgálni.

Egy sokkal komolyabb fejlesztési irány lehetne a tervezési folyamatba bevonni az előkészítő, kiszolgáló terek, a külső közlekedési kapcsolatok tervezését is, ezáltal a raktári létesítményt mint *rendszert* megtervezni. Mivel ez igen komoly és összetett feladat lenne, ezért a diplomatervem keretében sem szándékozom a fejlesztést ebbe az irányba elvinni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A rAcKer tárolótéri tervező program egy AutoCAD-hez írt makró. Azzal a céllal lett kifejlesztve, hogy a raktártervezési feladatok során segítséget nyújtson a tervező számára a raktárak tárolótéri elrendezés kialakításában. A program rekeszes egységgrakományok tárolására alkalmas soros állványokkal dolgozik.

Nagy előnye a SATAK-kal szemben, hogy segítségével mindvégig AutoCAD felületen dolgozunk, így méretarányos, szerkeszthető, tervrajz formátumú rajzokat hozhatunk létre, szemben a SATAK program által készített előtervekkel, amelyek tovább nem szerkeszthető kép (*.bmp) formátumban készülnek. Másik előnye, hogy az elrendezés az oszloposztás figyelembevételével készül, tehát a végleges elrendezési terv kialakítása kevesebb munkát igényel a tervezőtől.

A programnak két alapvető funkciója van. Az egyik a megadott geometriai paraméterek ismeretében a rekeszegység megrajzolása. A rekeszegység gombnyomásra három nézetben készül el (felülnézeti, keresztmetszeti és hosszmetzeti képek), és blokként a rajzban tárolásra kerülnek. Ezek a képek alkatrészeire bontva is elérhetők a tervező számára. A program másik funkciója – jelenleg is fejlesztés alatt áll – az elkészített blokkok felhasználásával történő tárolótéri elrendezés kialakítása. A SATAK-kal szemben a rAcKer programban az épület sokkal nagyobb hangsúlyt kap, több opció közül lehet választani, és több paramétert lehet definiálni. Fontos is, mivel az elrendezést az épület geometriája nagyban befolyásolja. A tárolótéri elrendezésről a program mutatószámokat generál, hogy az előtervek összemérhetőek legyenek, és a legkedvezőbbnek talált előterv(ek) kidolgozásra kerülhessen(ek).

A program segítségével lehet a logisztikus tervezőknek, és oktatási célokra, raktártervezési feladatok megoldására is különösen ajánlott.

Felhasznált irodalom

- [1] Dr. PREZENSZKI József. **Raktározástechnika.** Tankönyvkiadó, Budapest, 1988, J7-1076.
- [2] René LECLÉRE. **Raktározás.** Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [3] Dr. BÓNA Krisztián. **Targoncás kiszolgálású, darabárus italipari nagykereskedelmi elosztóraktár tervezése.** Logisztikai Rendszerek Tervezése III. tervezési segédlet
- [4] <http://www.cadtutor.net/>
- [5] <http://www.actedwg.com>
- [6] www.visiblevisual.com
- [7] <http://www.automateexcel.com>
- [8] <http://www.epszamkft.hu>
- [9] <http://www.bvmepelem.hu>

Ábrajegyzék

1. ábra: A raktárak kapcsolatrendszere az ellátási láncban.....	4
2. ábra: A raktárak készletváltozásának típusesetei.....	6
3. ábra: A darabárus raktározási rendszer elemeinek lehetséges kombinációi	9
4. ábra: A darabárus raktározási rendszer tervező program lehatárolása.....	11
5. ábra: A tárolótér tervezésének nagyvonalú folyamatábrája.....	13
6. ábra: Szimpla és dupla állványsorok helyszükséglete	21
7. ábra: A rekeszegység felülnézeti (F) képe	25
8. ábra: A rekeszegység keresztmetszeti (K) képe	27
9. ábra: A rekeszegység hosszmetzeti (H) képe	28
10. ábra: A rekeszegységek egymásra illeszthetősége.....	29
11. ábra: A rekeszegység tervezéséhez szükséges paraméterek megadása	31
12. ábra: Az elkészített rekeszegység képei.....	32
13. ábra: A rekeszegység elkészítését nyugtázó üzenet.....	32
14. ábra: Az elrendezés tervezéséhez megadott paraméterek.....	38
15. ábra: Optimális tárolótéri oldalárányok különböző anyagáram irányok esetén	39
16. ábra: A javaslat a keretállás méretére	39
17. ábra: A választott keretállás	40
18. ábra: Néhány tárolótéri jellemző üzenet formájában	40
19. ábra: A program által generált tárolótéri elrendezési terv néhány mérettel kiegészítve	41
20. ábra: Az origó X és Y irányú koordinátái	42
21. ábra: Az elrendezés tervezés kialakításának logikája	44
22. ábra: A rekeszegység paramétereinek kinyerésére szolgáló algoritmus.....	47

23. ábra: Az állványok Y irányú koordinátáinak meghatározása algoritmus	48
24. ábra: A dupla állványsor beszúrási koordinátája	49
25. ábra: Magyarázó ábra az állványok Y koordinátájának meghatározásához	49
26. ábra: Állványok telepítése az épületeszlopok figyelembevételével	51

1. Melléklet: A SATAK program bemenő paraméterlistája

Az első lapon a hallgató neve mellett a tárolóterületre vonatkozó adatokat kell megadni a beviteli mezők segítségével, a mértékegységek figyelembevételével:

- az elhelyezendő tárolási egységek száma [db],
- a tárolóterület tervezhető maximális hossza [m],
- a tárolóterület tervezhető maximális szélessége [m],
- a raktárépület tervezett falvastagsága [m],
- a szerkezetkész épület négyzetméterenkénti ára egy méter épületmagasságra vetítve [$\text{Ft/m}^2 \cdot \text{m}$].

Az utóbbi két paraméter értékét egy tartományból kell kiválasztani, amely akkor látható, ha a felhasználó az egeret a beviteli mezők fölé mozgatja.

Az alkalmazott targonca adatainál adatbázisból automatikusan töltődnek be az adatok, ha a legördülő listából kiválasztjuk a szükséges targonca nevét, típusát. A betöltött adatok szürkék a beviteli mezőkben, manuálisan felülírni az adatot nem tudjuk. Csak úgy lehet felülírni, ha még betöltés előtt az adatbázisban módosításra kerül a rekord. A targonca produktív időalapja kézzel írandó be. Az alkalmazott targonca adatainál tehát az alábbi adatok szükségesek a program számára:

- a targonca típusjele,
- a targonca maximális emelési magassága [m],
- a minimális közlekedőút szélessége
 - az állványokkal párhuzamosan [m],
 - az állványokra merőlegesen [m],
- a targonca produktív időalapja [h],
- a targonca ára [ezer Ft].

Az utolsó feladat előtt a 2. oldal is kitöltésre kerül, az egy műszakra vonatkozó adatok megadása:

- a műszakonként betárolandó rakodólapok száma [db],
- a műszakonként kitárolandó rakodólapok száma [db],
- a rakományfelvétel átlagos szintmagassága az áruátvevő térben [m],
- a rakományfelvétel átlagos szintmagassága az árukiadó térben [m].

Utóbbi két paramétert három tizedesjegy pontossáig szükséges megadni.

A második lapon felül található az állványszerkezetre vonatkozó adatok. Az alkalmazandó állványszerkezet legördülő listából történő kiválasztása után sok adat automatikusan töltődik be, ahogy a targonca adatainál is látható volt. Néhány adatot azonban kézzel kell kitölteni, mint például az állványrekesz magassági méretét, amely az állvány függőleges irányú modulméretének egész számú többszöröse kell, hogy legyen, különben számítás előtt hibaüzenet fog kiírni. További manuálisan kitöltendő adatok az alsó tárolószint magassága és az állványszerkezet felett szabadon hagyandó (tűzrendészetileg előírt) magasság. Az állványszerkezetre vonatkozó adatok csoportjában, sorban a következő paraméterek találhatók:

- az alkalmazott állványszerkezet típusjele,
- az állványrekesz hosszirányú mérete [mm],
- az állványrekesz keresztirányú mérete [mm],
- a függőleges irányú modulméret [mm],
- az állványrekesz magassági mérete [mm],
- az egy rekeszben elhelyezhető tárolási egységek száma [db],
- az alsó tárolószint magassága [mm],
- az állványszerkezet felett szabadon hagyandó (tűzrendészetileg előírt) magasság [mm],
- az egységakományszerhelyre eső beszerzési ár [Ft].

Az állványelrendezésre vonatkozó adatok között az alábbi paraméterek vannak:

— a szélső állványsorok és a tárolótér fala között szabadon hagyandó távolságok

— a jobb oldalon [m],

— a bal oldalon [m],

— felül [m],

— alul [m],

— egy állványsor maximális hosszmérete hosszirányban [m],

— egy állványsor maximális hosszmérete keresztirányban [m].

Mindegyik paramétert ebben a csoportban két tizedesjegy pontossáig szükséges megadni és egy adott tartományból kell kiválasztani, mely tartomány megjelenik, ha a felhasználó a beviteli mező fölé mozgatja az egérkurzort.

Az állványok tárolótéri elrendezésének kiválasztása választógomb segítségével történik, és az alábbi opciók közül lehet választani, melyek értelmezését ábrák is segítik: fej-, átmenő illetve kétféle vegyes elrendezés.

2. Melléklet: A kitöltött lapok a SATAK tervező programban

Soros állványos emelőtargoncs kizsgálású darabáru raktár tervezése

File Adatbázis Nézet Súgó

1. lap 2. lap

A hallgató neve

Kardos Ádám



Tárolóterületre vonatkozó adatok

Az elhelyezendő tárolási egységek száma: 3200 db

A tárolóterület tervezhető maximális hossza: 65 m

A tárolóterület tervezhető maximális szélessége: 48 m

A raktárépület tervezett falvastagsága: 0.30 m

A szerkezetkész épület négyzetméterenkénti ára egy méter épületmagasságra vetítve: 17000 Ft/(m²·m)

Alkalmazott targonca adatai

A targonca típusjele: YALE ERP15 RCF

A targonca maximális emelési magassága: 4.500 m

A minimális közlekedőút szélessége

az állványokkal párhuzamosan: (800-as oldal) 3.220 m

az állványokra merőlegesen: 1.600 m

A targonca produktív időalapja: 6.4 h

Ára: 6000 Ezer Ft

Egy műszakra vonatkozó adatok

A műszakonként betárolandó rakodólapok száma: 235 db

A műszakonként kitarolandó rakodólapok száma: 248 db

A rakományfelvétel átlagos szintmagassága az áruátvevő térben: 2.050 m

A rakományfelvétel átlagos szintmagassága az árukiadó térben: 2.050 m



Soros állványos emelőtargoncs kizsgálású darabáru raktár tervezése

File Adatbázis Nézet Súgó

1. lap 2. lap

Az állványszerkezetre vonatkozó adatok

Az alkalmazott állványszerkezet típusjele: 3 SSI SCHAEFER PR 350-K

Az állványrekesz hosszirányú mérete: 2900 mm

Az állványrekesz keresztirányú mérete: 1250 mm

Függőleges irányú modulméret: 50 mm

Az állványrekesz magassági mérete: 1300 mm

Az egy rekeszben elhelyezhető tárolási egységek száma: 3 db

Az alsó tárolószint magassága: 0 mm

Az állványszerkezet felett szabadon hagyandó (tűzrendszertől előírt) magasság: 800 mm

Egységakománymhelyre eső beszerzési ár (Ft): 5300

Állványelrendezésre vonatkozó adatok

A szélső állványsorok és a tárolótér fala között szabadon hagyandó távolságok:

- a jobb oldalon: 0.15 m
- a bal oldalon: 0.15 m
- felül: 0.15 m
- alul: 0.15 m

Egy állványsor maximális hosszmérete hosszirányban: 25.00 m

Egy állványsor maximális hosszmérete keresztirányban: 25.00 m

Elrendezés

11 Fej

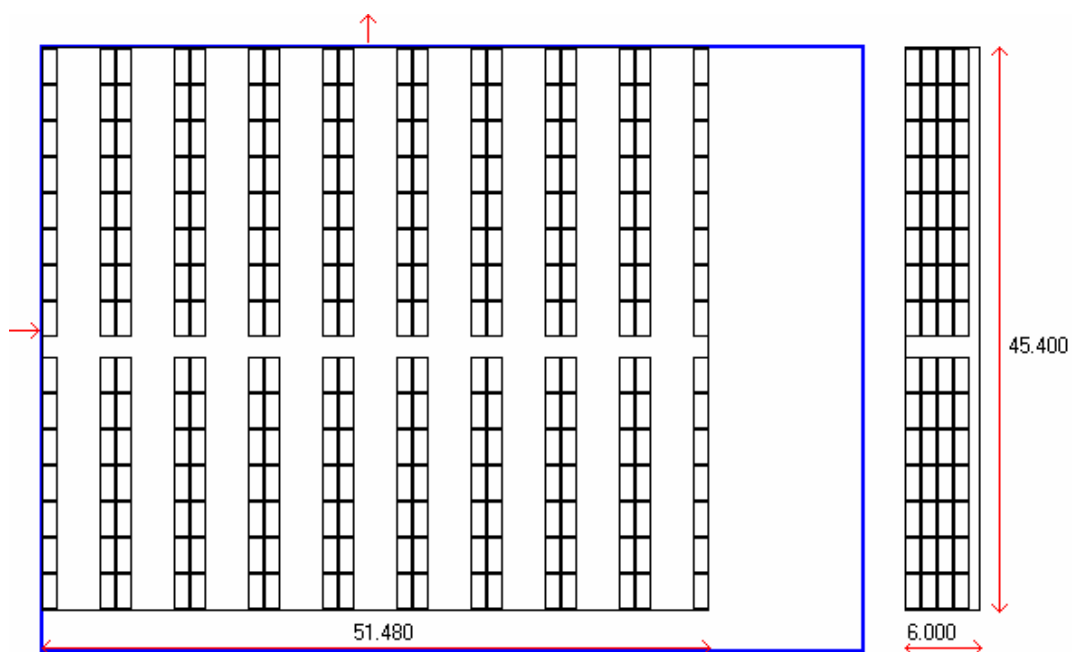
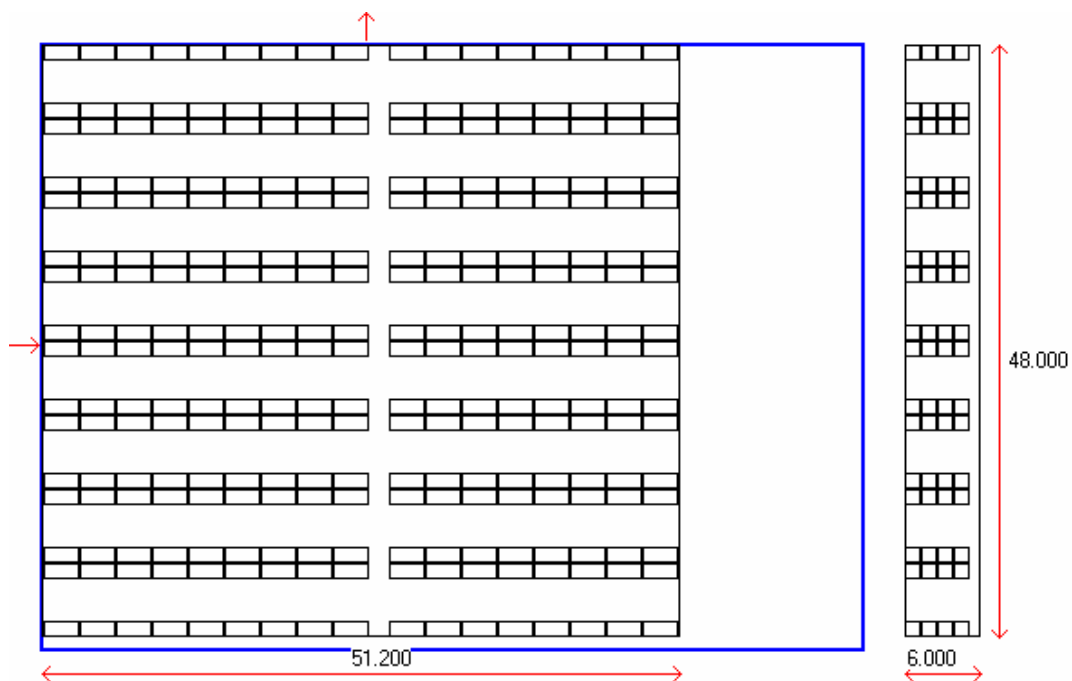
21 Átmenő

31 Vegyes 1

41 Vegyes 2

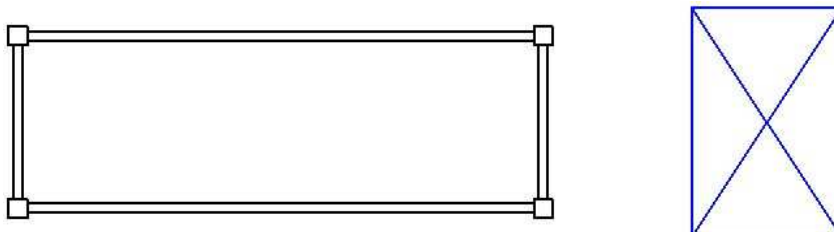


3. Melléklet: A SATAK által készített tárolótéri alaprajzok és metszetek hossz- és keresztirányú elrendezés esetére



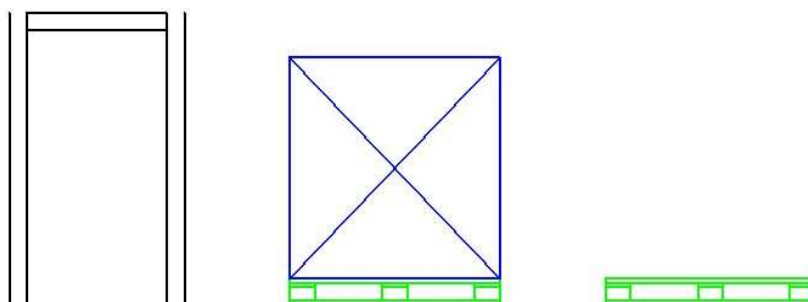
4. Melléklet: A rekeszegység alkatrészeire bontva

A tervezés során a rekeszegység felülnézeti képe alkatrészeire bontva is elkészül: külön az állvány és külön az egységgrakomány felülnézeti képe (1. ábra):



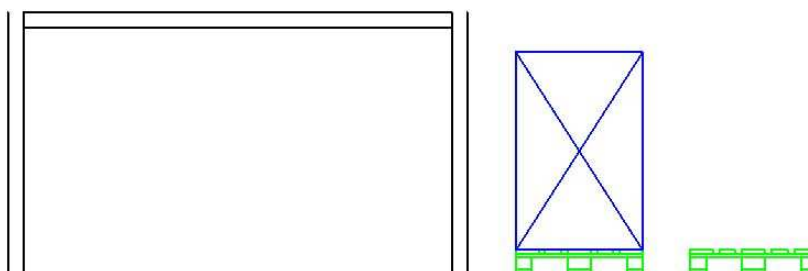
1. ábra: az állvány és az egységgrakomány felülnézeti képe

A keresztmetszeti kép alkatrészeire bontva az alábbi elemeket tartalmazza: az állvány, az egységgrakomány és a raklap keresztmetszeti képe (2. ábra):



2. ábra: az állvány, az egységgrakomány és a raklap keresztmetszeti képe

A rekeszegység hosszmetzeti képének alkatrészei: az állvány, az egységgrakomány és a raklap hosszmetzeti képe (3. ábra):



3. ábra: az állvány, az egységgrakomány és a raklap hosszmetzeti képe

5. Melléklet: A hosszfőtartós épületszerkezet

