

A HARÁNTPÁLYÁS TÖMÖRRAKTÁR

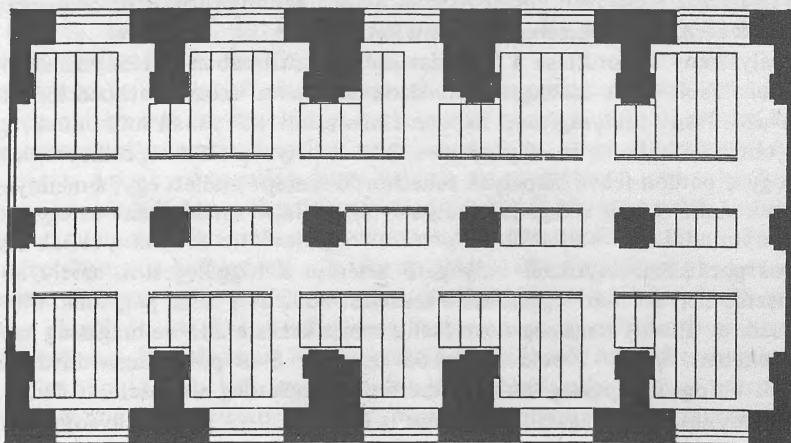
URBÁN LÁSZLÓ

Négy évtizede annak, hogy a „tömörraktár” (compactus) néven megismert berendezés elindult világhódító útjára. Számos változata került forgalomba, tökéletesítése napjainkban is napirenden van. Voltak megelőző változatok is, amelyek itt-ott még ma is készülnek, illetve működnek. De ha tömörraktárat, vagy „gördülő szekrény”-t említünk, akkor lényegében mindig ugyanarra a modellra gondolunk, az 1947-es svájci szabadalom-ban megfogalmazott alapváltozatra. Az eredetileg egyetlen villanymotorral meghajtott, végtelenített drótkötéllal és kuplung-karral vezérelt változat mellett ma már általánosan elterjedtek a kézi erővel, vagy kocsinként egy-egy motorral, vagy sűrített levegővel mozgatott rendszerek. Valamennyi berendezésnek közös vonása, hogy a raktár főútvonalával párhuzamosan épített sín pályákon gördülnek az állványok, s közöttük néhány keresztutca teszi lehetővé a tárolt anyag megközelítését. Erről a modellről a szakmai közvélemény azt tartja, hogy általa a rendelkezésre álló raktárterület 80–90 százalékig kihasználható. Sőt, van olyan cég, amely „Fullspace” fantáziánéven hozza forgalomba a termékeit (Eriksen–Scheide KG).

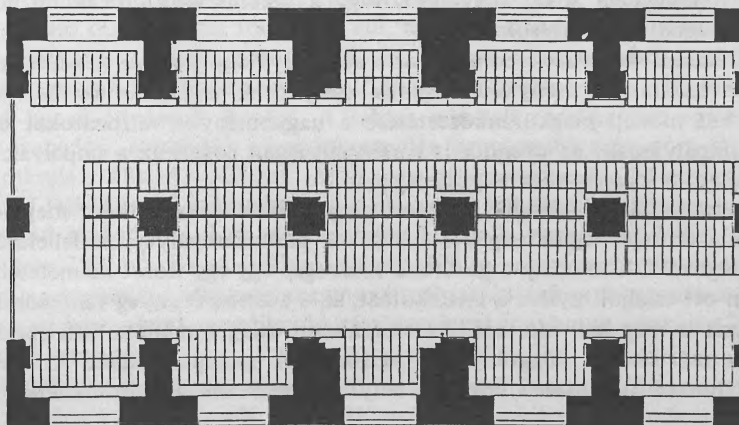
A tényleges helykihasználás kiszámítása eddig kevésbé foglalkoztatta a szakmát. Beértük azzal, hogy minél nagyobb állványcsoportokat viszonylag könnyen mozgathattunk. E törekvés egyik csúcsteljesítménye a München–Blutenburg-i „Pohlschröder” raktár: a 4,5 m³-es állványokat még kézikerekekkel mozgatják, az 5–6 m hosszú, 5,6–6,7 m³-es kocsikat már motorral. (Schweigler, P.: Eine neuartige Kompaktregalanlage von Pohlschröder – noch kompakter als bisher. = ABI–Technik 1983. 3. 261–263. p.)

Azok számára, akik több hasonló raktár berendezését is tervezték már, nyilvánvalóvá lett, hogy az elérhető tömörség az esetenként adott épületszerkezet formáinak és méreteinek függvényében nagyon különböző lehet. Vannak olyan helyiségek, amelyek csak kifejezetten rossz eredménnyel használhatók ki. Ezt a tapasztalatot erősítette meg az Országházban működő Országgyűlési Könyvtár egyik raktárhelyisége is. A benne álló 12 tetes téglapillér a teret háromméteres folyosók hálózatává tagolja. A hagyományos gördülő-állványokkal elképzelt, műszakilag még reálisnak mondható berendezési tervek alig növelhették volna a befogadóképességet (1. sz. ábra). Az alaprajzban tükröződő 54 százalékos állványtöbbség a polcfolyóméterek tekintetében már csak 18 százaléknak bizonyult, mert a fixépítésű állványokon lévő átlagosan 8–8 polc helyett az új berendezésen 6-nál több sor könyvvel nem lehet számolni a gördülőállványok borulásveszélye miatt. Szembeszökő, hogy a keresztutcák száma és aránya rontja le az eredményt, ezért megszüntetésük kínálta a megoldást. Az egyébként is szükséges főútvonal(ak) szélességének növelése árán, az állványok kihúzásával (a főútvonalra merőleges irányú sín pályák építésével) sikerült 86 százalék többletet nyerni az eredeti befogadóképességhez viszonyítva (2. sz. ábra).

1. sz. ábra



2. sz. ábra



Ilyen jellegű megoldások a szakirodalomból és a gyakorlatból (pl.: gyógyszertárak) már ismertek. Könyvtári elterjedtségük hiánya azonban fokozott óvatosságra intett, s igyekeztünk részletesen összehasonlítani a két modellt.

A pályairány befordítása a borulásveszély elhárításában is előnyösnek bizonyult, mert a gyorsítások és az esetleges elakadások alkalmával megmutatkozó kinetikus energiák nem az állvány mélységének, hanem a hosszának irányában működnek, így sokkal szélesebb támaszközökön ellensúlyozhatók. Sőt! A pályaeépítés elképzelhetőnek bizonyult úgy is, hogy a padlón fekvő sín pályák teherhordó szerepe mellett egy, a mennyezetre szerelt második sínhálózat is szolgálja a pályatartást. E felső síneken csak az egyensúlytartás minimális nyomatókaival kell számolni, mert nem jöhet létre az állványoknak olyan, a hagyományos gördülőállványoknál fenyegető kitérése a függőlegestől, amely az oldalirányú támasztás helyett már függeszkedő terhelést adna át a felső pályának. Mindezek lehetővé teszik az állványmagasság növelését a rendelkezésre álló belmagasság jobb kihasználása érdekében. Így 7–7 polc esetén 65 százalék, 8–8 polc magas állványok esetén 90 százalék befogadóképesség-többlet érhető el. Elméletileg elképzelhető lenne az adott helyiség boltnyílásainak magasabb kitöltése is (részben 9–9 polcos állványokkal); így ke-reken 100 százalékos többletet lehetne elérni, de ez az utolsó 10 százalék különbséget a felsőpálya építésének műszaki követelményeit aránytalanul megnehezítené.

Az új megoldás előnyeinek és hátrányainak mérlegelése során a következők kerültek szembe egymással. A sín pályák terjedelmének és a hajtóművek számának többszörösre növekedése a ráfordítások növekedését is eredményezi, viszont a világítás szerelési és üzemeltetési költségei a főútvonalakra szorítkoznak, mert elmaradnak az állványok közül (főül) a vagy feleslegesen sokat fogyasztó, vagy a takarékoság érdekében bonyolult automatikával vezérelt fényforrások.

Ez a váratlanul kedvező eredmény arra sarkallt, hogy keresni kezdjük a modell alkalmazásának határait, versenyképességének esélyeit a hagyományos berendezéssel szemben. (A két modell megkülönböztetésére a hagyományos változatokat összefoglalóan párhuzampályásnak, az új modellt harántpályásnak nevezzük a sín pályák és a főútvonalak egymáshoz viszonyított helyzete alapján.)

Az összehasonlítások második kellemes meglepetése az esetenként megmozdítandó átlagos raktártérfogat különbségéből fakadt. A párhuzampályás modelleknél közismert, hogy átlagban 2–3 állvány átgördítése szükséges egy-egy kötet kiemeléséhez: szerencsés esetben ott találjuk nyitva a mellékutcat, ahol a keresett anyag van; más alkalommal 8–10 kocsit is meg kell indítani. Az esetenkénti átlag a mellékutcák számának, a helykihasználás mértékének függvényében változik. A megmozdítandó tárolótérfogat függ a kocsik hosszától is, tehát ismét a helykihasználásnak a második kiterjedésben való mértékétől.

Harántpályás berendezés esetén mindenkor csak a keresett anyagot tároló állványt kell megmozdítani, – igaz, ezt viszont kétszer, mert vissza is kell hajtani alapállásba a közlekedő út szabaddá tétele érdekében. E kocsik mérete azonban nincs összefüggésben a helykihasználás arányával, mert ha egy adott helyiség szélessége a 6,00 métert meghaladja, akkor mód van két párhuzamos útvonal kitűzésével ismét kisebb méretű kocsikat venni számításba.

A mennyezetre szerelt borulásgátló sínhálózat nemcsak a magasabb állványok használatát teszi lehetővé, de azt is, hogy a megszokott kétoldalas állványok helyett csak félakkora tömegű, egyoldalas állványokat alkalmazzunk. Ez tovább csökkenti (felezi) az esetenként mozdítandó tárolótérfogatot.

Az egyoldalas állványok alkalmazása más szempontból is kívánatos. A kétoldalas állványokon elhelyezett anyagok fele a bejárat felől nézve a „belső” oldalra kerül. Így a raktáros, amikor ilyen pozícióban lévő anyagot keres, a kihúzott állvánnyal átmenetileg bezárja magát. Annak elképzelése, hogy valamilyen rendellenes esemény következtében az állvány nem gördül vissza, klausztrofóbiás érzéseket kelthet, s ez nem hagyható figyelmen kívül. Egyoldalas állványok alkalmazása esetén ilyen önbezárás nem fordul elő, hiszen minden állvány a bejárat felé néz. Az egyoldalas változatnak azonban az egy-egy kötetre vetített fajlagos költsége feltétlenül nagyobb a kétoldalasénál, mert pontosan kétszer annyi sínpályát, kereket, meghajtószerkezetet és diagonálmerevítést kíván, mint a kétoldalas változat. Ez a fajlagos többletköltség elkerülhető, ha a raktárhelyiség nem magas, de széles. Tehát nem kell magas állványokat borulás ellen védeni, viszont mód van arra, hogy egymással párhuzamosan két, vagy több útvonalat létesítsünk és közöttük a helyiség belső végén, elzárhatatlan utat nyissunk.

A párhuzampályás rendszerek értékelésének egyik viszonyítási alapja tehát az esetenként mozdítandó tárolótérfogat átlaga és maximuma. Vizsgáljuk meg ennek alakulását a terület-kihasználás függvényében.

Mivel a párhuzampályás rendszer kifejezetten érzékeny az épületszerkezeti kötöttségekre, ezért vizsgálatunk egyik végétőlú tételezzünk fel egy – technikailag még reálisnak tekinthető – 18,00 méteres fesztávolságú födémmel fedett helyiséget, amelyben szabadon álló pillérek nem fordulnak elő, tehát a berendezést nem korlátozzák. Ugyane helyiség hosszát – egyéb kötöttség híján, szabad elhatározásból –, képzeljük szintén 18,00 méteresnek. E helyiség egyetlen főútvonal létesítése esetén 8,00 m-es kocikkal rendezhető be az állványok között. A raktár mindkét oldalán csak egy-egy keresztutcát hagyva szabadon, elérhetjük a helykihasználás legmagasabb arányát. A feltételezett helyiség alapterülete $18 \times 18 = 324 \text{ m}^2$. A 18 m-es pályahosszon 34–34 db $8 \times 0,5$ m-es alapterű kocsii felállításával számolhatunk a főútvonal két oldalán, úgy, hogy egy-egy keresztutca marad szabadon 1,0 m szélességben. A 68 db, egyenként $4,0 \text{ m}^2$ -es kocsii összes alapterülete 272 m^2 . Ez az érték a helyiség 324 m^2 -éhez viszonyítva 84 %. A 2. sz. táblázatban az esetenként átlagosan megmozdított tárolótérfogat kimutatását találjuk. A 3. sz. táblázatban az esetenként mozdítandó tárolótérfogat maximum-értékeit (2,2 m magas állványokkal számolva).

A táblázatok adatait, vagyis a területhasznosítás aránya és az anyagmozgatás igénye között mutatkozó korrelációt grafikonokkal szemléletesebbé tehetjük.

A 3. számú ábrán a 2. és 3. sz. táblázat két-két oszlopának összetartozó értékpárjai által meghatározott pontokat köti össze a két folytonos vonal. Ebből az ábrázolásmódból az tűnik ki, hogy milyen jelentősége van az épületszerkezetnek (a födém fesztávolságának) az elérhető helykihasználásban. (Pl.: a 6,00 m-es traktusban 63 százaléknál jobb eredmény nem érhető el; a 80 százalékon felüli eredmények csak 14,00 m-en felüli fesztávolság esetén garantálhatók.)

1. tábla

A raktárhelyiség kihasználásának maximális aránya százalékban, a födémfeszítávolság és a keresztutcák számának függvényében

A keresztutcák száma	A födémfeszítávolság méterben						
	18	16	14	12	10	8	6
1	84	83	81	79	76	71	63
2	79	78	76	74	71	67	59
3	74	73	71	69	67	63	56
4	69	68	67	65	62	58	52
5	64	63	62	60	58	54	48

2. tábla

Az esetenként megmozdított tárolótérfogat átlaga m³-ben, az előbbiek rendjében

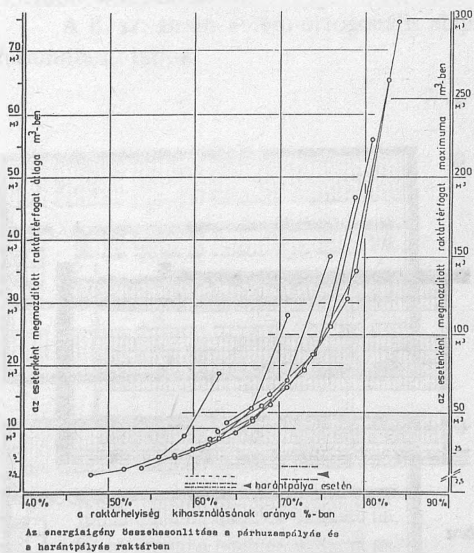
A keresztutcák száma	A födémfeszítávolsága méterben						
	18	16	14	12	10	8	6
1	74,8	65,5	56,1	46,8	37,4	28,1	18,7
2	35,2	30,8	26,4	22,0	17,6	13,2	8,8
3	22,0	19,3	16,5	13,8	11,0	8,3	5,5
4	15,4	13,5	11,6	9,6	7,7	5,8	3,9
5	11,0	9,6	8,3	6,9	5,5	4,1	2,8

3. tábla

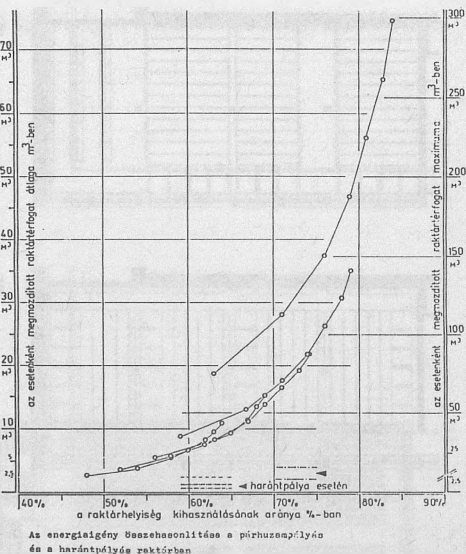
Az esetenként mozdtítandó tárolótérfogat maximuma m³-ben, az előbbiek rendjében

A keresztutcák száma	A födémfeszítávolság méterben						
	18	16	14	12	10	8	6
1	299	262	224	187	150	112	75
2	141	123	106	88	70	53	35
3	88	77	66	55	44	33	22
4	62	54	46	39	31	23	15
5	44	39	33	28	22	17	11

3. sz. ábra



4. sz. ábra



A 4. sz. ábrán a táblázatok sorai szerint összetartozó értékpárok pontjait kötik össze a regresszió-vonalak. Ebből az tűnik ki, hogy egy-egy keresztutca elhagyása (állvánnyal való kitöltése) 3–5 százalékkal növeli a helykihasználás arányát, de kétszeresre növeli az esetenként mozdítandó átlagos tárolótérfogatot.

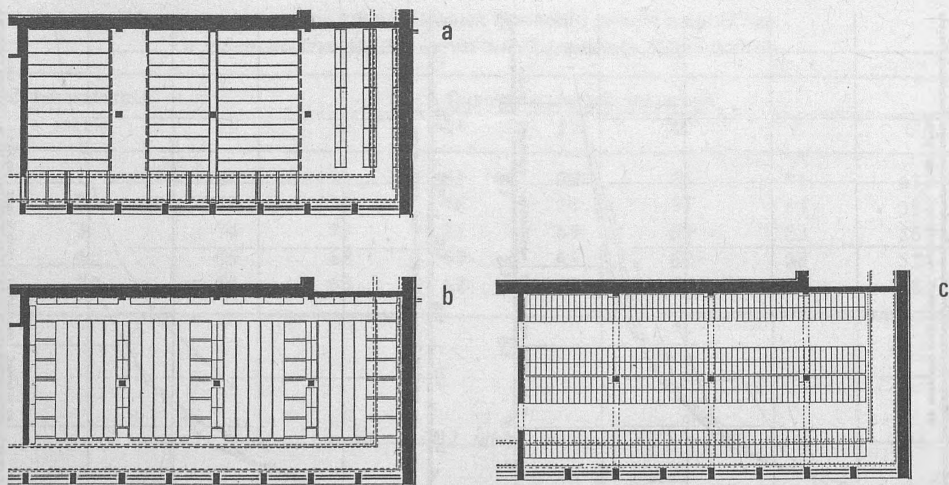
Különösen a 4. sz. ábra győzhet meg arról, hogy a 73 százalékot meghaladó eredmények mindegyikéhez $20 m^3$ -en felüli (egy vasúti teherkocsi rakományánál több) anyag megmozdításával kell számolni egy-egy kötet eléréséhez. A $10 m^3$ -nél kisebb átlagos anyagmozgatással viszont nem lehet meghaladni a harántpályás rendszerre jellemző $2/3$ -os terület-hasznosítási arányt. Ezekkel tehát ilyen szempontból is versenyképes a harántpályás rendszer, amelyben $1,8 m^3$ -nél nagyobb kocsi soha nem szükséges, sőt szerencsés esetben $0,9 \times 0,25 \times 2,2 = 0,5 m^3$ -re csökkenthető az egyes kocsik befoglalómérete.

A továbbiakban néhány konkrét feladat megoldását tekintjük át.

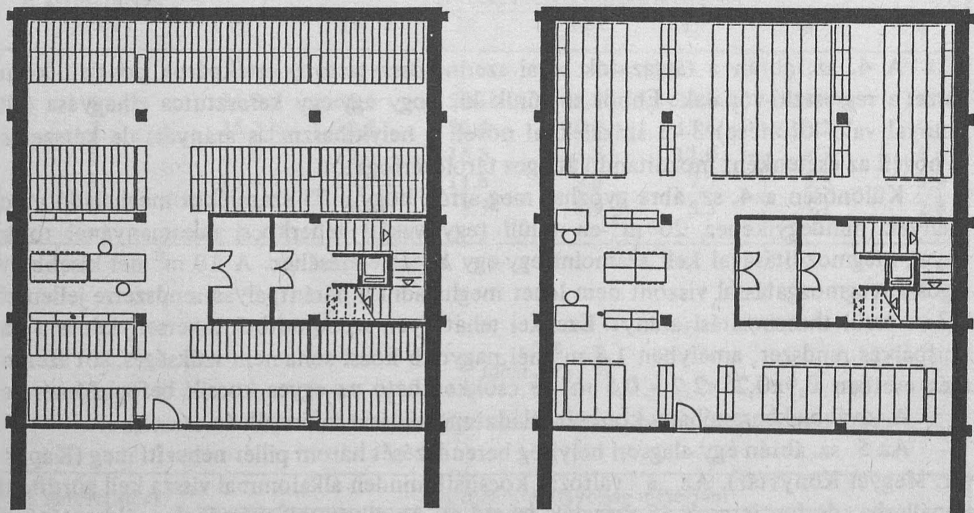
Az 5. sz. ábrán egy alagsori helyiség berendezését három pillér nehezíti meg (Kaposvár, Megyei Könyvtár). Az „a” változat kocsijait minden alkalommal vissza kell gördíteni alapállásba, de így is csak 47 százalék érhető el. Az állványok számának csökkentésével a visszagördítési kényszer elmaradhat, de az arány 40 százalékra csökken. Ennyi a „b” változat értéke is, de 6 szakaszos kocsikkal. Ugyanitt a harántpályás modellal 54 százalékra javul az eredmény.

A 6. sz. ábrán csak a két szélső (jellegzetesen tároló rendeltetésű) traktust hasonlítva össze és a befogadóképességet állványméterben kifejezve, 311:270 arány szól a harántpályás modell javára.

5. sz. ábra



6. sz. ábra

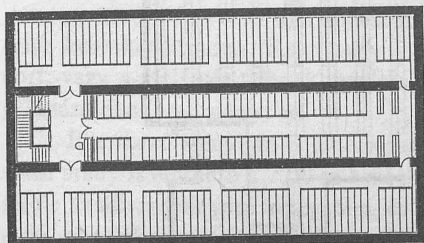


A 7. sz. ábrán az „a” részleten, a korábban szokásos 60 cm mélységű – kétoldalas – állványokat vettük számításba. A „b” változatban a Pohlschröder cég blutenburgi 50 cm-es állványait. Ezt az utóbbit tekintve viszonyítási alpnak (100 százalék), az előző kapacitás 83,5 százalék, a harántpályás változat, „c”, 108,5 százalék. Allványfolyóméterben rendre: 1100, 1320, 1432. Kötetszámban (egységesen B/5 formátumú köteteket, 30 cm

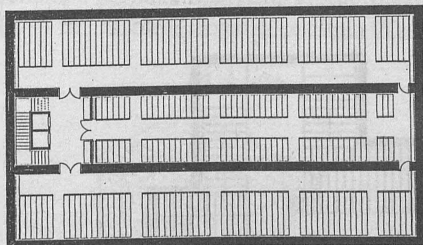
polcmagasságperiódust és 40 kötet/polcfolyómétert véve számításba) rendre: 308 000; 370 000; 401 000 kötet.

A 8. sz. ábrán a nem-ortogonális alaprajzú helyiségek hasznosítás-arányainak összehasonlítását látjuk.

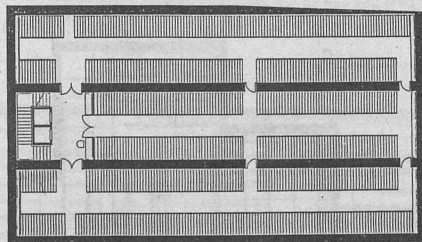
7. sz. ábra



a

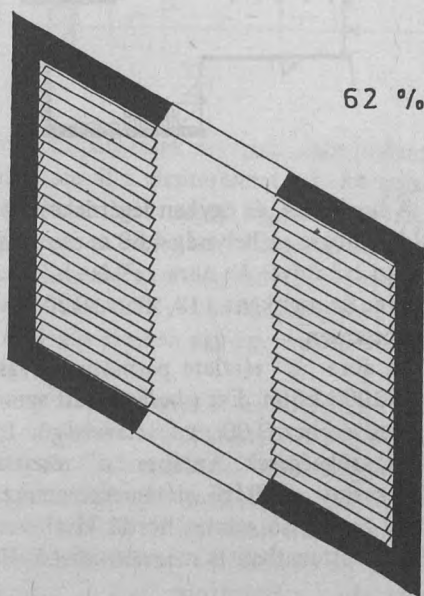
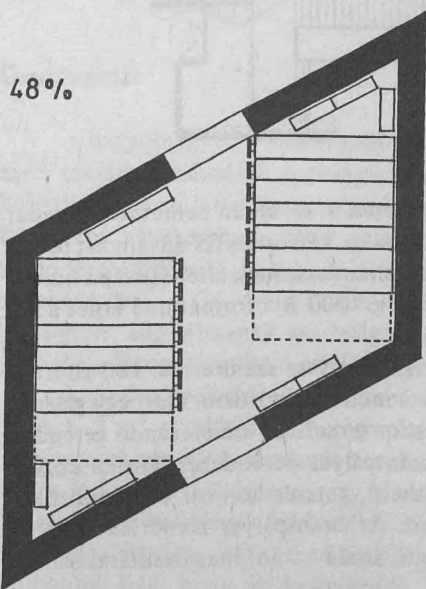


b

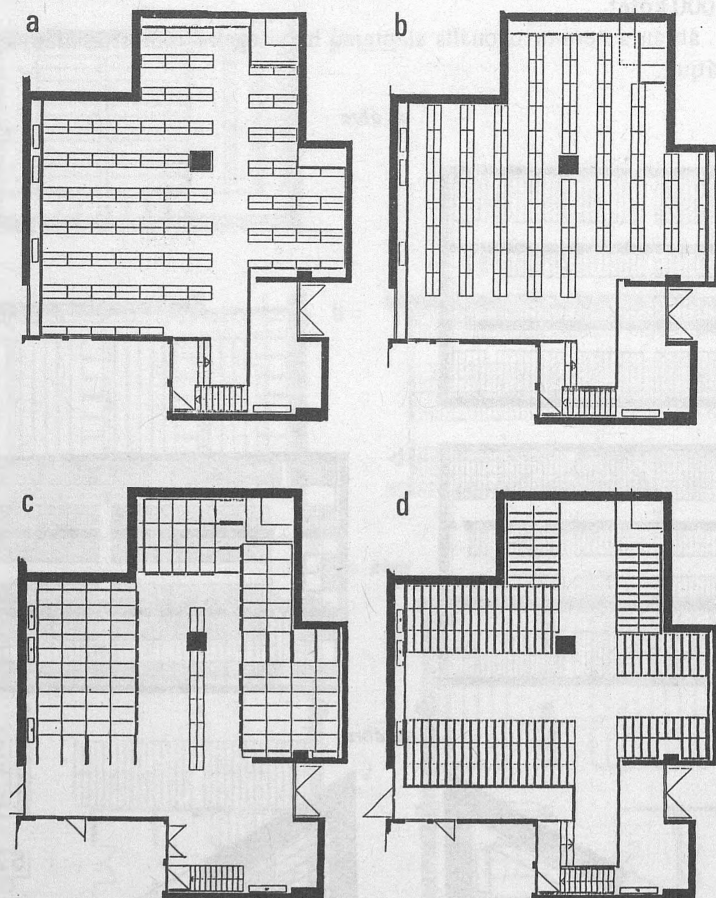


c

8. sz. ábra



9. sz. ábra



A harmadik, és egyben legérdekesebb meglepetést a 9. sz. ábrán bemutatott feladat megoldása hozta. A helyiség 4,80 m-es szabad belmagassága kétszintes fix-állványzat beépítését teszi lehetővé. Az ábra „a” és „b” részlete ezek elrendezésének alternatíváját hasonlítja össze. Szintenként 118, illetve 120 állványméter; 67000 B/5 formátumú kötet a két szinten összesen.

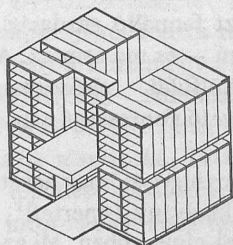
Az ábra „c” részlete párhuzampályás tömörraktárt vesz számításba: 180 állványméter, 50000 kötet. Ezt a berendezést azonban nincs mód megkettőzni, mert egy galéria-szint létesítéséhez 9,00 m fesztávolságú, 1,5 tonna/fm terhelésre méretezendő gerendák lennének szükségesek. Az ábra „d” részletén a harántpályás berendezés bútorai között tetszés szerinti sűrűségű alátámasztószervezet építhető, tetszés szerinti támaszközökre rövidítve egy felső szintet hordó kiváltószervezetet. A harántpályás tömörraktár tehát kétszintes változatban is megvalósítható. Elkerülhető általa az ún. magasraktárakban al-

kalmazott felrakógépek, vagy létrák használata. A számított befogadóképesség 360 állványméter, illetve 101000 B/5 formátumú kötet. A szerkezet sémáját a 10. sz. ábra mutatja be.

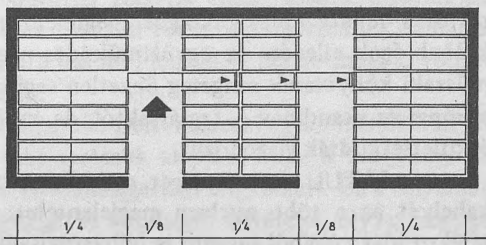
Az eddig tárgyalt bútorzattelepítéseknek közös jellemzője, hogy az alapterületet $1/3$ (állvány) + $1/3$ (utca) + $1/3$ (állvány) arányban tagolják, így közel 66 százalékos a helykihasználás aránya. A 2,00 m-nél keskenyebb helyiségek esetében – ha például egy használaton kívüli folyosót kell tárolásra igénybe venni –, a harmadolás elfogadhatatlanul szűk közlekedőt adna. Ezért vagy a tér szélességének $1/3$ -nál rövidebb állványokból két sort, vagy a szélesség felének megfelelő állványokból egy sort kell képezni, ami ugyancsak 50 százalékos eredményt ad.

Ellenkező irányban is lehetséges az eltérés. Elméletileg 75 százalékos területhasznosítási arány is elérhető a 7,00 m-t meghaladó szélességű helyiségekben. Ennek azonban feltétele az állványok gépi mozgatása, és természetesen elektronikus vezérlése. Energiaigénye a 66 százalékos változatokkal összehasonlítva kétszeresére növekszik, de ez ismét csak töredéke a párhuzampályával elérhető azonos hasznosításfokú megoldások energiaigényének (2–4 m³ tárolótérfogat mozdítása 20–25 m³ helyett! Ld. 3., 4., és 11. sz. ábra.)

10. sz. ábra



11. sz. ábra



Összefoglalás

A hagyományos – összefoglaló néven párhuzampályásnak nevezett – gördülőszekrényes raktárberendezések segítségével a rendelkezésre álló alapterületet 48–84 százalék közötti arányban lehet hasznosítani, az épületszerkezeti adottságok függvényében. E százalékarány növekedése azonban mindenkor együtt jár az esetenként átlagosan megmozdítandó tárolótérfogatnak, s az ebben tárolt anyag tömegének exponenciális függvény szerinti növekedésével. A 74–84 százalék közötti eredmények, amelyek műszakilag még elérhetők ugyan, alig látszanak gazdaságosnak, mert átlagos esetben egy-egy vasúti teherkocsi tömegét kell megmozdítani, végtelen esetben négyét.

A gördülőszekrények mozgásirányának megváltoztatásával ez az energiaigény általában 1–2 m³ tárolótérfogat megmozdításának mértékére csökkenthető. A pálya harántirányú vezetésével a berendezés kevésbé érzékeny az épületszerkezeti kötöttségekre, például a térben álló pillérekre, vagy a nem ortogonális alaprajzú határoló falakra. Nagyobb belmagasságú helyiségek jobban kihasználhatók az állványok korlátlan borulásbiztonságából következően. Sőt, az eddigi ún. magasállványok helyett többszintes állványzatot építhetünk úgy, hogy az energiaigény változatlanul 1–2 m³ mozgatására korlátozható.