

# KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE



**9**

**SZÁM  
XXVIII. ÉVFOLYAM**

**1978.  
SZEPTEMBER**

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI  
SZEMLÉ  
A Közlekedéstudományi Egyesület lapja

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ  
Орган Научного Общества Транспорта

VERKEHRSWISSENSCHAFT-  
LICHE RUNDSCHAU  
Zeitschrift des Vereins  
für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE  
DES COMMUNICATIONS  
Organe de la Société Scientifique des  
Communications

SCIENTIFIC REVIEW  
OF COMMUNICATIONS  
Monthly of the Scientific Association  
for Communication

Megjelenik havonta

**Szerkesztő bizottság:**

DR. CZÉRE BÉLA  
felelős szerkesztő  
Dr. Abrahám Kálmán, dr. Bajusz Rezső,  
dr. Ertl Róbert, dr. Fekete György,  
dr. Kádas Kálmán, dr. Kerkápoly Endre,  
Kovács István, dr. Nagy József,  
dr. Nagy Rudolf, dr. Nemesdy Ervin,  
Petrik Ottó, Piroska István,  
dr. Szabó Dezső, Szini Béla,  
Szűcs Zoltán, dr. Tózsér István,  
dr. Turányi István, Urbán Lajos,  
dr. Vilmos Endre

XXVIII. ÉVFOLYAM 9. SZÁM 1978. SZEPTEMBER

TARTALOM

<i>Dr. Koren Csaba</i> : Közutak forgalmi méretezésének egyes kérdései . . . . .	385
<i>Dr. Béres Lajos—Dr. Tóth László—Dr. Unyi Béla</i> : A vasúti sínekben a vese alakú törések megjelenési formái . . . . .	392
<i>Edelényi Péterné</i> : Lassú közúti járművek forgalmának szabályozása . . . . .	398
<i>Dr. Prezenszki József—Dr. Kereszturi János—Dr. Várlaki Péter</i> : Komplex rakodási rendszer-irányítás optimalizálása heurisztikus tanuló algoritmusokkal. . . . .	407
<i>Berg Artur</i> : Fényjelző nélküli szintbeni közúti csomópontok gazdasági vizsgálata . . . . .	422
<i>Könyvszemle</i> . . . . .	397, 431

E számunk szerzői:

*Dr. Koren Csaba*, okl. építőmérnök és gazdasági mérnök, adjunktus a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán; *Dr. Béres Lajos* docens, *Dr. Tóth László* tud. munkatárs a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Mechanikai Technológiai Tanszékén; *Dr. Unyi Béla*, a műszaki tudományok kandidátusa, tud. tanácsadó a Vasúti Tud. Intézetben; *Edelényi Péterné*, okl. villamosmérnök, a Közúti Közlekedési Tud. Kutató Intézet tud. munkatársa; *Dr. Prezenszki József* adjunktus, *Dr. Várlaki Péter* tanársegéd a Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedés-technikai és Szervezési Intézetben; *Dr. Kereszturi János* tanársegéd a győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskolán; *Berg Artur*, okl. mérnök, a Közúti Közlekedési Tud. Kutató Intézet főmunkatársa.

- Д-р Чабя Корен: **Некоторые вопросы расчёта размеров движения по дорогам общего пользования** ..... 385  
 В труде даётся предложение на дальнейшего развития метода расчёта размеров движения повседневного и в конце недели, с учётом максимальных часовых факторов, необходимых для предварительной оценки, а также неравномерностей по направлениям максимумов размеров движения.
- Д-р Лайош Бэреш—д-р Ласло Тот—д-р Бэла Уни: **Формы появления почковидных изломов, возникающих в железнодорожных рельсах** ..... 392  
 На основе обследования многочисленных, так называемых почковидных изломов рельсов, — учитывая их форм — авторы разделяют изломы на четыре группы, знакомя с читателями причины их происхождения и процесс образования этого явления.
- Пэтэрнэ Эдэлэни: **Регулирование порядок движения транспортных средств дорог общего пользования, движущихся с малой скоростью** ..... 398  
 В интересах увеличения безопасности в 1972-ом году в Венгрии ввели ограничения в движении транспортных средств, движущихся с малой скоростью (велосипеды, конные повозки, тракторы, тягачи, станки) на всевенгерских автомобильных магистралях. Труд даёт отчет о репрезентативном обследовании, относящемся к результатам до сих пор проведённых мероприятий, распространяясь при этом и на дальнейшие задачи.
- Д-р Ёжсеф Презенски—д-р Янош Керестури—д-р Пэтэр Варлаки: **Оптимизация управления комплексной погрузочной системы с помощью эвристических учебных алгоритмов** ..... 407  
 Труд приближается к проблеме планирования и оптимизации оперативного управления со стороны обследования поведения комплексных погрузочных систем. К этому он применяет: возможности математических и логических моделирования, обслуживающих и оперативных алгоритмов, эвристические методы вычислительных машин, оптимизации параметров управления учебного процесса системы.
- Артур Берг: **Экономическое обследование узлов дорог общего пользования, необорудованных со светофорами** 422  
 Автор — в данной статье — через нескольких примеров представит метод, с помощью которого имеется возможность для экономического обследования узлов типа „Т“, или „Х“, указывая при этом также на возможности снижения расходов.
- Библиография ..... 397, 431

ZUSAMMENFASSUNG

	Seite
<i>Dr. Csaba Koren: Einige Fragen der Verkehrsdimensionierung der Strassen</i> .....	385
Die Studie stellt Anträge zur Weiterentwicklung der Verkehrsdimensionierungsmethode mit Unterscheidung zwischen den Verkehren an Wochentagen und an Wochenenden und unter Berücksichtigung der Ungleichheit je Richtungen der zur Planung notwendigen Spitzenstundenfaktoren und Verkehrsspitzen.	
<i>Dr. Lajos Béres—Dr. László Tóth—Dr. Béla Unyi: Erscheinungsformen der Nierenbrüche in den Eisenbahnschienen</i> .....	392
Die Verfasser teilen die Brüche — aufgrund der Untersuchung der erheblichen Anzahl der Schienenbrüche mit sog. Nierenform — nach ihrer Form in vier Gruppen unter Vorführung der Ursachen ihres Entstehens und des Vorganges der Entwicklung dieser Erscheinung.	
<i>Frau Péterné Edelényi: Regelung des Verkehrs der langsamen Strassenfahrzeuge</i> .....	398
In Ungarn wurde 1972 der Verkehr der langsamen Fahrzeuge (Fahrräder, Pferdewagen, Traktoren, Arbeitsmaschinen) im Interesse der Verkehrssicherheit, im Verordnungswege auf den Landesstrassen mit grossem Verkehr eingeschränkt. Die Studie gibt Rechenschaft über die representative Untersuchung betreffend die Ergebnisse der bisherigen Massnahmen auch die weiteren Aufgaben berücksichtigend.	
<i>Dr. József Prezenszki—Dr. János Kereszturi—Dr. Péter Várlaki: Optimalisierung der komplexen Verladensystemlenkung mit heuristischen Algorithmen</i> .....	407
Die Studie befasst sich mit dem Problem der Planung in der Optimalisierung der operativen Lenkung aufgrund der Folgerungen im Zusammenhang mit der Untersuchung des Verhaltens der komplexen Verladensysteme. Dazu verwenden die Verfasser die Möglichkeiten der mathematischen und logischen Modellierung der Bedienungs- und Funktionierens-Algorithmen sowie die heuristischen Rechenmaschinen-Methoden des Erlernenvorganges des Systems und der Optimalisierung der Lenkungsparameter.	
<i>Artur Berg: Wirtschaftlichkeitsprüfung der Niveau-Strassenknotenpunkte ohne Signallaternen</i> .....	422
Diesmal führt der Verfasser — and Hand mehrerer Beispiele — die Methode, vor mit der die Wirtschaftlichkeit der theoretischen „T“ bzw. „X“-förmigen Knotenpunkte untersucht werden kann auch auf die Möglichkeiten der Herabsetzung der Kosten hinweisend.	
<i>Bücherschau</i> .....	397, 431

## Közutak forgalmi méretezésének egyes kérdései

DR. KÖRENCSABA

A forgalmi méretezés az adott forgalmi igénynek megfelelő úttípus (különböző kiépítettségű egyes forgalmú utak, autópút, autópálya), illetve szélesség (2, 2×2, 2×3 stb. forgalmi sáv) megválasztását jelenti.

A közutak forgalmi méretezése — hasonlóan az egyéb mérnöki létesítmények méretezéséhez — az igény és a létesítmény által nyújtott lehetőség összevetésén alapszik: meg kell választanunk az igénynek megfelelő létesítményt.

Mivel sem a forgalmi igény, sem a közúti létesítmény által nyújtott lehetőség nem egy-egy nyilvánvalóan adódó számot jelent, sőt a forgalmi igény óráról-órára változik és az igény kielégítettségének ténye, illetve mértéke sem magától értetődő, a méretezési eljárásban algoritmust kell adnunk egy *mértékadó* forgalmi igény és egy *megengedhető* forgalom nagyság meghatározására. A méretezés ezután e két mennyiség összehasonlításán alapszik.

Rá kell mutatni, hogy a mértékadó és a megengedhető forgalom egy adott méretezési eljárásban meghatározott módon előállított két részmenyiség, ezeket csak egyszerre, egymással összefüggésben szabad szemlélni, és értelmetlen az egyikről vagy a másiktól külön beszélni. Mivel ezeket a mennyiségeket bár műszaki-gazdasági megalapozottsággal, de végső soron megállapodásszerűen származtatjuk, elvileg többféle, ugyanazon eredményre vezető méretezési eljárás is elképzelhető. Például azonos eredményre vezethet két eljárás, amelyek közül az egyik „szigorúbban” határozza meg a mértékadó forgalmat, de a megengedhető lazábban fogja fel (többet enged meg), a másik pedig alacsonyabban szabja meg a mértékadó forgalmat és szigorúbban (alacsonyabbra) veszi a megengedhető forgalmat.

A forgalmi méretezési eljárások többnyire a legnagyobb forgalmú órák forgalomleboncolásának műszaki (forgalomtechnikai) minősítésén alapulnak. A méretezés más — ritkábban előforduló —

módszerénél a forgalomtechnikai szempontokon túl további tényezők (pl. gazdaságosság, utazási kényelem, az emberi egészség védelme) is szerepelnek. (Ez utóbbi módszerre egy másik cikkben szándékozunk kitérni.)

### 1. A jelenlegi hazai előírások

A nemzetközi gyakorlathoz (pl. [1, 2]) hasonlóan a hazai előírások alap gondolata az, hogy a legnagyobb forgalmú órák alapján meghatározott, ún. mértékadó óraforgalmat (MOF) összehasonlítják az útszakaszra jellemző, ún. megengedhető forgalom nagysággal ( $F_e$ ). Ebből a szempontból az út akkor minősíthető megfelelőnek, ha az adott tervezési távlaton belül

$$\text{MOF} \leq F_e$$

Általános esetben a MOF (mértékadó óraforgalom) értékeit az ÁNF (átlagos napi forgalom)  $\omega$  hányadaként számítjuk:

$$\text{MOF (jármű/h)} = \omega \text{ ÁNF (jármű/nap)}$$

Az Országos Közutak Tervezési Szabályzata (OKTSZ) [3] ide vonatkozó részének módosításaként 1972 óta egy KPM-utasítás [4] írja elő a  $t=30-50$  órás tartósságú mértékadó forgalom számítására szolgáló  $\omega$  tényezőket a forgalomjelleg függvényében.

Ez az utasítás nem foglal állást, hogy a 30 vagy 50. óra tekintendő-e mértékadónak. Az ideiglenes autópálya-tervezési szabályzat [5] viszont — feltehetőleg a számos külföldi példa alapján — az 50 órát jelöli mértékadónak. Az alábbi vizsgálatokban ezért az 50 óra adatai mellett megadjuk a 30 óra megfelelő adatait is, mivel számos régebbi eredményt csak ezzel lehet összehasonlítani.

A tervezéshez alapul veendő megengedhető forgalom nagyságok értékeit az országos főutakra, azok külső és átkelési szakaszaira az OKTSZ az 1. táblázat alapján adja meg.

1. táblázat

A tervezéshez alapul veendő  
megengedett forgalomnagyságok az OKTSZ szerint

Közutak	Külső szakaszon, E/h	Átkelési szakaszon, E/h
<b>1. Vegyes forgalmú utak:</b>		
Két forgalmi sávú kétirányú forgalommal	900—1200	1200—1500
Két forgalmi sávú egyirányú forgalommal	1800—2400	2100—2800
Három forgalmi sávú egyirányú forgalommal	—	3000—4000
<b>2. Gyorsforgalmú utak:</b>		
Két forgalmi sávú kétirányú forgalommal	1400	1800
Két forgalmi sávú egyirányú forgalommal	2800	3600
Három forgalmi sávú egyirányú forgalommal	4000	5400
Négy forgalmi sávú egyirányú forgalommal	5200	7000

A szabályzat szerint a meglévő utakon, illetve útszakaszokon a teljesítőképesség növelését vagy új utak építését arra az időpontra kell előirányozni, amikor a mértékadó óraforgalom (MOF) értéke eléri az adott úton a megengedhető forgalomnagyság ( $F_e$ ) értékét. A teljesítőképesség növelése, egyes esetekben már előbb is gazdaságos lehet ezért a beruházás tervezett időpontját gazdasági szempontból is vizsgálni kell.

Az autópályák ideiglenes tervezési szabályzatának I. kötetében kétféle megengedett forgalomnagyságot különböztetnek meg:

- megfelelő szolgáltatási színvonalú,
- eltűrhető szolgáltatási színvonalú

megengedett forgalomnagyságot. Értéküket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

Megengedett forgalomnagyságok az autópályák ideiglenes tervezési szabályzata szerint

Autópályák	Megfelelő megengedett forgalomnagyságok (E/h)	Eltűrhető megengedett forgalomnagyságok (E/h)
2 forgalmi sáv kétirányú forgalommal	1000	1500
2×2 forgalmi sáv irányonként	2000	3000
2×3 forgalmi sáv irányonként	3200	4500

Az előírás szerint a méretezés során általában azt kell biztosítani, hogy a MOF a megfelelő szolgáltatási szintet biztosító megengedett forgalomnagyságot (az üzembehelyezéstől számított) legalább 10 éven belül ne haladja meg.

A teljesítőképesség bővítését az eltűrhető szolgáltatási szintet jelentő megengedett forgalomnagyság elérésének időpontjáig végre kell hajtani. Igen nagyarányú hétvégi forgalom esetén elegendő azt biztosítani, hogy a MOF az eltűrhető megengedett forgalomnagyságot legalább 10 éven belül ne haladja meg.

A forgalmi méretezéssel foglalkozó utasítások és a kapcsolódó szakirodalom azonban nem tárgyalják az alábbi kérdéseket.

— Hol fordulnak elő a hétköznapi, illetve a hétvégi forgalmi csúcsok és milyen arányban, illetve milyen nagyságban jelentkeznek?

— A területfelhasználáson alapuló analitikus forgalom-előrebecslés által szolgáltatott külön hétköznapi és vasárnapi ÁNF-ből hogyan lehet MOF-ot számolni?

— Hogyan vehető figyelembe a forgalom irányonkénti egyenlőtlensége?

— Az országos közutakon számolt legnagyobb óraforgalmak mennyiben támasztják alá a közutak kapacitására vonatkozó feltételezéseinket, illetve a megengedhető forgalomnagyságra vonatkozó előírásokat?

Jelen cikk ezeket a kérdéseket vizsgálja.

## 2. A csúcsóratényező a forgalomjelleg függvényében

Az 1975. évi országos forgalomszámlálás [6] során megváltoztatott forgalmi jellegeknek megfelelően [7] az 1972—75. évi adatokból [6, 8] a 3. táblázatban szereplő  $\omega_{30}$  és  $\omega_{50}$  csúcsóratényezőket adódtak.

3. táblázat

### Csúcsóratényező a forgalomjelleg függvényében

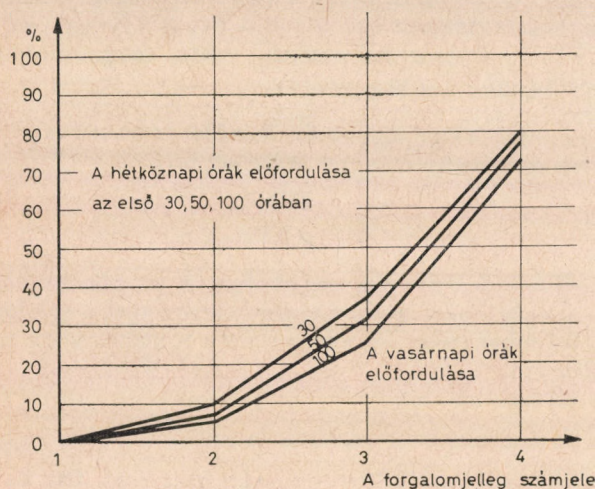
$\omega_{30}$	A	hétfégi forgalom relatív nagysága			
		1	2	3	4
Az üdülőidényi forgalom relatív nagysága	A	0,10	0,10	0,11	0,14
	B	—	0,11	0,13	0,17
	C	—	0,12	0,16	0,20
	D	—	0,13	0,18	0,23
$\omega_{50}$	A	hétfégi forgalom relatív nagysága			
		1	2	3	4
Az üdülőidényi forgalom relatív nagysága	A	0,10	0,10	0,10	0,13
	B	—	0,10	0,12	0,15
	C	—	0,11	0,15	0,18
	D	—	0,12	0,16	0,21

## 3. A hétköznapi és a hétfégi forgalom megkülönböztetése

A forgalmi méretezésnél a hétköznapi és a hétfégi forgalom megkülönböztetésének alapja az, hogy a hétköznapi (jelentős részben munkával, munkabajárással kapcsolatos) forgalom fontosabbnak tekintendő, mint a hétfégi (főleg kiránduló jellegű) forgalom. Így a hétköznapi forgalomnak lehetőség szerint jobb körülményeket kell teremtenünk vagy a másik oldalról nézve, a hét vé-

gén valamivel rosszabb forgalmi körülmények is megengedhetők.

A csúcsóra-megfigyelések adataiból számláló-állomásonként előállítottuk a vasárnapi órák előfordulási százalékát az év legnagyobb forgalmú 30, 50, illetve 100 órájában. Az állomásokat forgalomjellegük szerint csoportosítva, a vasárnapi órák előfordulási aránya az egyes jellegkategóriákon belül közel azonos, a jelleg betűjelétől sem függ, viszont a jelleg számjével (a hétköznapi forgalom relatív nagyságával) szoros kapcsolatban van (1. ábra). Az első két kategóriában a vasárnapi órák aránya igen kicsi, a 3. számjelnél kb. 1/3 rész, míg a 4. kategóriában a vasárnapi órák dominálnak, a hétköznapi órák aránya itt csak 20—25%.



1. ábra. A hétköznapi és a vasárnapi órák előfordulása a legnagyobb forgalmú órák között

Az előzőek alapján indokolt külön-külön megállapítani a hétköznapi és vasárnapi legnagyobb forgalmú órákat. Ehhez — az összes órára vonatkozó csúcsóratényezőkhöz hasonló — külön hétköznapi és vasárnapi csúcsóratényezőket kell levezetnünk. Például a 30 órák tényezői:

$$\omega_{30 \text{ hétk.}} = \frac{\text{MOF}_{30 \text{ hétk.}}}{\text{ÁNF}}$$

$$\omega_{30 \text{ vas.}} = \frac{\text{MOF}_{30 \text{ vas.}}}{\text{ÁNF}}$$

ahol:  $\text{MOF}_{30 \text{ hétk.}}$  ill.  $\text{MOF}_{30 \text{ vas.}}$  a hétköznapi, ill. a vasárnapi 30 legnagyobb forgalmú óra forgalma,

$\text{ÁNF}$  a teljes évi  $\text{ÁNF}$ .

Hasonló tényezők vezethetők le az 50 órákra is. Megjegyezzük, hogy értelmezhető a hétköznapi, illetve vasárnapi csúcsóratényező a fenti MOF-értékek és a hétköznapi  $\text{ÁNF}_{\text{hétk.}}$  ill. vasárnapi  $\text{ÁNF}_{\text{vas.}}$  hányadosaként is. Erre a 4. fejezetben térünk ki. A hétköznapi, illetve a vasárnapi csúcsóratényezők — a teljes évi csúcsóratényezőkhöz hasonlóan — egy-egy forgalmi jelleg kategórián belül közel azonosak, ezért célszerű ezeket a jellegek szerint csoportosítva bemutatni (4. táblázat).

Felismerhető, hogy a csúcsóratényezők mind az üdülődényi forgalom, mind a hétköznapi forgalom

relatív nagyságának növekedésével növekszenek. Az azonos óraszámhoz tartozó csúcsóratényezők közül az 1., 2. és 3. számjelű jellegeknél a hétköznapi a nagyobb, míg a 4. számjelű jellegeknél a vasárnapi. Ez összhangban van a hétköznapi és a vasárnapi órák előfordulásáról mondottakkal.

Az elmondottak alapján olyan méretezési eljárás alkalmazása célszerű, amelyben a megengedhető forgalom nagysága hétköznapi és vasárnapi különböző. A hétköznapi megengedhető forgalom azonosnak vehető az OKTSZ megengedhető forgalmával, ami a HCM [1] szerinti kapacitás 65—70%-a, azaz a C szolgáltatási szintnek felel meg. Vasárnap megengedhetjük a D-szintet is, ez a kapacitás 75—80%-át jelenti és 15%-kal több, mint a hétköznapi megengedhető forgalom.

4. táblázat

Hétköznapi és vasárnapi csúcsóratényezők forgalomjellegenként (a teljes évi  $\text{ÁNF}$ -re vonatkoztatva)

	$\omega_{30 \text{ hétk.}}$				$\omega_{50 \text{ hétk.}}$			
	1	2	3	4	1	2	3	4
A	0,10	0,10	0,10	0,10	A	0,10	0,10	0,10
B		0,11	0,12	0,13	B	0,10	0,11	0,12
C		0,12	0,14	0,16	C	0,11	0,13	0,15
D		0,13	0,16	0,19	D	0,12	0,15	0,18

	$\omega_{30 \text{ vas.}}$				$\omega_{50 \text{ vas.}}$			
	1	2	3	4	1	2	3	4
A ...	0,06	0,10	0,14		A ...	0,06	0,09	0,13
B		0,07	0,11	0,16	B		0,07	0,10
C		0,08	0,13	0,19	C		0,08	0,12
D		0,09	0,15	0,21	D		0,09	0,14

... = nines 30, illetve 50 vasárnapi óra az első 1000 óra között.

Mértékadó forgalomnak az újabb hazai és külföldi példák alapján az év 50. legnagyobb óraforgalma tekinthető.

A méretezés során biztosítani kell, hogy a hétköznapi, illetve vasárnapi 50. óra forgalma ne haladja meg a hétköznapi, illetve vasárnapi megengedhető forgalom nagyságát.

Amennyiben egy útszakaszon a hétköznapi MOF nagyobb, mint a vasárnapi, akkor a hétköznapi-ra való méretezés alapján az út nyilván vasárnap is megfelel. Ha viszont a vasárnapi MOF a nagyobb és erre méretezünk, ellenőrizni kell azt, hogy a hétköznapi megengedett forgalmat nem haladja-e meg. Megállapítható, hogy ha az első 50 óra forgalmának legalább 3/4 része vasárnap fordul elő, illetve ha a 4. számjelű forgalmi jellegek esetén a vasárnapi MOF több, mint 15%-kal nagyobb a hétköznapiénál, a vasárnapi méretezés mindenképpen megfelel.

A hétköznapi megengedhető forgalom nagyságát kell figyelembe venni az 1, 2, 3 számjelű forgalmi jellegek esetében vagy ha a részletes vizsgálat megállapítja, hogy a legforgalmasabb 50 órának leg-

alább 1/4 része hétköznap fordul elő. Igen nagyarányú hétvégi forgalom esetén (amennyiben a részletes vizsgálat megállapítja, hogy a legforgalmasabb 50 órának legalább 3/4 része hét végén fordul elő vagy ilyen vizsgálat hiányában a 4. számjelű forgalmi jellegek esetén) a hét végén megengedhető forgalom nagyságát kell figyelembe venni.

A közutak javasolt hétköznap és hétvégi megengedhető forgalom nagyságát az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

#### Javasolt megengedhető forgalom nagyságok

Úttípus	Megengedhető forgalom nagyság ( $F_e$ )	
	hétköznap E/h	hétvégén
2 forgalmi sáv kétirányú forgalommal, korszerűtlen kialakítás	1100	1300
2 forgalmi sáv kétirányú forgalommal, korszerű kialakítás	1400	1600
2 forgalmi sáv egyirányú forgalommal	2800	3200
3 forgalmi sáv egyirányú forgalommal	4000	4600
4 forgalmi sáv egyirányú forgalommal	5200	6000

#### Hétköznap és vasárnapi csúcsóratényezők forgalomjellegenként (a hétköznap, illetve a nyári vasárnapi ÁNF-re vonatkoztatva)

	$\rho_{30}$ hétk.			
	1	2	3	4
A	0,10	0,10	0,10	0,10
B		0,11	0,12	1,13
C		0,12	0,14	0,16
D		0,13	0,16	0,19

	$\rho_{30}$ nyvas.			
	1	2	3	4
A,B,C,D	...	0,07	0,09	0,11

A nyári vasárnapi  $\rho$ -értékek a jelleg betűjelétől függetlenek, csak a számjel függvényében változnak. Ez az összefüggés azzal magyarázható, hogy azokon a helyeken, ahol a hétvégi forgalom relatív nagysága nagyobb, ott a forgalom a vasárnapi órák között is egyenlőtlenebbül oszlik meg, kiugróbb csúcsok képződnek.

A hétköznap  $\rho$ -értékek a jellegnek mind a betű-, mind a számjelétől függenek. A betűjeltől való függés nyilvánvaló, hiszen az fejezi ki az üdülőidényi forgalom relatív nagyságát, az éves forgalom ingadozás „csúcsosságát”. A hétvégi tényezőtől (számjeltől) való függés azzal magyarázható, hogy a nagyobb arányú vasárnapi forgalomhoz nagyobb arányú péntek délutáni, szombati forgalom is tartozik; ez utóbbiak viszont az elemzésben

#### 4. Az analitikus forgalomelőrebeeslő eljáráshoz szükséges csúcsóratényezők

A hétköznap és hétvégi forgalomnak a méretezés szempontjából való különválasztását az is indokolja, hogy a forgalomkeltés és szétosztás törvényszerűségei — a forgalomvonzó tényezők különbözősége miatt — hétköznap és hét végén eltérően alakulnak. Ezért az országos úthálózat új, analitikus forgalom-előrebecslési módszere [9] külön állítja elő a hétköznapok átlagos forgalmát és a nyári vasárnapok átlagos forgalmát. Ebből a forgalomelemzés számára adódó feladat az, hogy olyan csúcsóratényezőket állítson elő, amelyek segítségével az átlagos hétköznap forgalomból számítható a hétköznap MOF, a nyári vasárnapok átlagos forgalmából pedig a vasárnapi MOF. Ezeket a csúcsóratényezőket a teljes évi ÁNF-hez viszonyított csúcsóratényezőktől való megkülönböztetés céljából  $\rho$ -val jelöljük.

$$\rho_{30 \text{ hétk.}} = \frac{\text{MOF}_{30 \text{ hétk.}}}{\text{ÁNF}_{\text{hétk.}}}$$

$$\rho_{30 \text{ vas.}} = \frac{\text{MOF}_{30 \text{ vas.}}}{\text{ÁNF}_{\text{nyári vas.}}}$$

Hasonló tényezők definiálhatók az 50 órára is. A számlálási eredményekből levezetett  $\rho$ -értékek a forgalomjelleg függvényében a 6. táblázatban találhatóak.

6. táblázat

	$\rho_{50}$ hétk.			
	1	2	3	4
A	0,10	0,10	0,10	0,10
B		0,10	0,11	0,12
C		0,11	0,13	0,15
D		0,12	0,15	0,18

	$\rho_{50}$ nyvas.			
	1	2	3	4
A,B,C,D	...	0,07	0,085	0,10

a hétköznapokhoz tartoznak, így a hétköznap csúcsokat növelik.

A  $\rho$ -tényezők ismeretében ezután számítható a hétköznap és a hétvégi MOF.

$$\text{MOF}_{50 \text{ hétk.}} = \rho_{50 \text{ hétk.}} \cdot \text{ÁNF}_{\text{hétk.}}$$

$$\text{MOF}_{50 \text{ vas.}} = \rho_{50 \text{ nyvas.}} \cdot \text{ÁNF}_{\text{nyvas.}}$$

#### 5. A forgalmi csúcsok irányonkénti egyenlőtlenségének figyelembevétele

A forgalom megfigyelése alapján megállapítható, hogy egy útkeresztszétben a két irány forgalmi csúcsai többnyire egymástól eltérő időben és nagyságban, és gyakran a teljes keresztmetszet

forgalmi csúcsaitól eltérő időben jelentkeznek. Ezt úgy is szokták mondani, hogy a csúcsórákban a forgalom irányonkénti megoszlása nem 50—50%, hanem ettől eltérő érték (alább rámutatunk a fogalmazás helytelenségére).

Az eddig ismertetett és az irodalomban található csúcsóratényezők általában a teljes keresztmetszetre (a két irányban mért forgalom összegére) vonatkoznak. Kétsávú utaknál a forgalmi méretezés a teljes keresztmetszet forgalmára történik. Négy vagy több forgalmi sávú utak esetén azonban a két irány forgalma egymástól függetlenül halad, egymás pályáját nem vehetik igénybe, ezért a forgalmi méretezést irányonként külön-külön kell végezni. Ehhez szükségünk van az irányonkénti forgalomból levezetett csúcsóratényezőkre. Ezt eddig esetenként, egyedi forgalomszámlálással állapították meg.

A forgalmi csúcsok irányonkénti egyenlőtlenségének elemzése céljából többek közt megvizsgáltuk az M7 autópálya 14+100 km szelvény (Törökbalint) 1974. évi irányonkénti és összesített forgalmi adatait. Érdekes, hogy a vasárnap délutáni, Budapest irányában jelentkező csúcsairól ismert helyen az első 30 óra között 12 olyan óra volt, amikor a Budapest—Balaton irányú forgalom a nagyobb. Ebből adódik, hogy a 30. órában észlelt pl.

70—30 arányú forgalommegoszlást méretezésnél nem használhatjuk, mivel esetleg a szomszédos 29 vagy 31. órában a csúcs a másik irányban lép föl és a megoszlás pl. 20—80%. Ezért a méretezést a két irány külön-külön való kezelésével célszerű végezni.

A rendelkezésre álló számlálási eredmények elemzése alapján összefüggést állapítottunk meg a forgalmi jelleg és az irányonkénti egyenlőtlenség mértéke között.

A szoros összefüggés miatt célszerű az irányonkénti csúcsóratényezőket a teljes keresztmetszetre vonatkozó csúcsóratényezőkből számítani. Ez az alábbi összefüggések szerint történhet:

$$\omega_{30 \text{ I.ir}} = k_{30 \text{ I.ir}} \cdot \omega_{30 \text{ km}}$$

$$\omega_{30 \text{ II.ir}} = k_{30 \text{ II.ir}} \cdot \omega_{30 \text{ km}}$$

ahol:  $\omega_{30 \text{ I.ir}}$  = a nagyobb forgalmi csúcsot mutató irány csúcsóratényezője (ez általában a közeli nagyváros felé menő irány),

$\omega_{30 \text{ II.ir}}$  = a kisebb forgalmi csúcsot mutató irány csúcsóratényezője,

$\omega_{30 \text{ km}}$  = a teljes keresztmetszet csúcsóratényezője,

$k_{30 \text{ I.ir}}$  és  $k_{30 \text{ II.ir}}$  = a 7. táblázatból veendő szorzószámok.

7. táblázat

## A forgalom irányonkénti egyenlőtlenségét figyelembe vevő k-tényezők

A 30 óra forgalmánál figyelembe veendő $k_{30}$ -tényezők	A nagyobb forgalmi csúcsot mutató (I.) irányban	A kisebb forgalmi csúcsot mutató (II.) irányban
Gyenge hétvégi forgalom esetén (1. és 2. számjelű jellegek)	1,10	1,05
Nagyarányú hétvégi forgalom esetén (3. számjelű jellegek)	1,35	1,10
Igen nagyarányú hétvégi forgalom esetén (4. számjelű jellegek)	1,60	1,25

Az 50 óra forgalmánál figyelembe veendő $k_{50}$ -tényezők	A nagyobb forgalmi csúcsot mutató (I.) irányban	A kisebb forgalmi csúcsot mutató (II.) irányban
Gyenge hétvégi forgalom esetén (1. és 2. számjelű jellegek)	1,10	1,05
Nagyarányú hétvégi forgalom esetén (3. számjelű jellegek)	1,30	1,10
Igen nagyarányú hétvégi forgalom esetén (4. számjelű jellegek)	1,50	1,20

Hasonló összefüggések és szorzószámok érvényesek az 50. órára is.

Négy vagy több forgalmi sávú utaknál tehát a mértékadó forgalmat irányonként külön-külön célszerű megállapítani. Ez részletesebb vizsgálat hiányában az irányonkénti ÁNF (a teljes ÁNF fele) és az irányonkénti  $\omega$ -tényező összeszorozásával végezhető el.

Az irányonkénti  $\omega_{50}$  tényezők a teljes keresztmetszetre vonatkozó  $\omega_{50}$  tényezőkből az előzőek szerint számíthatók.

Amennyiben váltakozó irányú sávhasználat szoba jöhet, az irányonkénti és a teljes keresztmetszetre vonatkozó forgalmi csúcsok időbeli előfor-

dulását is vizsgálni kell. A forgalmi méretezésnél célszerű figyelembe venni a csúcsóratényezők csökkenő tendenciáját is [10].

## 6. A közutak teljesítőképessége és a hazánkban eddig észlelt legnagyobb forgalmak

A közutak teljesítőképességére vonatkozó elméleti megállapítások gyakran bizonyos rövidebb időszakban vagy a teljesítőképességnél kisebb forgalomnál végzett mérésekből, extrapolációval adódnak. Ezért mindenképpen hasznos, ha vizsgáljuk a közutakon ténylegesen áthaladt legnagyobb óránkénti forgalmak nagyságát. Ebből a

8. táblázat

## Számlált legnagyobb forgalmak (autóút, kétirányú forgalommal)

Számláló állomás	Közút száma	Km-szelv.	Év	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
				E/h-t meghaladó forgalmú órák száma							
Törökbálint	M7	14+100	1966	1	1						
			1967	1							
			1968	8	4	4	1				
			1969	9	3	1					
			1970	37	20	15	7	4	1		
			1971	150	85	43	23	4	1		
Baracska II.	M7	30+500	1969	2							
			1970	8	4	2					
			1971	65	35	17	9	7	4	2	1
Lepsény II.	M7	85+900	1971	33	23	17	13	7	3		
ÖSSZESEN:				314	174	99	53	22	9	2	1

Megjegyzés: 1972-től kezdve az M7 autóúton a legnagyobb forgalmú órákban egyirányúsítás volt.

9. táblázat

## Számlált legnagyobb forgalmak (kétsávu utak)

Számlálóállomás	Közút száma	Km-szelv.	Év	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
				E/h-t meghaladó forgalmú órák száma								
Gödöllő	3	33+400	1975	75	20	5						
Hort	3	65+250	1971	9	8	7	6	5	3	2	1	1
			1975	15	2							
Budakalász I.	1115	14+500	1969	2	2							
			1970	1								
Baracska I.	70	38+500	1966	13	8	5	4	2	1	1	1	1
			1967	13	2	1						
Lepsény I.	70	96+265	1966	4	4	3	2	2	2			
			1967	15	10	7	2					
			1968	15	9	7	4	2	2			
			1969	25	18	15	12	4	2			
			1970	50	42	30	20	13	7	2	1	1
Siófok I.	70	110+850	1966	1	1	1						
			1967	17	8	2						
			1968	8	4	1						
			1969	15	8	2						
			1970	45	20	5						
			1971	1								
			1972	4	1							
			1973	33	17	7	2	1				
			1974	73	35	7	1					
			1975	55	21	5	2					
Balatonlelle	7	135+800	1972	6	3							
			1973	4	1							
			1974	58	18	1	1					
			1975	25	8							
			1976	27	5							

szempontból „szerencsésnek” mondható, hogy vannak olyan utaink, ahol a csúcsórákban közismerten forgalmi problémák lépnek fel. A megfigyelt legnagyobb forgalmú órák természetesen a kapacitás alsó korlátjaként foghatók fel, de ezek az értékek a nálunk fejlettebb motorizációjú és korszerűbb gépjárműállománnyal rendelkező országokban levezetett kapacitásértékekkel, mint felső korláttal összehasonlítva jó lehetőséget adnak a hazai kapacitásértékek megállapítására.

A 8–10. táblázatban [6 és 8] alapján összeállítást készítettünk a csúcsórávizsgálatok során számlált legnagyobb forgalmak előfordulásáról. Külön táblázat készült a közönséges kétsávu utakon, az M7 (akkori) autóúton és az M7 autópályán levő számlálóállomásokra. Az M7 autóút egyirányúsítása alatt végzett számlálásokat az autópálya kategóriába soroltuk.

Az M7 autóút kiépítettsége kb. megfelelt az amerikai HCM ideális kétsávu útjának, amelyre

Számlált legnagyobb forgalmak (autópályán egyirányban, illetve egyirányúsított autópályán)

10. táblázat

Számláló állomás	Közút száma	Km. szelv.	Év	Irány	2300	2400	2500	2600	2700	2800	2900
					E/h-t meghaladó forgalmú órák száma						
Törökbálint	M7	14+100	1972	Balaton — Bp.	3	2					
			1974	Balaton — Bp.							
			1975	Balaton — Bp.	12	8	4	2	2	1	1
			1974	Bp — Balaton							
Baracska II.	M7	30+500	1972	Balaton — Bp.	4	3	2				
Székesfehérvér II.	M7	56+800	1973	Balaton — Bp.	1	1	1	1	1		
			1974	Balaton — Bp.	1						
Lepsény II.	M7	85+900	1972	Balaton — Bp.	3	3	3	2	1	1	
			1973	Balaton — Bp.	8	6	4	4	3		
			1974	Balaton — Bp.	6	4	4	4	4	3	
			1975	Balaton — Bp.	11	9	7	4	3	2	1
			1976	Balaton — Bp.	6	3	1				

két irányban összesen 2000 jm/h kapacitást adtak meg. Az M7 egyirányúsítása előtti legnagyobb forgalmú órák vizsgálata hasonló eredményre vezet.

1972 óta nincs olyan autópályán, ahol a kapacitáshoz közeli kétirányú forgalmakat mértek volna.

A megfigyelőállomásokon 1966—71 között a forgalom összesen 314 esetben haladta meg az OKTSZ-ben megengedhető forgalomnagyságként előírt 1400 E/h értéket. Az ennél nagyobb forgalmak gyakorisága egyre kisebb, az 1900 E/h-nál nagyobb forgalom kilencszer, a 2000 E/h-nál nagyobb forgalom kétszer fordult elő. Mivel ezek a csúcsok vasárnap, szinte tiszta személygépkocsiforgalom esetén adódtak, az észlelt legnagyobb forgalmak megfelelnek a HCM 2000 jm/h kapacitásértékének. Ezek alapján hazánkban is indokolt az ideális kétsávú utakra a 2000 E/h kapacitásérték figyelembevétele.

Az előbbihez hasonló összeállítás készült az 1966—76 közti adatokból, a nem autópályán jellegű kétsávú utakra (9. táblázat). A feltüntetett utak kiépítettsége igen eltérő. A korszerűnek tekinthető 70. és 3. sz. út külső szakaszain (Baracska I., Lepsény I., Hort) a forgalom eléri az ideális útra vonatkozó 2000 E/h kapacitásértéket. A 70. sz. út siófoki átkelési szakaszán — feltehetőleg az akadályoztatások miatt — már csak 1700—1800 E/h a maximum, míg az igen korszerűtlen régi 11-es úton Budakalásznál, a közismerten nagy forgalmi igény ellenére csak 1400—1500 E/h körüli csúcsok tudtak kialakulni. (A 70. sz. út számlálóállomásain az M7 autópályára megnyitása után a forgalom jelentősen csökkent. A számunkra nem érdekes éveket nem tüntettük fel.)

Indokolt lenne tehát a hazai szabályzatban — a HCM-hez hasonlóan — az útviszonyoktól függő kapacitáscsökkentő tényezők számszerűsítése.

Az egyirányúsított M7 autópályán, illetve autópályán legnagyobb forgalmú óráit a 10. táblázat mutatja. A legnagyobb csúcsokat Lepsény térségében ész-

lelték (2800—3000 E/h), ezek azonban még messze vannak a HCM szerinti sávonkénti 2000 E/h értéktől.

★

A jelenlegi forgalmi méretezési módszer kiegészítésének felfogható fenti javaslatok a hétköznapi és a hétvégi forgalom megkülönböztetésére, az analitikus forgalom-előrebecslési módszerhez szükséges csúcsóratényezőkre és a forgalmi csúcsok irányonkénti egyenlőtlenségének figyelembevételére terjednek ki. A javaslatok a forgalomin-gadozás időbeli és térbeli törvényszerűségeit mutató adatok elemzésén alapulnak.

A fentiek alapján a forgalmi méretezés az igényekhez jobban igazodóan végezhető.

## IRODALOM

- [1] *Highway Research Board: Highway Capacity Manual.* Washington, D. C. 1965.
- [2] *Forschungsgesellschaft für Strassenwesen: Richtlinien für die Anlage von Landstrassen. Querschnittsgestaltung.* Köln, 1971.
- [3] *Közlekedés- és Postaiügyi Minisztérium: Országos Közutak Tervezési Szabályzata.* Bp. 1968.
- [4] *Közlekedés- és Postaiügyi Minisztérium: Utasítás az országos közutak távlati forgalmának meghatározásához.* Bp. 1972.
- [5] *KMP Közúti Főosztály: Autópályák tervezése. Ideiglenes tervezési szabályzat I. kötet.* Bp. 1976.
- [6] *Bíró M.—Kolozsváry V.—Koren Cs.: Az 1975. évi országos közúti forgalomszámlálás.* KÖTUKI, Bp. 1977.
- [7] *Koren Cs.: Összefüggés az úttípusok, a forgalomjelleg és a csúcsóratényező között. Közlekedéstudományi Szemle, 1975. évi 4. sz.*
- [8] *Kolozsváry V.: A közúti forgalom folyamatos figyelemmel kísérése. KÖTUKI kutatási jelentések.*
- [9] *Monigl J.: Közúthálózati változatok kialakításának és gazdaságossági vizsgálatának módjai. Közlekedéstudományi Szemle, 1975. évi 5. sz.*
- [10] *Koren Cs.: A közúti forgalom csúcsóratényezőinek alakulása. Közlekedéstudományi Szemle, 1975. évi 9. sz.*

## A vasúti sínekben a vese alakú törések megjelenési formái

DR. BÉRES LAJOS — DR. TÓTH LÁSZLÓ — DR. UNYI BÉLA

### Bevezetés

Előzetes tanulmányok [1, 2, 3] részletesen foglalkoztak már azzal a kérdéssel, hogy a sínfej keresztmetszetében egyre gyakrabban előforduló ún. vese alakú törések bizonyítják: a sínszál igénybevétele a kifáradási határ közelében van. További tanulmányok [4, 5, 6] azt a megállapítást is tartalmazzák, amely szerint e töréseket minden esetben zárványból, pelyhekből vagy erősebb inhomogenitásból kiinduló hosszirányú repedés előzi meg. Ezért az azonos szilárdságú sínek között annak nagyobb a kifáradási határa, amelyik kevésbé szennyezett [7]. E repedések kifejlődéséhez egy nagyságrenddel hosszabb idő szükséges, mint ahhoz, hogy a hosszirányú repedés keresztmetszetbe fordult ágából törést okozó méretű „vese” fejlődjék.

A hivatkozott tanulmányokban foglaltak lényegét jól összefoglalja 1. ábránk. Az ábrán látható vázlat (a) szerint a vese alakú törést megelőző hosszirányú repedés fejlődésében az alábbi szakaszok különböztethetők meg:

1. A zárvány éles végének bemetsző hatására az ismételt fellépő igénybevételek miatt kialakuló helyi feszültségcsúcs elindítja a repedést (1. d ábra).

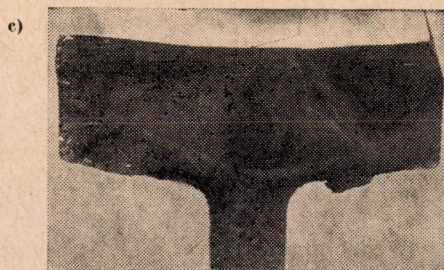
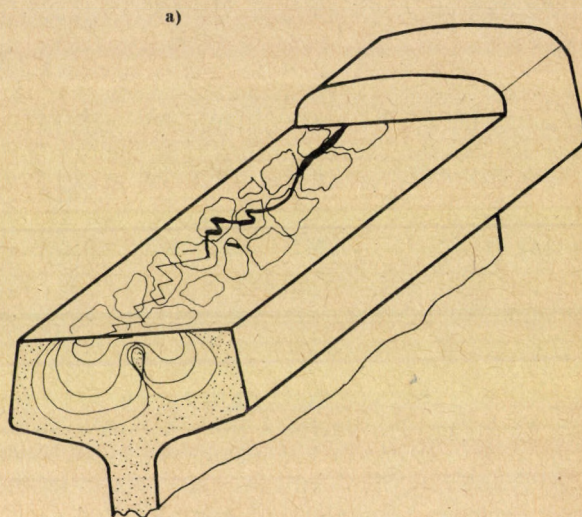
2. A sínfej legnagyobb igénybevételnek kitett részein egymástól függetlenül felnyílások jelennek meg, amelyek közül ezután néhányon át továbbfejlődik a repedés (2. ábra).

3. Az egyre növekvő repedés vége a csúsztatófeszültségek következtében jellegzetesen zezzugos „w” alakú lesz és egyik ága beleeshet egy, a sín hossz tengelyére merőleges síkba. Ez lesz a fáradt törés kiindulási helye, innen indul ki a vese alakú törés. Az 1. a. vázlaton is jól látszik, hogy a zezzugos repedésnek egyszerre több szakasza is megközelítheti a keresztmetszeti síkot. Ez a magyarázata annak, hogy gyakran közel párhuzamosan, egymástól néhány mm távolságban egyszerre két-három „vese” is kifejlődik. Ez mikroszkópos vizsgálathoz jól megfigyelhető (3. ábra).

Nagyszámú töretfelületet megvizsgálva arra a következtetésre jutottunk, hogy azok — a pályahibáktól és túligénybevételektől eltekintve — tulajdonképpen négy csoportba sorolhatók. Vizsgálataink eredményeit a következőkben ismertetjük.

### 1. Külpontos terhelések hatására kifejlődő töretfelületek

Abban az esetben, ha a függőleges terhelések zöme nem a sín függőleges tengelyében, hanem attól távolabb, külponthoz adódik át a sínfejre (vegyes forgalmú pályák íves szakaszaiban levő síneknél ez az eset áll fenn), a vese alakú törés kezdeti helye nem a sín függőleges tengelye közelében lesz. A sínre ható oldalirányú erők az íves pályarészek



1. ábra. A vese alakú törést megelőző hosszirányú repedés. a vázlat, b a futófelület alatt 10 mm mélységben forgácsolással kialakított sík, amelyen repedésjelző folyadékkal az egyébként szabad szemmel alig látható repedést, valamint annak a vese alakú töretfelülettel való találkozási helyét, azaz a törés kezdeti helyét ki lehetett mutatni, c a 30 mm széles sínszelet túlsó oldala, amelyen a hosszirányú repedés függőleges kiterjedése jól látható, d zárvány végéből kiindult repedés. Marószersz 2%-os HNO<sub>3</sub>, nagyítás 500×-os



2. ábra. A futófelület alatt 7—15 mm mélységben megjelent repedés képe a felülettel párhuzamos síkon. Marószert 2%-os  $HNO_3$ , nagyítás 500 $\times$ -os

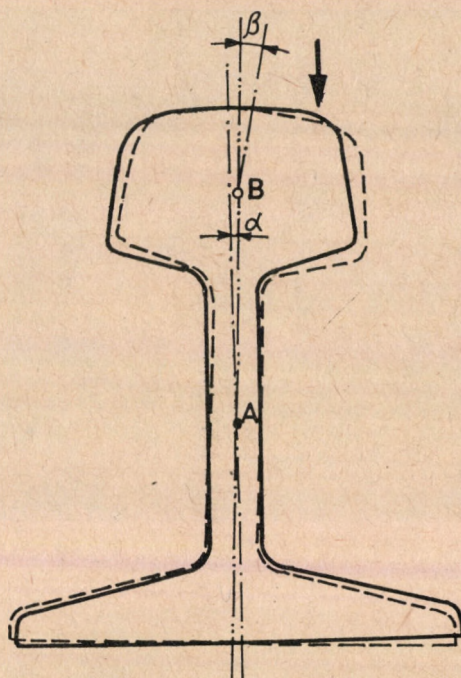


3. ábra. Egymástól kb. 1 mm távolságban egyszerre fejlődő két, vese alakú felnyílás képe a vízszintes síkban és a nyílal jelölt hosszirányú repedések. Marataltan csiszolat, nagyítás 12,5 $\times$ -es

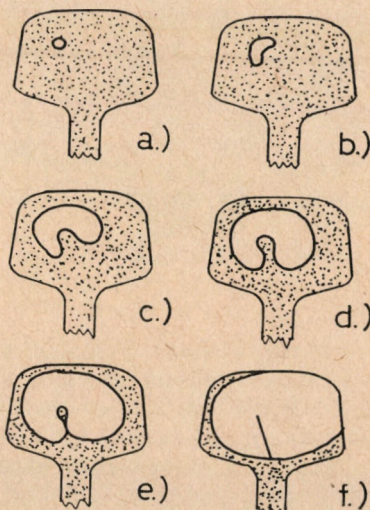
általában nagyobbak, mint az egyenes pályarészek. A külpontos függőleges terhelés hatására azonban nem csak — a 4. ábrán — „A”-val jelölt csavarási középpont körül fordul el a sín teljes keresztmetszetében, hanem a sínfej saját, „B”-vel jelölt csavarási középpontja körül is.

Ennek eredménye az 5. ábrán feltüntetett hibakifejlődés lesz, amelyet a 6. ábrán látható felvételsorozat is igazol.

A törésfelületeken az utoljára eltűnő szemcsés rész a sínfej saját csavarási középpontjának fogható fel.



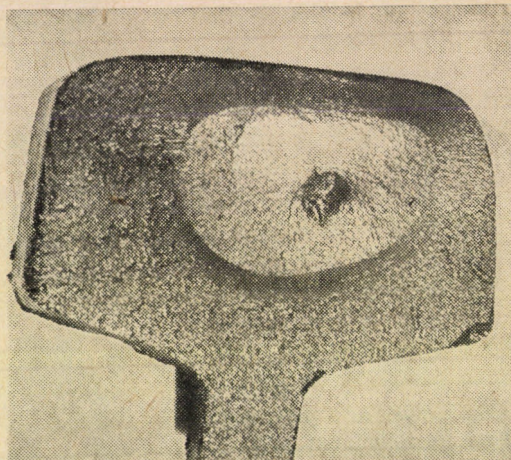
4. ábra. A sín alakváltozása az ábrán nyílal jelölt helyen fellépő, külpontos terhelés hatására



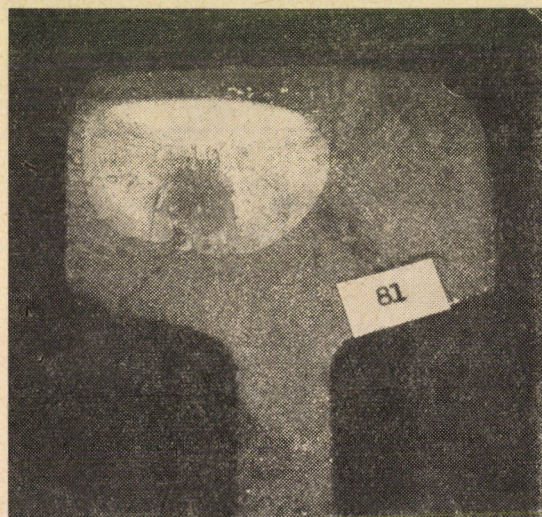
5. ábra. A külpontos terhelés hatására kezdődő vese alakú törés kifejlődésének vázolata



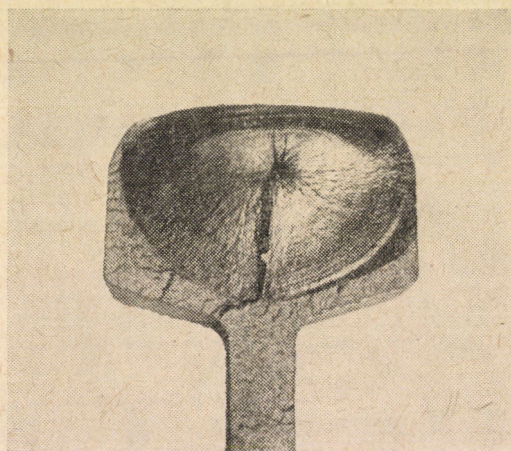
a.



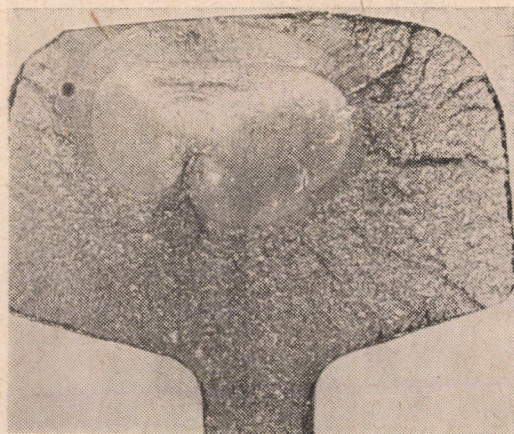
d.



b.



c.



e.

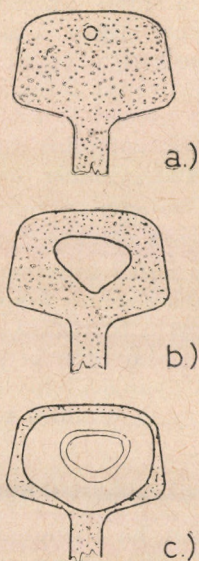
6. ábra. A vese alakú törés kifejlődése külpontos terhelés hatására: a, b, c, d a törés fejlődése, e pályában tört sínszál fejrésze

A 6. és 8. ábrán látható töretek tartalmazó sínrészeket a vágányban ultrahangos sínvizsgáló berendezéssel fedezték fel, a hibát tartalmazó sínrészeket kivágták, majd azokat laboratóriumban eltörték. A vonatok áthaladásakor ébredő igénybevételek hatására a sínfejen kialakult vese alakú hibás rész síma felületű. A további, eltört részek felülete szemcsés.

## 2. A központosnak felfogható terhelés hatására kifejlődő törésfelület

A sín függőleges tengelyéhez közel átadódó függőleges terhelés hatására (ami az egyenes pályarészekeken fekvő síneknél fordul elő), a vese alakú törés kiindulóhelye általában a sín függőleges tengelyének közelében van. A törés felülete a 7. ábrán

található vázlatok szerint fejlődik, amit a 8. ábrán látható felvételsorozat is alátámaszt.

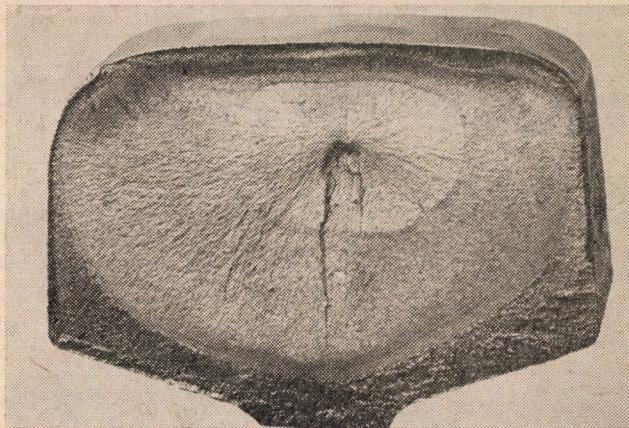


7. ábra. Középpontos terhelés hatására kezdődő vese alakú törés kifejlődésének vázlata

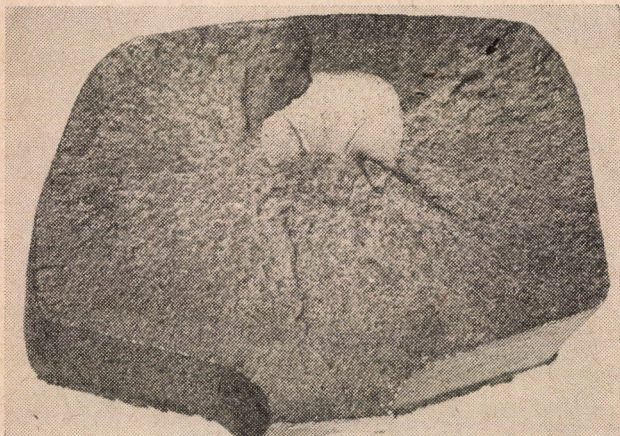
### 3. Erősen salakos sínszálban kifejlődött törés

A sín—kerék érintkezési pontjában keletkező, ún. Hertz-féle feszültség — a bevezetőben elmondottak szerint — függőleges irányú felnyílásokat okozhat. Amennyiben a sínfej erősen szennyezett, ez a felnyílás csaknem teljes bizonyossággal be is következik.

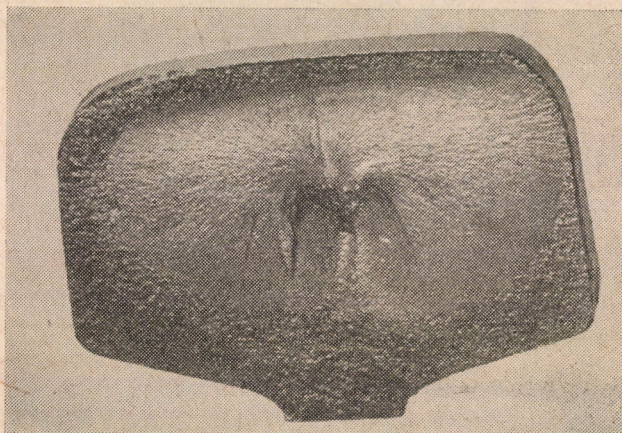
A terhelés hatására, a sín futófelületén oldalirányban meginduló „anyagáramlás” ezeket a felnyílásokat több milliméter szélességűre is szétnyithatja, s az áramló anyag által ébresztett csúsztatófeszültség vízszintes szétválást okozhat.



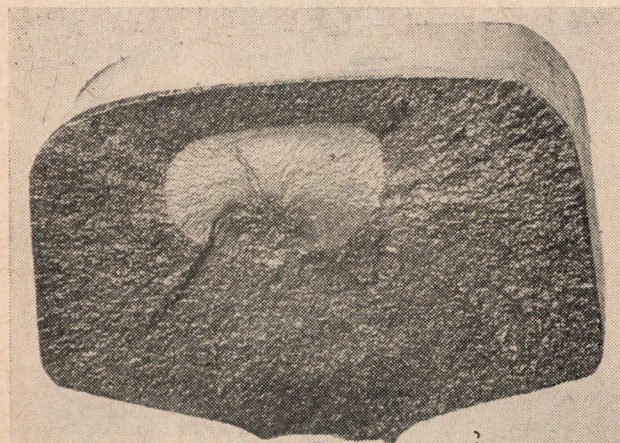
c.



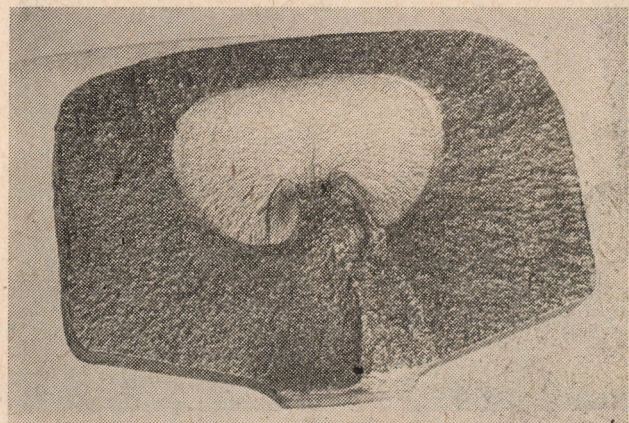
a.



d.



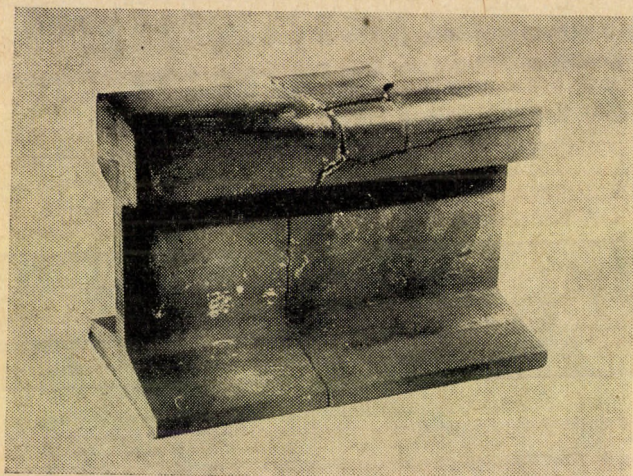
b.



e.

8. ábra. A vese alakú törés kifejlődése középpontos terhelés hatására: a, b, c, d a törés fejlődése, e pályában tört sínszál fejrésze

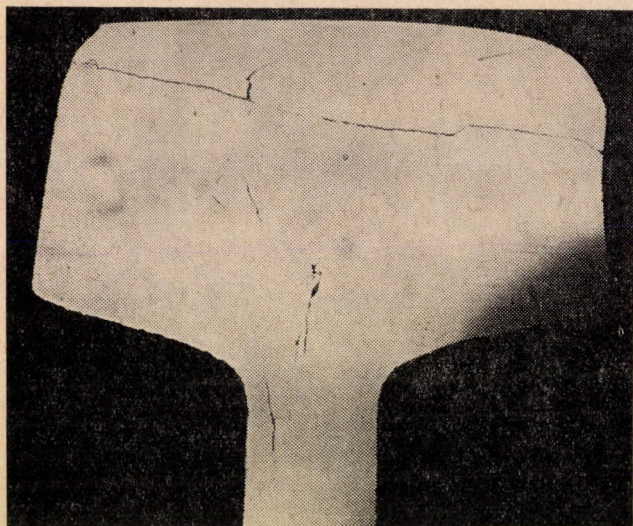
A 9. a. ábrán bemutatott felvétel jól szemlélteti az elmondottakat. A sínfej keresztmetszetében a töret képe jellegzetesen „fáradásos”. Fáradásos törésre jellemző a vízszintes síkban bekövetkezett



a.



b.



c.

9. ábra. Az átlagosnál jóval több zárványt tartalmazó sinszál fáradt törése

felnyílás is. A futófelület egy része kitört, kipattant. Amíg ennek felső síkja síma felületű, az alsó részén (9. b. ábra) jól látszanak a vízszintes irányú felnyílások. Ezek hosszát szemléltetően mutatja a 9. c. ábra, amely a sínfej kitöredezésétől kb. 100 mm távolságban keresztirányú törést is mutat. Az ábrán jól megfigyelhető a teljes keresztmetszetre kiterjedő vízszintes irányú felnyílás, az e fölött keletkezett s még e helyen is tekintélyes mértékű hosszirányú repedés, valamint a nagymértékű szakakosságra utaló, a síngerincig terjedő hiba.

Ez a törésfajta, az egyre gondosabb gyártási eljárás miatt, már csak elvétve fordul elő.

Egyébként a sínfejből kipattant rész alsó felületén jelentkező hosszirányú felnyílások magyarázatot adnak azokra a töretekre, amelyeknél egyszerre több vese alakú hiba is jelentkezik a keresztmetszetben. Ugyanis a felnyílások mindegyike képes lehet egy-egy vese alakú törés elindítására.

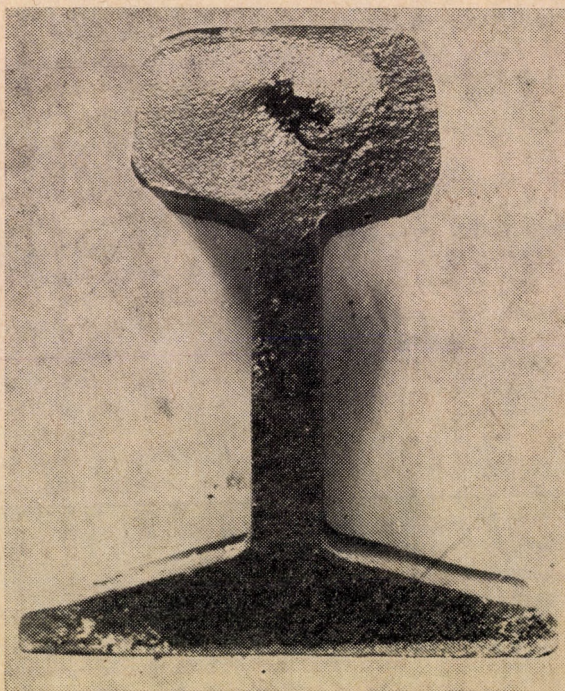
#### 4. Elhengerelt lunkerből kiinduló törés

Abban az esetben, ha a síngyártásnál az öntecs felső részéből a szívódási üreget teljesen nem távolítják el, a sínfejben több méter hosszúságú hiba jelentkezhet. Ilyen, 6—8 mm átmérőjű hibahely látható a 10. ábrán, amelyből rövid időn belül ki-fejlődött a vese alakú, fáradásos törés.

Ritkán előforduló gyártási hiba.

#### Összefoglalás

¶ Tanulmányunkban röviden a sínfejben kialakuló vese alakú törések okával, fejlődésével és formájával foglalkoztunk. Véleményünk szerint a törések alakjukat tekintve négy csoportba oszthatók ugyan, egységes azonban bennük az, hogy



10. ábra. Elhengerelt szívódási üregből kifejlődött fáradt törés

megindulásukat hosszabb-rövidebb, a hengerlési sorokat követő repedés, felnyílás előzi meg.

Az a tapasztalat, hogy gépalkatrészeinkben a fáradásos törések számának ugrásszerű emelkedése akkor következik be, amikor azok igénybevétele a kifáradási határ közelébe emelkedik. Várható tehát, hogy a sínekben jelentkező vese alakú törések száma is elsősorban a nagyobb kifáradási határú sínek alkalmazásával csökkenthető. E tekintetben természetesen kedvező, ha ezzel egyidőben a sín keresztmetszete is növekszik, mert csökken a sín-szállban ébredő feszültség. Nem elhanyagolható szempont azonban az sem, hogy amennyiben a sín folyóméterenkénti tömege 1 kg-mal nő, a pályafenntartási költségek 1—1,5%-kal csökkennek [7].

## IRODALOM

- [1] Eisenmann, I.: Schienenkopfbeanspruchung. Eisenbahntechnische Rundschau, 1967. H. 10, S. 355/361.
- [2] Karmasin, A. I.: Sínek futófelületén ébredő fárasztó feszültség meghatározása (orosz nyelven). Vasúti Mérnök Intézet kiadványa, 118. sz. Rosztov.
- [3] Béres L.: Ermüdungsbruchbildung in Schienen. Eisenbahntechnische Rundschau, 1973. H. 3. S. 98/103.
- [4] Béres—Vizy—Romvári: Fáradásos törés kialakulása sín-szállban. Kohászat, 1973 évi 8. sz.
- [5] Romvári—Béres—Tóth: Síncélok anyagmegválasztásának metallografikai vonatkozásai. Kohászat, 1976 évi 11. sz.
- [6] Béres—Tóth—Vizy: Sínyanyagok és tönkremenetlük főbb okai Közlekedéstudományi Szemle, 1977 évi 5. sz.
- [7] Srinivasan, M.: Die Schiene in der Gleisstruktur. Schienen der Welt, 1977. H.9. S. 459—65.

## Könyvszemle

## Dr. Megyeri Jenő: Vasúti vágánygeometria

Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978. 184 old. 92 ábra (ára kötve: 42— Ft)

Ez a most megjelent szakkönyv a vasúti vágány geometriai alakját, szerkezetét újszerűen vizsgálja, differenciál-geometriai alapon, komplex szemléletben, különös tekintettel a vonatok sebességének növelésére, amellyel a forgalmi terhelés növekedése párosul.

A kötet 8 fejezetből áll.

Az 1. fejezet a vasúti pályán végbemenő mozgás kinematikáját tárgyalja, majd a 2. fejezet az íves vasúti vágányok *tülemelésátmeneti* geometriájával, míg a 3. fejezet az íves vasúti vágány *görbületátmeneti* geometriájával foglalkozik. A 4. fejezetben a szerző a különböző *átmeneti geometriák* összehasonlító vizsgálatát végzi el. A továbbiakban a *másodrendű hatásokat* vizsgálja az íves vágányok átmeneteinél (5. fejezet), valamint a *kitérőívvel* és az *ívesített kitérőkkel* (6. fejezet) foglalkozik. A 7. fejezet foglalja össze az *átmeneti ívek egyéb számítási képleteit*. Végül az utolsó, 8. fejezet röviden a *lejtőtörések bekerítését* ismerteti.

A szerző e felsőfokú szakkönyvével a nagysebességű pályák műszakilag helyes és egyben gazdaságos átépítéséhez kíván segítséget nyújtani.

## Vásárhelyi Miklós: A lord és a korona

Kossuth Könyvkiadó, Bp. 1977. 148 old. 1 iv képmell. (ára kötve: 16— Ft)

A Kossuth Könyvkiadó „Népszerű Történelem” c. sorozatában megjelent kis kötet a két világháború közötti Magyarország történetének két mozzanatát: az első magyar óceánrepülést és Lord Rothermere, az angol újságkirály sajtóhadjárátát dolgozza fel, amelyet a trianoni békeszerződés revíziója érdekében folytatott. A két mozzanat összefüggései kapcsán bemutatja a Horthy-korszak kisszerűségét és provincializmusát.

Közlekedéstörténeti szempontból különösen a kötet első három fejezete érdekes, amelyben a szerző Endresz György és Magyar Sándor hőstettét: a New Yorkból Bicskéig megtett útját, valamint az utolsó fejezete, amelyben Endresz György és Bittay Gyula tragikus végű Budapest—Róma repülését dolgozza fel.

## Póta Györgyné—Spányi Balázné: Közlekedési és gépjárműzaj. Bibliográfia

Budapesti Műszaki Egyetem Központi Könyvtára, Bp. 1978. 104 old.

A BME Központi Könyvtára „Tudományos Műszaki Bibliográfiák” című sorozatban jelenteti meg a legidősebb műszaki kérdések bibliográfiai összeállításait. E kiadvány a sorozat 14. száma.

A kiadvány bevezetésül „A közlekedési zaj általános kérdései” címen elméleti tájékoztatást közöl Póta Györgyné tollából. Ezt követi a bibliográfiai összeállítás, amelyet Spányi Balázné készített.

A feldolgozás az 1966—1976 között megjelent magyar és idegen nyelvű művek szakirodalmi adatait közli, a következő csoportosításban: könyvek, jegyzetek, doktori értekezések; kutatási jelentések; folyóiratcikkek; kongresszusok, konferenciák; törvények, rendeletek, jogszabályok, előírások, irányelvek; szabványok. Ily módon a kiadvány több mint félezer forrásműről ad tájékoztatást.

A füzetet név- és tárgymutató, valamint az idézett folyóiratok lelőhelyeinek jegyzéke egészíti ki.

A sorozatot dr. Héberger Károly szerkeszti.

## Tamás György: Polski Fiat 126 p

Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1978. 137 old. 93 ábra (ára kötve: 20— Ft.)

E kötet a Polski Fiat 126 p — a jelenleg a legkisebb méretű sorozatban gyártott kiskocsi — tulajdonosai vagy leendő tulajdonosai számára készült.

A tíz fejezetből álló kötet először *általános tájékoztatást* ad a megrendelők számára (1.), majd a *fenntartási költségekről* (2.) és az eddig gyártott *kiskocsikról* (3.) közöl *összeállítást*. Ezt követik a Polski Fiat 126 p *szerkezetének* és *működésének leírása* (4.), illetve a *bejáratásra* (5.), a *házi szervízre* (6.) és a *hibakeresésre* (7.) vonatkozó tanácsok. Külön fejezetben tárgyalja a szerző a kocsival való *közlekedés* legfontosabb ismereteit (8.), a *kényelmi és biztonsági berendezéseket* (9.). Befejezésül a kötet a *biztosításra* vonatkozó tudnivalókat (10.) foglalja össze.

A kis kötet bizonyára hasznos segédeszköz lesz a Polski Fiat 126 p — e jellegzetes városi kisautó — tulajdonosai, vezetői számára.

## A lassú közúti járművek forgalmának szabályozása

EDELÉNYI PÉTERNÉ

### Bevezetés

1972. IX. 27-én hozta meg a Minisztertanács 2024/1972. sz. határozatát a közúti közlekedés biztonságának fokozása érdekében, amely a nagy forgalmú országos főutakon korlátozta a *lassú járművek* (kerékpárok, lovas kocsik, traktorok, vonatok, munkagépek) forgalmát és — lehetőség szerint, fokozatosan — ezek forgalmának teljes tilalmát irányozta elő.

Az intézkedés *célja* a közúti közlekedés biztonságának fokozása, a nagy forgalmú főutak szolgáltatási színvonalának emelése és a mezőgazdasági szállítási géppark összetételének korszerűsítése, fejlesztése volt.

Az intézkedés bevezetését *indokolta*:

— a fokozódó közúti motorizációfejlődés (az átlagos napi forgalom nagyság értéke 1975-ben, 1972-höz képest, mintegy 40%-kal nőtt),

— az ország földrajzi helyzetéből és nemzetközi kapcsolataiból adódó jelentős mértékű tranzitforgalom növekedése,

— a forgalmi csúcsidőszakokban kialakuló, a lassú járművek okozta forgalmi torlódások,

— a települések átkelési szakaszain kialakult forgalmi viszonyok (a megengedhető és tényleges forgalom nagyság viszonyának értéke 1 vagy annál magasabb értékű),

— a lassú járművekkel kapcsolatos balesetek száma és súlyossága (a lassú járművek aránya a közutak forgalmában mintegy 10%, a balesetekben viszont részarányuk mintegy 20%),

— a mindezekből adódó népgazdasági veszteségek.

A korlátozás bevezetésének alapelve mindenekelőtt a fokozatosság volt, valamint az óvatosság, hogy a határozat végrehajtása ne gátolja a kisebb települések belső forgalmát, valamint az idényjellegű mezőgazdasági munkák elvégzését.

A végrehajtás a KPM Közúti Főosztálya irányításával, a BM Közlekedési Csoportfőnökség, valamint a megyei Közúti Igazgatóságok és a helyi szervek bevonásával történt. Általában első lépésként az átmenő forgalom tilalmát vezették be és a teljes tilalmat csak egy következő lépésként rendelték el az elsőrendű főutakra. Indokolt esetben (hidak, átereszek környékén) a lassú járművek kitiltása a behajtási tilalom időtartamának megjelölésével történt, de nem mindenhol megfelelően és egyértelműen (az éjszakai lassú járműforgalom továbbra is fokozott balesetveszélyt jelentett).

A határozat végrehajtását elősegítette az olyan kedvező helyi adottság, amikor párhuzamos út (geometriailag és minőségileg nem azonos, de lassú járművek közlekedésére alkalmas út) állt rendelkezésre.

A rendelkezés végrehajtása a tilalmi jelzőtábla, valamint a kiegészítő táblák kihelyezésével történt. A tilalmat próbaként először az 5. sz. főút

Pest és Bács-Kiskun megyei szakaszán vezették be, majd a kedvező tapasztalatok alapján 1975-re kiterjesztették az elsőrendű főutak mintegy 60%-ára. A több megyén átvezető utakon általában azonos időpontban lépett életbe a korlátozás, amelyről néhány helyen a sajtó és rádió előzetes tájékoztatást is adott.

Azokat a betakarítási időszakokban jelentkező indokolt kéréseket, amelyek az adott helyeken a korlátozás alóli felmentésre irányultak, minden esetben elintézték, biztosítva ezzel a mezőgazdasági munkák elvégzésének zavartalanosságát. Az ilyen felmentést az adott időszakra a táblák letakarásával hajtják végre.

### A LASSÚ JÁRMŰVEK HATÁSA A FORGALOMRA

A közúti balesetek és a forgalmi körülmények összefüggésére három fő tényező van hatással:

- a forgalom nagysága,
- a forgalom összetétele és
- a járműsebességek.

#### A forgalom nagyságának hatása

Az igen kis forgalom mellett a járművek egymást nem befolyásolva haladnak, az egy adott keresztmetszeten történő áthaladási időpontok Poisson-féle elosztással jellemezhetők. Az egészen nagy forgalomban a sebesség lecsökken és a balesetek egy maximális érték után csökkenést mutatnak (kötött forgalom), a járművek nagy része oszlopban halad; ilyenkor a járműmozgások meghatározottak, előzésre alig kerül sor. Az ilyen forgalmi körülmények azonban alig elviselhetők a járművezetők számára, ezért nem kívánatosak.

Nagy forgalomban az utazási és szállítási idők megnövekednek, az üzemanyag-fogyasztás is nő, munkaidő-kiesés jelentkezik és fokozódik a járművezetők pszichikai megterhelése.

A forgalom nagyság általában azonban a fenti két véget között van. A járművek közül némelyek befolyásolják a többieket, előzések válnak szükségessé, amelyekre rendszerint csak bizonyos késleltetések után kerülhet sor. A lassú járművek miatt a többi jármű sávváltoztatásra kényszerül, így befolyásolja (zavarja) a másik sávon haladó járműveket is, jelentősen szaporítva ezzel a lehetséges konfliktus helyzetek számát.

Az utak geometriai jellemzői általában nem ideálisak, tehát olyan különböző kis sugarú ívek-ből, emelkedőkből, keresztezések-ből, nem megfelelően belátható útszakaszokból állnak, ahol rendszerint nincsenek meg az előzéshez szükséges feltételek. Így érthető, hogy az adott út megengedhető forgalom nagyságát megközelítő forgalmi terhelések esetén a forgalombiztonság növelése érdekében a forgalmi folyam homogénizálása látott a legcélszerűbb megoldásnak.

### A forgalom összetételének hatása

A forgalomban fokozott balesetveszélyt jelent a járművek heterogenitása minden olyan esetben, amikor a forgalom jellege igen vegyes és a járművek sebessége egymástól jelentősen eltérő. A súlyos balesetek okai között található a nagy sebességkülönbség is (gyors jármű és lovas kocsis vagy kerékpár között). A lassú járművek miatt növekszik a szükségessé váló előzések száma, gyakoribbak a kockázatos követési időközök a lassú jármű okozta oszlopmenetben, növekszik a fékezések száma és intenzitása.

#### A kétkerekű járművek hatása

A kétkerekű járművek nemcsak lassúságukkal, hanem labilitásukkal is problémát okoznak a mellettük elhaladó nagyméretű és nagy relatív sebességű tehergépkocsik és kamionok számára. Ezek a nagyméretű járművek egyoldalú légnyomáscsökkenést okoznak az elkerülendő kerékpárosokra. A nyomáscsökkenés miatt szívóhatás jelentkezik és a kerékpárosok bedőlnek a nyomáscsökkenés felőli oldalán. Gyakran előforduló balesettípus, hogy a szívóhatás megszűnése után a kerékpárosok nem tudják mozgásukat kiigazítani és a kamionok után a kockázatos követési idővel (a kamion megelőzésére várva) közeledő személygépkocsik elé esnek, féktávolságon belül. Az ilyen jellegű balesetek rendszerint súlyos vagy halálos kimenetelűek. A kerékpáros balesetek okai között rendszerint szerepel még az ittasság, és a kerékpárok nem megfelelő kivilágítása, mint járulékos ok (kb. a kerékpáros balesetek 33%-ában).

#### A fogatolt járművek hatása

A fogatolt járművek száma ma már elenyésző. 1972-ben 7,1%-os, 1975-ben 1,4%-os aránnyal vettek részt az elsőrendű közutak forgalmában. A másodrendű utak forgalmában ez az arány 1972-ben 10% körül mozgott, de 1975-re 3,6%-ra csökkent. Az elsőrendű főutak lakott területen kívüli szakaszain a csökkenést a kitiltások okozták, de jelentősen csökkent a fogatolt abszolút száma is.

A fogatolt járművek közlekedhetnek földúton is, de ősszel, az esőzések idején, a betakarításkor a fogatok a kiépített utakat használják. Az ilyen, lassan haladó járművekbe sok gyorsabb jármű azért ütközik bele, mert vezetője nem számol azzal a ténnyel, hogy ezek a gyors járműhöz képest, gyakorlatilag állnak. Az előzés végrehajtását rendszerint a szembehaladó forgalom akadályozza, a fékezés pedig már nem segít, mert a nagy sebességkülönbség miatt akkor a féktávolság kellene, amilyen a fékezés megkezdésekor már nem áll rendelkezésre.

A lassú járművek forgalmi körülményekre gyakorolt hatása kapcsán feltétlenül indokolt a „majdnem baleset”-ekről is néhány szót szólni. A külföldi irodalmi adatok szerint kb. minden ötödik balesetveszélyes helyzetben történik egy tényleges baleset. A lassú járművek jelenléte a gyors járművek között állandó potenciális balesetveszélyt jelent, hatása sokkal nagyobb, mint a konkrét baleseti adatok mutatják; jelentős a stressz-

hatása is, így gyakran nem a lassú jármű a közvetlen oka a balesetnek, de közvetetten szerepet játszik benne. Ezeket az eseteket csak az esetleges rendőrségi jegyzőkönyvek átvizsgálásával lehetne értékelni.

A külföldi szakirodalom a lassú járművek forgalmi körülményekre gyakorolt hatásával igen csekély mértékben foglalkozik; különösen vonatkozik ez a kerékpárok és fogatolt járművek forgalmára.

A lassú járműveknek a forgalmi körülményekre gyakorolt hatását a RAL—Q—1974 (lásd a [2] irodalmi forrást) a következőképpen veszi figyelembe. A mezőgazdasági, valamint a különleges járművek, amelyeknek sebessége 25 km/h alatti, jelentős mértékben akadályozhatják a forgalom áramlását. Az 1. táblázatban található azok a becsült csökkentési tényezők (egységjármű-szorozók), amelyeket az egyes úttípusokra az ilyen járművek óránkénti számának függvényében adtak meg. A megengedhető összes forgalomnagyság:

$$Q_2 = Q_1 - A_1$$

- ahol:  $Q_2$  a megengedhető és megfelelő szolgáltatási színvonalon lebonyolódni képes forgalomnagyság,  
 $A_1$  a lassú járművek okozta kapacitáscsökkenés értéke,  
 $Q_1$  az utakon a kiépítettségi adottságtól függően megengedhető forgalomnagyság értéke.

1. táblázat

#### Csökkentési tényezők

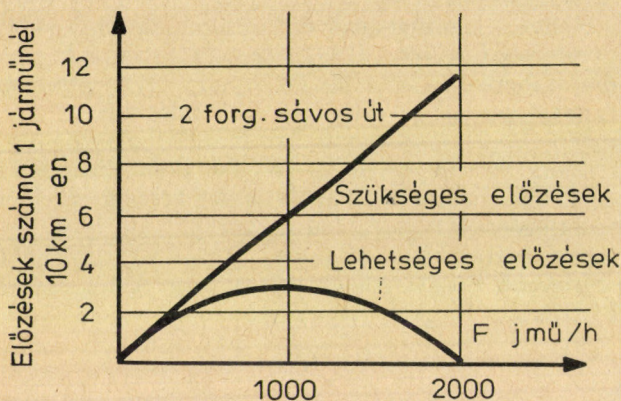
Úttípus*	A lassú járművek száma óránként mindkét forgalmi irányban összesen			
	0	5	10	20
B2S	∅	∅	∅	∅
Bsz	0	100	150	200
C <sub>2</sub> és D <sub>2</sub>	0	150	200	250

- \* B2S — autóutakra (lassú járművek tilalma)  
 Bsz — főutakra (ahol a burkolatszélisége 7,5 m vagy annál nagyobb)  
 C<sub>2</sub>, D<sub>2</sub> — alsóbrendű utakra, ahol a burkolat szélessége 6,5 m.

Ez a táblázat nem tartalmazza sem a kerékpárosoknak, sem a fogatolt járműveknek a forgalmi körülményekre gyakorolt kedvezőtlen hatását, amelyek a még kisebb sebességek miatt ennél is jelentősebb mértékű csökkenést okoznak. Itt főként traktorok, dömperek, kombájnok, vontatók, mezőgazdasági járművek szerepelnek.

Az egységjárműre („E”) történő átszámításhoz nálunk használt szorzószámok a kerékpárok és segédmotoros kerékpárok esetére nem jellemzik a tényleges forgalmi helyzetet. Az ezekre nálunk bevezetett egységjármű-szorozó, a 3, ill. a 0,3 érték irreális. Ezzel besorozva a darabszámot, ellepleződik a járművek balesetveszélyes szerepének nagyságrendje, és a jármű előzéséhez szükséges helyigény sem tükröződik megfelelően.

Hasonló a helyzet a fogatokkal is, de ezek kikeverülése még helyigényesebb, rakományuk miatt gyakran még a megfelelő előzési lehetőség sem figyelhető meg. Egységjármű-szorzóval történő átszámítással ezeknek is ellepleződik a rendkívül balesetveszélyes jellege. A szükséges és lehetséges előzéseket az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A szükséges és a lehetséges előzések alakulása

Ezeket az egységjármű-szorzókat még az alacsonyabb motorizációs szintnek megfelelően alakították ki.

Ha elvetjük az egységjármű-szorzók használatát — a fent említett okok miatt — akkor a lassú járműforgalom kapacitáscsökkentő hatása csak empirikus úton lenne meghatározható.

A kutatás keretén belül a fentebb említett két út közül egyik sem volt járható, ezért a hazai körülményekre jól használható és a tényleges forgalmi számlálásból kiszámítható csúcsóraforgalom és az Országos Közutak Tervezési Szabályzatában (OKTSZ) meghatározott tervezésnél alapul veendő megengedett forgalomnagyság viszonyának értékét határoztuk meg. Ha ennek értéke közel 1 vagy annál nagyobb volt, az arra utalt, hogy az adott útszakaszokon a forgalmi viszonyok a kritikushoz közel állnak, és kapacitástartalékhoz a lassú járművek, letiltásával juthatunk. A kapacitás-kihasználtság optimális értéke 0,65–0,75 (lásd a [7] irodalmi forrást).

### A sebesség hatása

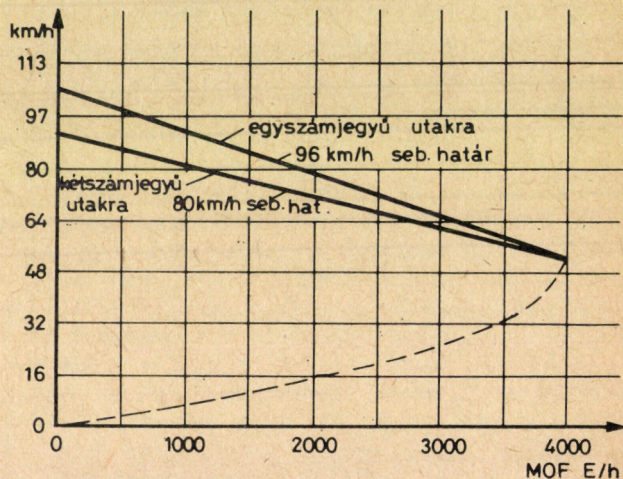
Nagyobb sebességeknél fokozódik a balesetek fajlagos, átlagos súlyossága, ugyanakkor azonban a balesetek összmenyisége a gyorsforgalmi utakon csökken.

Széles körű vizsgálatokat végeztek az utazási sebesség és a balesetek számának alakulása közötti összefüggésre, amelyek eredménye az volt, hogy az út tervezési sebességével vagy ahhoz közeli sebességgel haladó járművek sokkal biztonságosabban közlekednek, mint az alacsony vagy rendkívül nagy sebességgel haladó járművek.

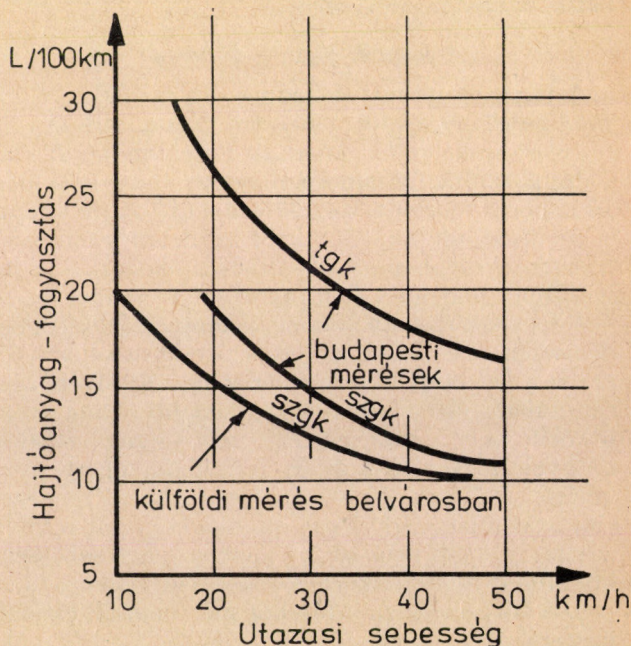
A forgalom tulajdonképpen átlagsebességét a tényleges és a megengedhető forgalomnagyság viszonya határozza meg. (De ez nem jellemző a nagy százalékban előforduló lassújárműforgalmat

lebonyolító utakra.) Ezeket a forgalmi értékeket általában egységjármű-mennyiségben számoljuk. Ha arra törekszünk, hogy az adott útszakaszon a gazdaságosságnak és az utazási kényelemnek megfelelő, az úthasználók részére jól elviselhető forgalmi viszonyokat biztosítsunk, akkor a megengedhető forgalomnagyságot a szolgáltatási színvonalnak megfelelő értékkel választjuk meg és a „MOF”-ban (mértékadó óra fogalomban) adjuk meg.

A vegyes forgalmú kétnyomú utak forgalomnagysága és üzemi sebessége közötti összefüggést mutatja be a 2. ábra. (Ez az összefüggés elsődrendű utakra érvényes.)



2. ábra. Vegyes forgalmú kétnyomú utak forgalmi nagysága és az üzemi sebesség közötti összefüggés



3. ábra. Az utazási sebesség hatása a hajtóanyag-fogyasztásra

### A LASSÚ JÁRMŰVEK OKOZTA NÉPGAZDASÁGI VESZTESÉGEK

A lassú járművek a teljes forgalom sebességét lelassítják, aminek igen sokoldalú következménye van. Egyrészt túlszűfolt úton, a már lehetetlen előzések miatt, a lassú jármű mögött csak lassan

haladó személygépkocsik, de a tehergépkocsik üzemanyag fogyasztása is erősen megnövekszik az alacsony sebességváltó-állásban való huzamos haladás miatt. Átkelési szakaszokra jellemző a 3. ábra szerinti üzemanyag-fogyasztás mértéke. Külső szakaszokon a különböző nagyságú emelkedők hatását is figyelembe kell venni. Emelkedőn a lassú járművek mögötti haladás esetén is fokozott üzemanyag-fogyasztás jelentkezik.

A lassú járművek sebességcsökkentő hatásának egy másik következménye a gyorsabb szállító járművekkapacitás-kihasználtságának csökkenése, amely a többletfogyasztással együtt jelentős népgazdasági veszteséget okoz az áruszállításban is.

A lassú járműforgalom korlátozása miatt nem jelentkezik viszont többletköltség a mezőgazdasági szállításoknál, hiszen 10 km feletti távolságnál már gazdaságatlan a traktorokkal és vontatókkal húzattott pótkocsis szállítási mód. (Ezeknek a költségeknek népgazdasági szinten történő becsülésével itt nem foglalkozunk.)

A lassú járművek jelenléte a főutakon, a gyors járművek között rendkívül sok balesetveszélyt rejt magában. A gyors járművek vagy leszorítják a lassú járműveket, vagy ők maguk nem tudják az előzést a KRESZ előírásainak megfelelően végrehajtani, és így gyakran súlyos balesetekre kerül sor.

A biztonság optimális értékét is akkor érhetjük el, ha a társadalmi ráfordítás (magnális költség) egyenlő a társadalmi haszonnal. Ahhoz, hogy az utazási költségeket minimalizáljuk, a szolgáltatási színvonal értékét célszerű olyanra megválasztani, amely egyúttal a gazdaságos utazási sebességet is biztosítja és meghatározza a biztonság megfelelő szintjét is.

Sajnos, az átkelési szakaszokon — műtárgyak hiányában — a lassú járművek rendszerint a főúton közlekednek. Jelenlétüket fokozott sárfelhordás, a forgalmi körülmények rosszabbodása, megnövekedett balesetveszély és gyakoribb baleset jellemzi.

### AZ „ELŐTTE—UTÁNA” VIZSGÁLATOK MÓDSZERE

A lassú járművek által a forgalmi körülményekre, a baleseti helyzetre és a népgazdasági veszteségekre gyakorolt hatás vizsgálata tette lehetővé az intézkedés értékelését. Az összehasonlítást a határozat végrehajtása előtti és utáni körülményekre végeztük el.

A lassú jármű korlátozással kapcsolatos vizsgálatok a következő kérdésre terjedtek ki:

— a 2024/1972/IX.27. MT határozat megjelenése óta az érintett főutakon a lassú járműforgalom alakulása;

— a lassú járművek összetételében bekövetkezett változások vizsgálata;

— a lassú járművek aránya a forgalom összetételében, különös tekintettel a mezőgazdaság betakarítási időszakára;

— a lassú és gyors járművek aránya a korlátozás előtti és utáni időszakokban;

— a korlátozás hatása a forgalmi körülményekre

a) teljes tilalom esetén,

b) csak az átmenő forgalom tiltása esetén,

c) időszakos korlátozás esetén

1. külső útszakaszokon,

2. átkelési szakaszokon;

— a korlátozás hatása a balesetek alakulására

a) teljes tilalom esetén,

b) csak az átmenő forgalom tiltása esetén,

c) időszakos korlátozás esetén

1. külső útszakaszokon,

2. átkelési szakaszokon;

— bebizonyítása annak, hogy a balesetek csökkenése valóban az intézkedés hatására következett be;

— kimutatása annak, hogy a lassú járművek, mint ritka jelenségek a közúti forgalomban hogyan hatnak a balesetek súlyosságára;

— a balesetek és a népgazdasági veszteségek alakulása és ezek forgalomra vetített fajlagos mutató értékeinek változása a lassú járműforgalom korlátozásának bevezetésével.

A fenti kérdések megválaszolására a következő vizsgálati módszert választottuk:

Az összehasonlító vizsgálatokhoz kiindulási adatként az 1972. és az 1975. forgalomszámlálási adatokat használtuk fel. Magukat az eredeti forgalomszámlálási felvételi lapokat értékeltük (nem használtunk fel különböző forgalomfejlődési szorzókat, csak ténylegesen számlált értékeket).

Mivel csak az 1972. és 1975. évekre sikerült megkapni a forgalmi adatokat, ezért a baleseti adatok értékelését is erre a két évre végeztük el.

Bázisevként fogadtuk el az 1972. évet, hiszen ez volt a korlátozás bevezetését megelőző év.

A vizsgálati módszer lehetővé teszi az 1975. évi adatokon kívül a további, 1976. és 1977. évi adatok feldolgozását is.

*Kiindulási adatokként szolgáltak:*

— a forgalmi adatok (a KÖTUKI Forgalm-elemzési Osztályától),

— az útdatok (amelyeket az 1975. december 31-i állapotot rögzítő, KÖTUKI feldolgozásában készült útkataszterből vettük ki),

— a baleseti adatok (a megyei közúti igazgatóságoktól szereztük be). Csak a lassú járművel kapcsolatos személyi sérüléssel baleseteket dolgoztuk fel,

— a korlátozás bevezetésével kapcsolatos információk (a megyei közúti igazgatóságoktól).

A kiindulási adatok alapján *kiszámítottuk a következő értékeket:*

1. A főútvonalon valószínűsíthető *szolgáltatási színvonalat*, és az ehhez tartozó körülbéli *sebességet*:

$$\frac{MOF}{FE}; \quad 0 < \frac{MOF}{FE} < 1 \quad (\text{megfelelő})$$

$$\frac{MOF}{FE} > 1 \quad (\text{vizsgálandó})$$

ahol:

MOF mértékadó csúcsóraforgalom, átkelési és külső útszakaszokon 1972-ben és 1975-ben,

FE az OKTSZ-ben megengedett forgalomnagyság értéke  $[E_j/k]$ ; ehhez

a viszonyszámhoz meghatározható a „ $Vv$ ” valószínűsíthető átlagos forgalmi sebesség [km/h] a 2. ábra alapján.

2. A relatív baleseti mutató értékeit a különböző főútvonalak átkelési és külső szakaszaira 1972-ben és 1975-ben a következő képlet segítségével számítottuk:

$$br_{ij} = \frac{B_{ij} \cdot 10^6}{\bar{o}j \cdot L \cdot T} \quad [\text{baleset/millió jkm}]$$

ahol:  $B_{ij}$  az összes lassú járművel kapcsolatos balesetek száma az adott főútvonal külső vagy átkelési szakaszán 1972-ben vagy 1975-ben [baleset/év],  
 $\bar{o}j$  átlagos napi forgalom [E/nap] vagy ÁNF alakban,  
 $L$  a főútvonal átkelési vagy külső szakaszainak hossza [km],  
 $T$  a vizsgált időszak (365 nap).

3. A súlyozott baleseti mutató értékeit; a figyelembe vett súlyozási tényezők a következők voltak:

halálos balesetekre	150
súlyos sérüléssel balesetekre	20
könnyű sérüléssel balesetekre	1

A súlyozott baleseti mutatók értékeit az adott főútvonalak átkelési és külső szakaszára is meghatároztuk, az 1972-ben és 1975-ös évekre, majd összehasonlítást végeztünk, amelynek eredményét %-osan fejeztük ki:

$$Be = 150B_h + 20B_s + 1B_k$$

ahol:  $Be$  a balesetek súlyozott összege,  
 $B_h$  a halálos balesetek száma,  
 $B_s$  a súlyos sérüléssel balesetek száma,  
 $B_k$  a könnyű sérüléssel balesetek száma.

$$p_H = \frac{Be}{B_{ij}}$$

ahol:  $p_H$  súlyozott baleseti mutató értéke (a számításokban),

$\acute{a}$  index, átkelési szakaszokra utal,  
 $k$  index, külső szakaszokra utal,  
 $72$  index, az 1972. évi adatokra utal,  
 $75$  index, az 1975. évi adatokra utal,

a súlyozott baleseti mutató értékének változása:

$$\% = \frac{p_H 72}{p_H 75} \cdot 100$$

4. A népgazdasági veszteségeket a baleseti költségek alapján:

$$S = B_h \cdot A_1 + B_s \cdot A_2 + B_k \cdot A_3$$

ahol:  $S$  a népgazdasági veszteség személysérüléssel balesetknél, átkelési és külső szakaszokon, 1972-ben és 1975-ben,

$A_1, A_2, A_3$  a KÖTUKI által számított közelítő veszteségértékek személyi sérüléssel balesetknél;

$A_1 = 2\,184\,000$  Ft egy halálos balesetre,  
 $A_2 = 122\,000$  Ft egy súlyos sérüléssel balesetre,

$A_3 = 13\,000$  Ft egy könnyű sérüléssel balesetre.

5. A fajlagos baleseti költséget (a balesetek költségeit, ill. a veszteségeket) az adott év adott forgalomnagyságára vetítve értékeltük:

$$U_k = \frac{S \cdot 100}{\text{ÁNF} \cdot 365 \cdot T \cdot L}$$

ahol: ÁNF a különböző km-szakaszokon mért átlagos napi forgalmak havi átlaga.

Az így kapott  $U_k(B_h + B_s + B_k) = V$  (Veszteség) kifejezés már reálisan tükrözi a népgazdasági veszteségek alakulását, figyelembe véve a forgalomnagyság növekedését is.

Majd meghatároztuk a fajlagos baleseti költség csökkenésének mértékét:

$$\frac{U_k 75}{U_k 72} \cdot 100 = \%$$

6. Annak elbírálásához, hogy a balesetekben bekövetkezett csökkenés valóban a lassú járművek korlátozását bevezető intézkedés hatására történt-e, alkalmaztuk az  $\chi^2$  statisztikai értékelést (az ún. null hipotézist a szignifikancia elbírálására) a főútvonalak átkelési és külső szakaszaira.

Ha a tévedési valószínűséget — szignifikancia szintet — 5%-ra választjuk, akkor

$$\chi^2 > 3,841$$

$$\chi^2 = \frac{(B_{ij72} - E_{72})^2}{E_{72}} + \frac{(B_{ij75} - E_{75})^2}{E_{75}}$$

$$E_{72} = \frac{\text{ÁNF}_{72}}{\text{ÁNF}_{72} + \text{ÁNF}_{75}} (B_{ij72} + B_{ij75})$$

$$E_{75} = \frac{\text{ÁNF}_{75}}{\text{ÁNF}_{72} + \text{ÁNF}_{75}} (B_{ij72} + B_{ij75})$$

Amennyiben a  $\chi^2$  kiszámításával nem volt egyértelműen bizonyítható, hogy a balesetek csökkenése valóban a korlátozás eredményességét igazolja, úgy a kontingencia-táblázat megvizsgálása esetleg a kívánt bizonyítékot szolgáltatotta.

Vizsgálat ideje	Balesetek száma (db)	
	átkelési v. külső szakaszon	teljes úthosszon
előtte	$B_{ij, 72}$ (a)	$B_{ij, L_{72}}$ (b)
utána	$B_{ij, 75}$ (c)	$B_{ij, L_{75}}$ (d)

$$n = a + b + c + d$$

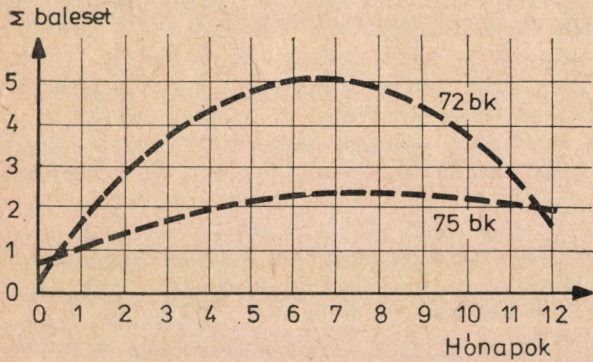
szabadsági fok: 1

$$\chi^2 = \frac{(ad - cb)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Az intézkedés hatására következett be a balesetcsökkenés, ha:

$$\chi^2 > 3,841$$

7. A forgalom lefolyását jellemző görbéket, a lassú járművek mennyiségének éves változását a közutakon és a balesetek alakulását általában másodfokú polinommal, a legkisebb négyzetek módszerével közelítettük meg. Mivel az alapsokaság elemei és a forgalom valószínűségi változói nor-

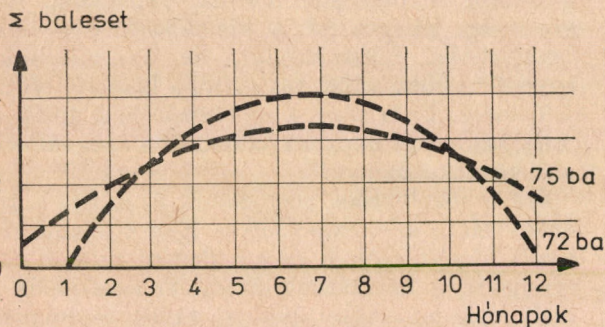


Összes baleset burkoló görbéje a hónapok tükrében:

$$72 \text{ bk} = 0,88 + 1,48x - 0,12x^2$$

$$75 \text{ bk} = 0,61 + 0,43x - 0,03x^2$$

4. ábra. Az összes lassújárműves balesetek alakulása az 5. sz. út külső szakaszán: 72 bk — a korlátozás előtt, 75 bk — a korlátozás után (teljes tilalom esetén)

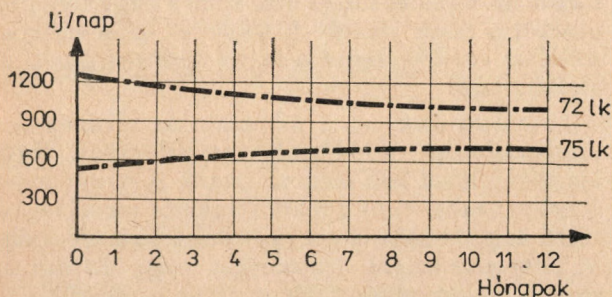


Összes baleset burkoló görbéje a hónapok tükrében:

$$72 \text{ ba} = 1,50 + 1,67x - 0,13x^2$$

$$75 \text{ ba} = 0,57 + 0,79x - 0,06x^2$$

5. ábra. Az összes lassújárműves balesetek alakulása az 5. sz. út átkelési szakaszán: 72 ba — a korlátozás előtt, 75 ba — a korlátozás után (kizárólag célforgalom esetén)

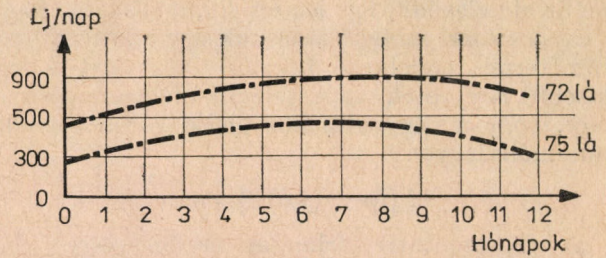


A lassú járművek forgalmának alakulása

$$72 \text{ lk} = 1182,27 - 34,30x + 104x^2$$

$$75 \text{ lk} = 491,05 + 24,83x - 125x^2$$

6. ábra. A lassújárművek forgalmának alakulása az 5. sz. út átkelési szakaszán: 72 lk — a korlátozás előtt, 75 lk — a korlátozás után (kizárólag célforgalom esetén)

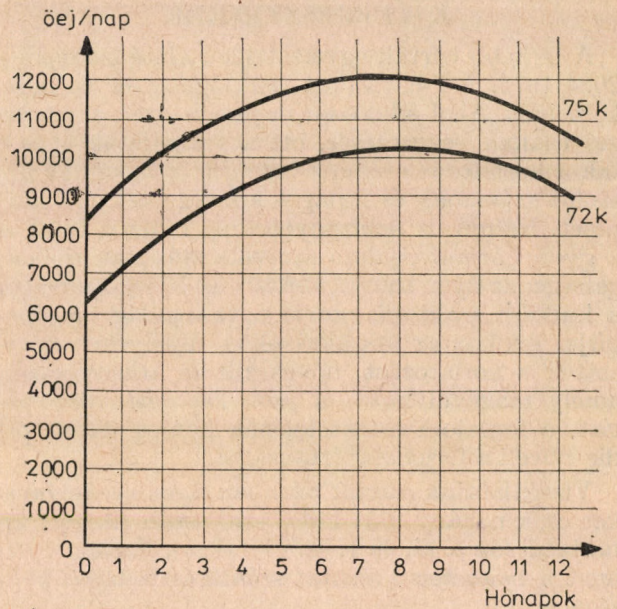


A lassú járművek forgalmának alakulása:

$$72 \text{ lá} = 527,45 + 97,11x - 674x^2$$

$$75 \text{ lá} = 250,39 + 90,73x - 745x^2$$

7. ábra. A lassú járművek forgalmának alakulása az 5. sz. út átkelési szakaszán: 72 lá — a korlátozás előtt, 75 lá — a korlátozás után (kizárólag célforgalom esetén)

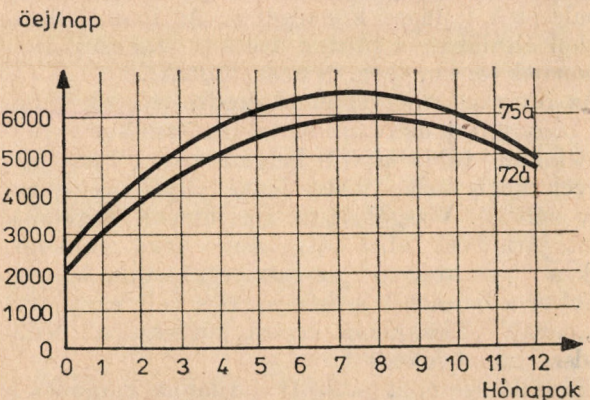


Átlagos napi forgalom alakulása:

$$72 \text{ k} = 5935,50 + 999,64x - 64,16x^2$$

$$75 \text{ k} = 8032,25 + 989,23x - 68,09x^2$$

8. ábra. Átlagos napi forgalom alakulása az 5. sz. út külső szakaszán: 72 k — a korlátozás előtt, 75 k — a korlátozás után (teljes tilalom esetén)



Átlagos napi forgalom alakulása:

$$72 \text{ á} = 1798,48 + 1007,09x - 67,20x^2$$

$$75 \text{ á} = 2174,77 + 1118,96x - 78,12x^2 \quad \text{összforgalom}$$

9. ábra. Átlagos napi forgalom alakulása az 5. sz. út átkelési szakaszán: 72 á — a korlátozás előtt, 75 á — a korlátozás után (kizárólag célforgalom esetén)

mális eloszlásúak, így ismert  $f(y,x)$  sűrűség függvény szerkezet mellett keresünk egy adott „a” paraméterrel rendelkező közelítő függvényt a legkisebb négyzetek módszerének felhasználásával úgy, hogy a négyzetes középhiba várható értéke minimális legyen:

$$M \{[y - f(x,a)]^2\} = \min$$

A reprezentatív felmérés eredményének bemutatására az 5. sz. főutat emeltük ki, példaként amelynek a megfelelő eredményeit a 2. táblázatban foglaltuk össze, a jellemző görbék alakjait pedig a 4., 5., 6., 7., 8. és 9. ábrán mutatjuk be.

### ÖSSZEFOGLALÁS ÉS JAVASLAT A KORLÁTOZÁS TOVÁBBI KITERJESZTÉSÉRE

A fentebb leírtak egyértelműen alátámasztják a 2024/1972. MT-határozat szükségességét és indokoltságát. Ahol sikeresen megszervezték a tényleges tilalom bevezetését, ott a vizsgálatok igazolták a korlátozás eredményességét, a balesetek abszolút számának és fajlagos költségeinek csökkenését. Nálunk is bebizonyosodott tehát a lassú és a gyors járműforgalom szétválasztásának szükségessége; az ilyen irányú korlátozás létjogosultságát a külföldi szakirodalom is egyhangúlag megállapítja. Azokon az útszakaszokon, amelyeken bevezették a korlátozást, növekszik az átlagsebesség, amely magával hozza a jobb kapacitáskihasználást, a forgalom összetételének homogenitása pedig növeli a forgalombiztonságot.

Vizsgálataink szerint azonban ilyen eredményeket csak néhány főút külső szakaszán sikerült kimutatni (az 5. sz. és 1. sz. főutakra). Ezeket csökkent a balesetek abszolút száma és fajlagos költsége is.

Az olyan helyeken, ahol a „célforgalom megengedve” lassú jármű korlátozás volt érvényben, elég jelentősen csökkent a balesetek abszolút száma, de a balesetek súlyossága növekedett. Ezekben a balesetekben az ismertetésünkben már korábban leírt okok játszanak szerepet. Növekedtek a balesetek fajlagos költségei is. Az ilyen jellemzőkkel általában a főutak átkelési szakaszai rendelkeznek (5. sz., 4. sz. és 3. sz. főutak).

Az intézkedés egyértelmű eredményességét nehéz bizonyítani az olyan esetekben, amikor a „teljes tilalom” tábla ki volt helyezve, de a lassú járművek mégis közkedtek (engedéllyel vagy engedély nélkül). Vizsgálataink szerint sok esetben a lassú járművek abszolút száma nem csökkent, csak a %-os arányuk az összforgalomhoz képest; ilyenkor a balesetek száma azonos volt vagy nőtt az „előtte” időszakéhoz képest, súlyosságuk pedig rendszerint növekedett.

Hasonló szerepet játszott a tilalom feloldása a késő esti és éjszakai időszakokra (5. sz. főút). Növekedett ezeken a helyeken a balesetek súlyossága is.

Nagy kerékpárforgalom esetén indokolt megvizsgálni a külön kerékpárutak létesítésének szükségességét (pl. Kiskunfélegyháza, Kistelten, Szeged stb.).

Kiszámítottuk a lassú járművek által okozott balesetek népgazdasági veszteségét a különböző főutakra és egy másodrendű főútra is. Ezeknél figyelembe vettük a forgalomnagyság növekedését, továbbá a súlyozott baleseti mutatókat is. Vizsgáltuk a fajlagos baleseti költségek alakulását a tilalmak bevezetését megelőző és követő megfigyelési években. Külön megvizsgáltuk a veszteségeket az átkelési és a lakott területen kívüli szakaszokra. Ha a forgalomnagyságtól függetlenül vizsgáljuk a baleseti veszteségeket, azok csak a külső szakaszokon mutattak csökkenést, de ha a forgalomnagyságra is vetítjük, akkor az átkelési szakaszokon is jelentkezik bizonyos javulás.

Vizsgálataink eredményei azonban jelzik, hogy az átkelési szakaszokon a korlátozás bevezetése nem hozta meg a kívánt eredményt. Az ilyen szakaszok forgalmi körülményeinek felülvizsgálata rendkívül indokolt, annak érdekében, hogy a lassú járművek lekerülhessenek az átkelési szakaszokról.

Az 1972. és 1975. évi adatok feldolgozása során a jellemzők vizsgálatából kiderült, hogy az egy számjegyű főutakon az éves forgalomnagyság ingadozása fokozatosan elveszti jellemzően mezőgazdasági jellegét (pl. a kiemelkedő csúcsokat a betakarítási hónapokban), és az mindinkább egyenletesebbé válik, tavasztól a kemény tél megjelenéséig. Ez a tény a motorizációs fejlődés és a mezőgazdasági géppark célszerűbb megváltozásának következménye.

Jól érzékelhetően megjelenik azonban a nyári csúcs szinte az összes főúton. Ekkor jelentkezik a nyári idényforgalom és az idegenforgalom maximuma is; a határátkelő-forgalom maximális személygépkocsi-értékei június, július és augusztus hónapokra tehetők.

A balesetek vizsgálata kapcsán gyakori volt a külföldi gépjármű (személygépkocsi vagy kamion) lassú járművel balesetet okozó találkozása, amelynek okai között olyan tényezők is szerepet játszanak, hogy a helyi ismerettel nem rendelkező járművezetők nem számítanak a lassú járművek jelenlétére.

A hazánkon keresztül haladó fokozódó nemzetközi személy- és teherforgalom, valamint a hazai közúti szállítások nagymértékű növekedése, a motorizációs fejlődés indokoltá teszi a nagy forgalmú utakról a lassú járművek *tényleges teljes kitiltását mind az átkelési, mind a lakott területen kívüli útszakaszokról.*

Természetesen ezt a fokozatosság elvének és a mezőgazdasági problémák megoldásának figyelembevételével kell megvalósítani. A nagyvárosok átkelési szakaszainak rekonstrukciós tervében célszerű megvizsgálni a gyors és lassú járműforgalom különválasztásának lehetőségét vagy az átmenő gyorsforgalom elvezetését a város megkerülésével (pl. Szegeden az 51., 55., 5. sz. főutak közötti átkötések kérdésének megoldásával).

A lassú járműforgalom kitiltása indokolt az összes E- és T-utakon kívül még a 81. sz. győr-székesfehérvári, a 63. sz. székesfehérvár-szekszárdi, az 54. sz. kecskemét-bajai főútra. A 43.

2. táblázat

## A reprezentatív vizsgálat eredményei az 5. sz. főúton

			Külső szakaszon		Átkelési szakaszon	Összesen	Megjegyzés
Balesetek száma [db]	összes lassú	előtte	H	7	4	70	
			S	25	18		
			K	10	6		
	járműves (ö.l.j.b.)	utána	H	5	8	52	
			S	14	13		
			K	4	8		
[db]	kp-os és	előtte	H	5	4	52	
			S	14	17		
			K	7	5		
	smkp-os (kp.b.)	utána	H	4	7	42	
			S	8	12		
			K	3	8		
[db]	(f.b.)	előtte	H	0	1	12	
			S	2	5		
			K	2	2		
	(f.b.)	utána	H	2	1	8	! A forg. számlálások külső szakaszon nem számláltak fogatot
			S	0	3		
			K	0	2		
Relatív baleseti mutató értéke:	ö.l.j.b.	előtte		0,41	3,5		
		utána		0,38	5,8		
	kp.b.	előtte		0,34	4,3		
		utána		0,66	9,4		
brlj [baleset/10 <sup>n</sup> jmkm]	f.b.	előtte		0,8	0,14		
		utána		2 halálos baleset	0,82		
Súlyozott baleseti mutató	ö.l.j.b.	előtte		37,1	34,5	35,8	
		utána		44,9	50,6	48,1	
változásának értéke	kp.b.	előtte		39,8	36,3	38,1	
		utána		50,0	48,0	49,0	
pH	f.b.	előtte		10,5	31,5	24,5	
		utána		150	35,3	64,0	
Fajlagos baleseti költségek alakulása [Ft/jmkm]		előtte		4,14	22,02	5,937	
		utána		2,36	33,96	5,375	
	csökkenés %			43	54 (növekedés)	10 (átlagos)	
A balesetektől származó veszteségek alakulása [Ft]	ö.l.j.b.	előtte		18 468 000	11 010 000	29 478 000	
		utána		12 680 000	19 162 000	31 842 000	
Intézkedés hatásosságának elbírálása a balesetek csökkenésében $\chi^2 > 3,81$			Csökkenés az intézkedés hatására	A korlátozás pozitív hat. nem érzékelhető			
A forgalom nagyságának alakulása (db/nap)				átlag % érték [db/nap] öj/lj	átlag % érték [db/nap] öj/lj		
	ö.l.j.b.	előtte		405 7	800 21		
		utána		215 3	422 11		
	kp.b.	előtte		75 1,3	595 16		
		utána		23 0,3	287 7		
	f.b.	előtte		5 0,8	56 1,4		
		utána		— —	7,3 0,18		
MOF kapaticás-kihasználtság FE		előtte		1,045	0,345		
		utána		1,26	0,382		

sz. főút szeged—nagylaki (ez rendkívül balesetveszélyes út) és az 56. sz. főút Szekszárd—Udvar közötti szakaszai még azok, amelyeket témánk keretén belül érintettünk.

Megbízásunk keretében csak reprezentatív vizsgálatot végeztünk, de vizsgálati módszerünk és adataink alapján a teljes országos felmérés is megtörténhet, természetesen csak számítógépes feldolgozás segítségével.

Az eddigi vizsgálatokból is kiderült, hogy a lassú járműforgalom korlátozása indokolt és hatásosnak bizonyul. Ha az intézkedések betartásáról is megfelelően gondoskodnak, a kívánt eredmény is biztosított.

## IRODALOM

- [1] *Nemesdy E.*: Utak és autópályák tervezésének alapjai. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1974.
- [2] *Balogh T.*: A közúti forgalom biztonsága és az útjellemzők. 44. sz. UKI kiadvány, Bp. 1966.
- [3] Relatív baleseti mutatószámok országos közutakon az 1975. évben. KÖTUKI, Bp. 1976.
- [4] *Gyebrovsky J.*—*Tóth M.*: Metodika a közúti balesetek következtében keletkező népgazdasági veszteségek számításához. 21. sz. KÖTUKI kiadvány, Bp. 1976.
- [5] AASHO — Geometric Highway Design.
- [6] Richtlinien für die Anlage von Landstrassen, Teil 1: Querschnitte RAL-Q, 1974.
- [7] *Syljanov, V. V.*—*Eremin, V. M.*—*Rabotjaga, M. T.*a Statisticeszkoe modeliravanie na EVM dvizsenij: potokov razlicnoj plotnoszti. Moszkva, 1975.

**Lapunk példányonként megvásárolható:**

**az V., Bajcsy-Zsilinszky út 76. alatti**

**hírlapboltban**

## Komplex rakodási rendszer-irányítás optimalizálása heurisztikus tanuló algoritmusokkal

DR. PREZENSZKI JÓZSEF—DR. KERESZTÚRI JÁNOS—DR. VÁRLAKI PÉTER

### Bevezetés

Korábbi tanulmányainkban [5], [6] a rakodási alapfolyamat irányítása modellezésének elvi kérdéseire alapozva közelítettük meg a kiszolgálási stratégiák és a működési algoritmusok tervezésének problémáit. Ezekben a működési algoritmus alapját képező „kapacitásallokálás a rakodási igényekhez” feladatot komplex prioritási függvény — mint döntési függvény — bevezetésével oldottuk meg, *normális* működési állapotra.

Jelen tanulmányunkban először a működési algoritmus ún. *különleges* állapotra tervezésével foglalkozunk. Ez esetben a rakodási kapacitásnak az abszolút prioritású igényekhez rendelését transzformált prioritási függvény, mint döntési függvény segítségével végezzük. Ezt követően a működési algoritmus (illetve annak paraméterei) folytonos korrekciójának, javításának problémáit vizsgáljuk meg heurisztikus tanuló algoritmusok alkalmazásával. Végül röviden vázoljuk a témával kapcsolatos számítógépes kísérleteink eddigi eredményeit.

### A működési algoritmusok leírasi lehetőségei

#### A leírás előfeltételei

A rendszer működési algoritmusának leírásához nagy mennyiségű *információra* van szükség. Meg kell például adni a prioritási mutatók számításának konkrét menetét, a rakodógépek és berendezések tényleges számát, továbbá paramétereit, az egységirakományok típusait, a tárolómezők konkrét felosztását, a javítási kapacitás számszerű adatait, a rakodási igények és kapacitások tényleges egymáshoz rendelkezésének (technológiai, időbeni stb. tényezőktől függő) komplex feltételrendszerét stb. A bonyolult, részletekben is alapos elmélyedést kívánó feladatot csupán illusztratív, a működési algoritmus kialakításának elveit, problémáit bemutató modell keretén belül ismertetjük.

A feltételrendszert tartalmazó legfontosabb információk vektor—mátrix formalizmussal megadva a következők:

$P_k$  — a külső prioritások vektora (elemei a járműtípusonkénti prioritásértékek);

$P_j$  — az áruféleségekkel kapcsolatos prioritások vektora (elemei az árucsoportonkénti prioritásértékek);

$A_G(j, l)$  — a  $j$ -edik árura és  $l$ -edik szállító járműre vonatkozó géptípus-gépszám allokációs mátrix, a szállító járműhöz rendelhető alsó kapacitáskorlátra (*1. mátrix*);

Géptípus		1	2	3	...	$r$
Variánsok		1	2	3	...	$r$
1		$n_{11}^{(a)}$	$n_{12}^{(a)}$	...	...	$n_{1r}^{(a)}$
2		$n_{21}^{(a)}$	$n_{22}^{(a)}$	...	...	$n_{2r}^{(a)}$
3		⋮	⋮	...	...	⋮
⋮		⋮	⋮	⋮	...	⋮
$r$		$n_{r1}^{(a)}$	$n_{r2}^{(a)}$	...	...	$n_{rr}^{(a)}$

$$A_G^{(a)}(j, l) =$$

A mátrix egy  $n_{ik}^{(a)}$  eleme azt mutatja, hogy az  $i$ -edik kapacitás hozzárendelési variáns esetén a  $k$ -edik géptípusból hányat kell és lehet minimálisan a szállító járműhöz diszponálni ( $n_{ik}^{(a)} = 0, 1, \dots$ ).

$A_G(j, l)$  — a  $j$ -edik árura és  $l$ -edik szállító járműre vonatkozó géptípus-gépszám allokációs mátrix, a szállító járműhöz rendelhető felső kapacitáskorlátra (hasonlóan az előző mátrixhoz);

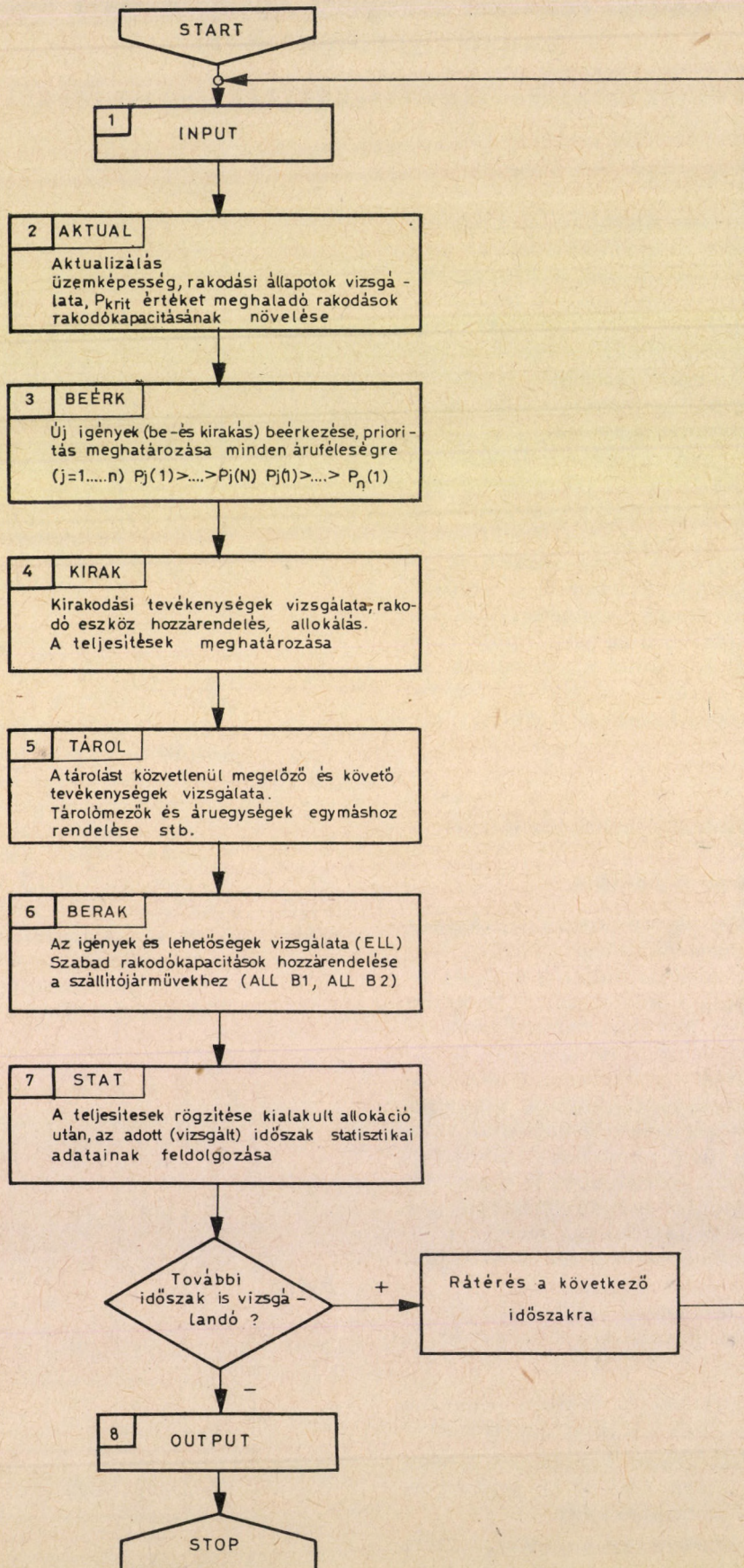
$A_T(j)$  — a rakodási igények (a  $j$ -edik árú, illetve  $l$ -edik típusú szállító jármű) és a rakodógéptípusok ( $k$ -edik géptípus) egymáshoz rendelésének Technológiai Allokációs Mátrixa (*TAM*) (*2. mátrix*);

$k$		1	2	...	$k$	...	$r$
$l$		1	2	...	$k$	...	$r$
1		$a_{11}^{(j)}$	$a_{12}^{(j)}$	...	$a_{1k}^{(j)}$	...	$a_{1r}^{(j)}$
2		$a_{21}^{(j)}$	$a_{22}^{(j)}$	...	$a_{2k}^{(j)}$	...	$a_{2r}^{(j)}$
⋮		⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$l$		$a_{l1}^{(j)}$	$a_{l2}^{(j)}$	...	$a_{lk}^{(j)}$	...	$a_{lr}^{(j)}$
⋮		⋮	⋮	...	⋮	...	⋮
$L$		$a_{L1}^{(j)}$	$a_{L2}^{(j)}$	...	$a_{Lk}^{(j)}$	...	$a_{Lr}^{(j)}$

$$A_T(j) =$$

$$j=0, 1, 2, \dots$$

A Technológiai Allokációs Mátrix egytetszőleges  $a_{ik}^{(j)}$  elemét a következőképpen értelmezzük:



1. ábra. Komplex rakodási rendszer működési algoritmusának heurisztikus jellegű nagyvonalú modellvázlata

$$i^k = \begin{cases} q_j^{(l,k)} & \text{egymáshoz rendelhető a } j\text{-edik típusú} \\ & \text{árut szállító } l\text{-edik jármű és a } k\text{-adik} \\ & \text{rakodógép;} \\ 0 & \text{egyébként.} \end{cases}$$

A  $q_j(l, k)$  függvény az egymáshoz rendelés „jószágát” értékeli különböző egyszerű (pl. pontozásos), illetve összetettebb módszerek (pl. időkihasználás, kapacitáskihasználás, gazdasági szempontok mérlegelése stb.) alapján.

$C_j(t)$  — aktualizáló (vektor) mátrix: egy-egy eleme a  $j$ -edik árut szállító  $l$ -edik járműre a  $t$ -edik időpontig kielégített (fel- vagy lerakott) igényt jelenti (annyi eleme van, ahány járművet rakodnak);

$N_{\text{rak}}^{(l,j)}$  — aktualizáló vektor - mátrix: megmutatja, hogy a  $j$ -edik árut szállító  $l$ -edik járművet géptípusonként hány rakodógép rakodja (dimenziója gépszám); Megadható még szállító járművenkénti számokkal, mint elemekkel a rakodási igények vektora ( $C_{sz}(t)$ ) továbbá a szállító járművenként (az aktuális  $t$ -edik időpontban) a várakozási időket (mint elemeket) tartalmazó vektor [ $T_v(t)$ ] stb.

A megadott feltételek és az a priori, illetve aktuális információk alapján a működési algoritmus formulája — az irányítás döntési függvényének megfelelő komplex prioritási függvény — meghatározható. (Az előzőekben említetteknek megfelelően azonban a feltételek rendszerezésekor, illetve az aktua-

lizáló információk megadásakor nem törekedtünk teljességre.)

A működési algoritmus heurisztikus leírása

Egy általánosnak tekinthető komplex rakodási rendszer működési algoritmusának heurisztikus jellegű nagyvonalú modellvázlatát szemlélteti az I. ábra [3], [7]. E vázlat — további bővítéssel — felhasználható, mint szimulációs modell (rendszer-velkedési modell), amelynek segítségével kísérletet végezve, az egyes rendszerelemek, paraméterek optimális értékei, összefüggései megközelíthetők (kereshetők). Alkalmazható, mint adott időszak (hónap, hét, nap stb.) tényadataival, aktuális állapotadataival való tervezési, programozási (irányítási) eljárás.

A modellvázlat egyes blokkjainak értelmezése a következő.

AKTUAL: A tényadatok (vagy generált adatok) alapján adott rendszerállapotok teljes körű meghatározása. Üzemképesség-vizsgálat rakodógépeknél, rakodások befejezésének vizsgálata és szabad kapacitások megállapítása. Kritikus prioritási értéket meghaladó rakodások esetében a rakodóeszközök számának növelése, a kiszolgálási stratégiák előírása szerint.

A prioritási értékek (a komplex prioritási függvény) egy adott ( $j$ -edik) rakományféleség és rakodási állapot esetében pl. a következőképpen határozhatók meg:

$$P_j(l, t) = P_j(l, k) + P_j(j) + a(t) \frac{c_{\text{szüks}}(l)}{c_{\text{szüks}}(l) - c_j(l)} + b(t) \frac{n_{\text{rak}}(l) - n_a(l)}{n_f(l) - n_a(l)} + c(t)t_v(l) \quad (1)$$

ahol:

$P_j^{(l,k)}$  — a  $j$ -edik áruféleséget rakodó  $l$ -edik szállító jármű prioritási mutatója a  $t$ -edik időpontban;

$P_j^{(j)}$  — külső prioritás (a jármű „magával hozza”);

$P_j^{(j)}$  — a rakományféleség (fizikai, kémiai, gazdasági stb. tulajdonságától függő) prioritása;

$a(t), b(t)$  — arányossági (súlyozó) tényezők,  $t$  idő-ütem függvényében;

$c_{\text{szüks}}^{(l)}$  — az  $l$ -edik szállítóeszköz által igényelt anyagmennyiség;

$c_j^{(l)}$  — az  $l$ -edik szállítóeszközre felrakott anyagmennyiség;

$n_{\text{ra}}^{k(l)}$  — a rakodásban részt vevő rakodógépek száma;

$n_a^{(l)}$  — a műszakilag, gazdaságilag megállapított legkisebb rakodógépszám, amely a rakodást végezheti (adott relációban);

$n_f^{(l)}$  — a műszaki-gazdasági szempontok figyelembevételével megengedhető maximális rakodógépszám, amely még végezheti egy szállítóeszköz ki- és/vagy berakását;

$t_v^{(l)}$  — várakozási idő (rakodásra).

Megjegyezzük, hogy a komplex rakodási rendszerek irányítási és optimalizálási problémáival

foglalkozó szovjet szakirodalom viszonylag részletesen tárgyalja a rakodási igények prioritásának a rendszer működésére gyakorolt hatását [10]. A vizsgálatok a várakozási költségek meghatározásából indulnak ki, megkülönböztetve abszolút és relatív prioritást. Az optimalizálási feladat a különböző rakodási igényekhez (áruajtákhöz) rendelhető prioritási osztály megkeresése úgy, hogy a prioritások figyelembevételével számított, az igények várakozásával kapcsolatos költségösszeg minimális legyen.

Az ilyen jellegű vizsgálatokat analitikusan általában a tömegkiszolgálási elméletből ismert (pl. a Polaczek—Hincsin összefüggések alapján kialakított) modellek segítségével végzik, pl. a várakozási költségeket kifejező alábbi összefüggés szerint.

Relatív prioritások esetén:

$$K_{\text{rel}} = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \frac{N_j k_j \sum_{j=1}^n \alpha_j t_j (1 + v_j^2)}{\left(1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i\right) \left(1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i\right)}$$

Abszolút prioritások esetében pedig:

$$K_{ab} = \sum_{j=1}^b N_j k_j \cdot \left[ \frac{\sum_{j=1}^n \alpha_j t_j + \left( 2 - 2 \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i - \alpha_j \right) t_j}{\left( 1 - \sum_{i=1}^{j-1} \alpha_i \right) \left( 1 - \sum_{i=1}^j \alpha_i \right)} - 2t \right] \quad (3)$$

ahol:

- $k_j$  — a  $j$ -edik prioritási osztályba tartozó rakodási igények (szállító járművek) várakozásának fajlagos költsége (pl. Ft/h);
- $N_j$  — a  $j$ -edik prioritási osztályba tartozó rakodási igények mennyisége;
- $v_j^2$  — a  $t_j$  valószínűségi változó relatív szórásnégyzete;
- $t_j$  — a  $j$ -edik prioritási osztályba tartozó rakodás igények átlagos kiszolgálási ideje;
- $\alpha_j$  — a kiszolgáló géprendszer átlagos kihasználtsági mutatója a  $j$ -edik prioritási osztályba tartozó igények kielégítésekor.

Az optimalizálási feladat az  $A^*:x \rightarrow N$  optimális leképezés megkeresése úgy, hogy a (2) és (3) összefüggés adta funkcionálok minimálisak legyenek, vagyis

$A^* = ? (A:x \rightarrow N)$  úgy, hogy  $K_{rel} \rightarrow \min!$  és  $K_{ab} \rightarrow \min!$

ahol:

- $x\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  — az igények halmaza  $x_i$  az  $i$ -edik igény mennyisége;
- $N\{N_1, N_2, \dots, N_n\}$  — a prioritási osztályok halmaza.

Az optimalizálási probléma bonyolult kombinatorikus jellegű feladatot jelent, amelyre egyszerű példák találhatók [10]-ben.

**BEÉRK:** A beérkező új igények, rakott, illetve üres járművek meghatározása (regisztrálása vagy generálása) és a járművek (igények) prioritási sorrendbe rendezése áruféleségenként, valamint az egyes áruféleségeken belül:

$$P_j(1) > \dots > P_j(l) \dots > P_j(N) \quad j = 1, 2, \dots$$

$$P_1(1) > \dots > P_k(1) \dots > P_n(1)$$

**KIRAK:** A kirakodási tevékenységek vizsgálata. Szabad kapacitások hozzárendelése a szállító járművekhez és a teljesítések meghatározása.

**TÁROL:** Az ideiglenes (kiegyenlítő jellegű) tárolásra kerülő árukkal kapcsolatos tárolási és esetleg az ezekhez kapcsolódó közvetlen mozgató tevékenységek vizsgálata (tárolási mód megválasztása, az áruajták és tárolómezők egymáshoz

rendelése, az egyes áruajták tárolókapacitásának meghatározása stb.).

**BERAK:** Hasonló, mint a KIRAK (részletezését lásd [7]-ben).

**STAT:** A kialakult allokáció alapján az adott időközök elemzése, teljesítések meghatározása, statisztikázása stb.

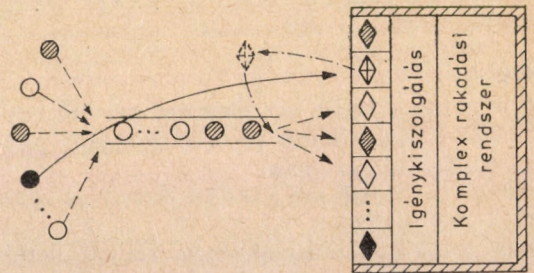
**A rakodási kapacitások allokálása az igényekhez**

*A normális és a különleges működési állapotok értelmezése*

A működési algoritmus alapját képező kapacitásallokálás feladatát célszerű két részre bontani, megkülönböztetve a relatív és abszolút prioritású igényeket.

*Relatív prioritású igénykiszolgáláson* azt a sorbanállási és „munkába vevési” rendszert értjük, amikor az igények a prioritási értékük nagysága alapján rendeződnek sorba (vagyis a magasabb prioritási értékűek a sorban előbbre kerülnek, mint a náluk alacsonyabb értékűek), a beérkezés tényleges időpontjától függetlenül. Ez azonban csak a várakozó sorra vonatkozik; a már kiszolgálás alatt álló igények „helyzete” nem változik.

*Abszolút prioritású igénykiszolgálás* esetén, ha nincs megfelelő kapacitás az igény azonnali kiszolgálására, akkor a már munkába vett igény kiszolgálását megszakítjuk és az abszolút prioritású igény kiszolgálását az így felszabaduló kapacitással megkezdjük. A megszakított kiszolgálású igény elvileg a legmagasabb prioritási értéket kapja, vagyis a várakozó sor első helyére kerül (2. ábra).



Erkezesi szféra | Várokozási szféra | Kiszolgálási szféra

- Prioritás nélkül érkező igény
- ⊗ Relatív prioritással érkező igény
- Abszolút prioritással érkező igény
- ◆◆◆ Kiszolgálás alatt lévő igények
- ◆◆◆◆ Megszakított kiszolgálású igény

2. ábra. Vázlat az abszolút prioritással érkező igények kiszolgálásának szemléltetéséhez

A kiszolgálási (rendszerműködési) folyamat során a relatív, illetve abszolút prioritású igénykiszolgálás megkülönböztetése alapján normális és különleges működési állapotokról beszélhetünk.

*Normális működési állapot* esetében nem érkezett abszolút prioritású igény, vagy ha érkezett is, ele-

gendő szabad kapacitás áll rendelkezésre a kiszolgáláshoz.

*Különleges működési állapot* esetében abszolút prioritású igény érkezett és nem rendelkezünk elegendő szabad rakodókapacitással a kiszolgáláshoz. A kapacitások igényekhez rendelését normális működési állapotban komplex prioritási függvényekkel, különleges működési állapotban pedig transzformált prioritási függvényekkel végezzük. Az eddigiek alapján a működési algoritmus kapacitásallokálási feladatának értelmezését a 3. ábra nagyvonalú logikai modellje mutatja be.

*A rakodási kapacitások allokálása normális működési állapotban*

A működési algoritmus kapacitásallokálási feladatát, vagyis a rakodógépek és szállító járművek egymáshoz rendelésének egy lehetséges megoldását (a hozzá kapcsolódó tárolási tevékenységek vizsgálatával együtt) a normális működési állapotban [7]-ben részletesen ismertettük.

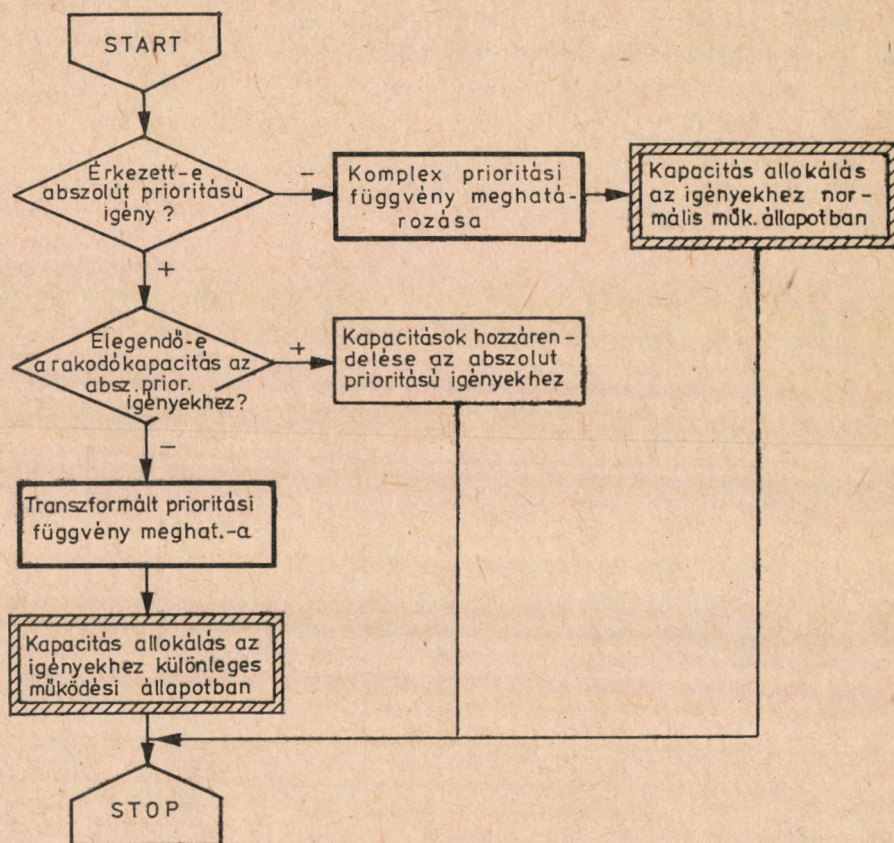
A kapacitásallokálási feladat lényege, hogy a komplex prioritási függvény alapján a legkisebb prioritási igénytől kiindulva annyi igényt utasítunk vissza, illetve várakoztatunk, amennyi szükséges ahhoz, hogy az igények a kapacitási lehetőségekkel egyensúlyba kerüljenek. Ezután prioritási sorrendben (legnagyobb prioritású igénytől kiindulva) az egyes várakozó és beérkező szállító járművekhez hozzá rendeljük a minimálisan szükséges rakodógép-kapacitásokat. Amennyiben marad még szabad rakodógép-kapacitás, a prioritási sorrend alapján növeljük az adott szállító járművekhez rendelt rakodási kapacitást, a maximálisan megengedett felső korlátig.

*A rakodási kapacitások allokálása az igényekhez különleges működési állapotban*

Abban az esetben, ha a kritikus értéknél magasabb, ún. abszolút prioritású rakodási igény érkezik, akkor a különleges állapotok elve szerint való irányítás alapján kell eljárni.

Ekkor az irányítás döntési függvényét képező prioritási függvény átalakításával, az ún. *transzformált prioritási függvény* (mint az operatív irányítás különleges állapotra vonatkozó döntési függvényével) tesszük lehetővé az abszolút prioritási igények minél zavartalanabb kiszolgálását.

Az igények transzformált prioritási értékének



3. ábra. A kapacitásallokálási feladat értelmezésének logikai ábrája (normális és különleges működési állapotokra)

meghatározásához a 3. és 4. mátrix bevezetése szükséges.

1. A „szállító járművenkénti rakodóhelyek” ( $l$ ) és az adott időegységben hozzájuk rendelt rakodógéptípusok ( $k$ ) regisztrálására az ún. Aktualizáló Allokációs Mátrix szolgál (3. mátrix):

$l \backslash k$	1	2	...	$k$	...	$r$
1	$b_{11}$	$b_{12}$	...	$b_{1k}$	...	$b_{1r}$
2	$b_{21}$	$b_{22}$	...	$b_{2k}$	...	$b_{2r}$
...	...	...	...	...	...	...
$l$	$b_{l1}$	$b_{l2}$	...	$b_{lk}$	...	$b_{lr}$
...	...	...	...	...	...	...
$N$	$b_{N1}$	$b_{N2}$	...	$b_{Nk}$	...	$b_{Nr}$

3. mátrix

A fenti mátrix egy tetszőleges  $b_{lk}$  elemét a következő összefüggés alapján értelmezzük:

$$b_{ik}^{(j)} = \begin{cases} 1, & \text{ha az } l\text{-edik szállító járművenkénti rakodóhelyen álló járművet } k\text{-adik típusú gép rakodja a } t\text{-edik időegységben;} \\ 0 & \text{egyébként.} \end{cases}$$

2. A rakodóhelyek közötti lehetséges gép (kapacitás)-átirányításokat a Topográfiai Kapcsolatok Mátrixával adhatjuk meg (4. mátrix):

$z$	$l$	1	2	...	$l$	...	$N$
1		$C_{11}$	$C_{12}$	...	$C_{1l}$	...	$C_{1N}$
2		$C_{21}$	$C_{22}$	...	$C_{2l}$	...	$C_{2N}$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
$z$		$C_{z1}$	$C_{z2}$	...	$C_{zl}$	...	$C_{zN}$
$\vdots$		$\vdots$	$\vdots$	...	$\vdots$	...	$\vdots$
$N$		$C_{N1}$	$C_{N2}$	...	$C_{Nl}$	...	$C_{NN}$

4. mátrix

ahol a mátrix egy tetszőleges  $C_{zl}$  elemét a következőképpen értelmezzük:

$$C_{zl} = \begin{cases} f(z, l), & \text{ha lehetséges kapacitásátirányítás a } z\text{-edik rakodóhelyről az } l\text{-edik rakodóhelyre;} \\ 0 & \text{egyébként.} \end{cases}$$

Az egyik rakodóhelyről a másikra való kapacitás-átirányítás „kedvezőségének” mértékét mutató  $f(z, l)$  függvényt a Technológiai Allokációs Mátrix értelmezése során megadott  $q_f(i, k)$  függvényekhez hasonlóan megbecsülhetjük különböző egyszerű, (pontozásos), illetve összetettebb (távolság, akadályoztatás, gazdaságosság stb.) módszerek segítségével. Megjegyezzük, hogy  $f(z, l)$  nem feltétlenül egyenlő  $f(l, z)$ -vel.

A fentiekben bevezetett fogalmak, illetve a Technológiai Allokációs Mátrixok segítségével (figyelembe véve az igények eredeti prioritási értékeit) a transzformált prioritási függvény az alábbi gondolatmenet szerint határozható meg.

Az  $l^*$ -edik abszolút prioritású szállító jármű szempontjából a kijelölt rakodóhelyekről a gépek átírányíthatóságát értékeli a  $b_{ix}$  vektor, amely az alábbi összefüggéssel számítható:

$$b_{i1}^{T*}(t) = l_i^T A_T(j) A_a(t),$$

ahol  $l_i^T = \begin{bmatrix} 1 & 2 & \dots & 1 & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \end{bmatrix}$  sorvektor.

Vagyis ezek szerint:

$$b_{i1}^{T*}(t) = [\sum a_{ik}^{(j)} b_{k1}, a_{ik}^{(j)} b_{k2}, \dots].$$

Ha az abszolút prioritású szállító jármű  $z$ -edik rakodóhelyre kerül, akkor az abszolút prioritású

igény és a többi szállító jármű közötti kapcsolatot értékelő vektort — az adott szállító járművekhez tartozó rakodógépek átírányítása szempontjából — az alábbi formulával határozhatjuk meg:

$$h_z(t) = \frac{1}{k_{zk}} l^T A_k I b_{1*}^{(j)}(t)$$

ahol,  $k (> 0)$  megfelelően megválasztott konstans a két (géptípust és a rakodóhelyek kapcsolatát) értékelő függvény összehangolására szolgál,  $I$  pedig az egységmátrix. Vagyis az eddigiek alapján:

$$h_z(t) = \begin{bmatrix} h_t(1) \\ h_t(2) \\ \vdots \\ h_t(N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{k} C_{z1} \sum_{k=1}^r a_{ik}^{(j)} \cdot b_{k1} \\ \frac{1}{k} C_{z2} \sum_{k=1}^r a_{ik}^{(j)} \cdot b_{k2} \\ \vdots \\ \frac{1}{k} C_{zN} \sum_{k=1}^r a_{ik}^{(j)} \cdot b_{kN} \end{bmatrix} \quad (4)$$

Mivel ismertek az egyes szállító járművenkénti rakodóhelyeken a járművek adott időegységbeni prioritásfüggvényének értékei a  $P^T(t) = (1, t), P(2, t), \dots, P(N, t)$  -sorvektorral, így ezek felhasználásával a kritikus prioritás alatti (tehát abszolút prioritású) szállító járművekre a transzformált prioritásértékek a

$$P^*(l, t) = \begin{cases} \frac{P(l, t)}{W(l)h_t(l)}, & \text{ha } h_t(l) > 0 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases}$$

összefüggésből határozhatók meg, ahol  $W(l)$  rakodási igénytől függő konstans ( $0 < W(l) \leq 1$ ).

Amennyiben tehát nem rendelkezünk az abszolút prioritási igény kiszolgálásához szükséges megfelelő szabad rakodókapacitással, akkor a fentiekben meghatározott transzformált prioritási függvény alapján — a rakodási igényeket új prioritási sorrendbe rendezve — a rakodógépek átírányítása, vagyis a rakodási kapacitás újraelosztása (az egyes járművek kiszolgálásának megszákítása) a 4. ábrán látható — a működési algoritmus részét képező — logikai modell segítségével határozható meg.

Az ábrával kapcsolatos magyarázatok a következők:

$C_{sz}^{(a)}(l^*)$  — az  $l^*$ -edik abszolút prioritású ( $j$ -edik árut szállító) jármű rakodási igénye;

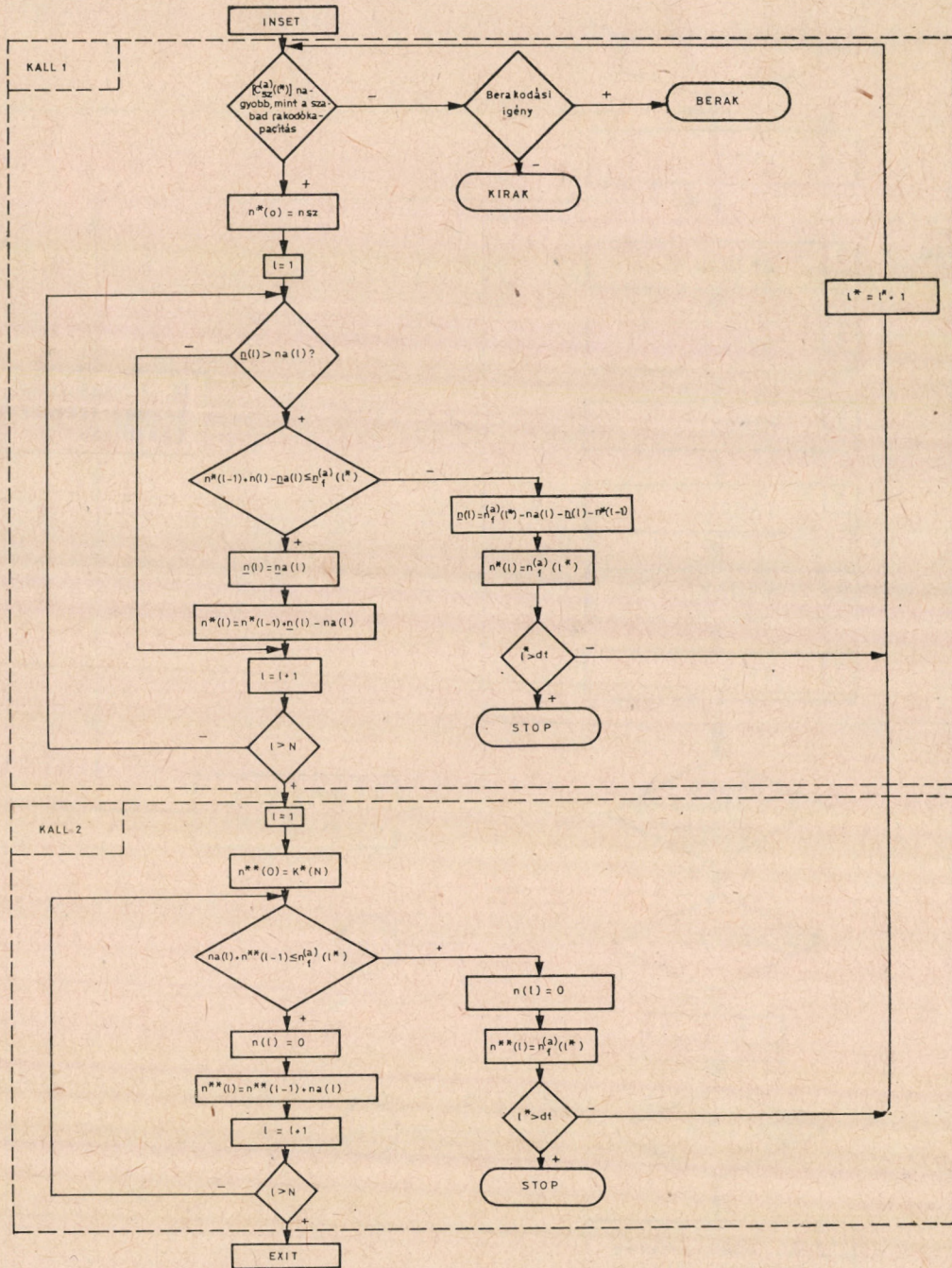
$n_f^{(a)}(l^*)$  — az  $l^*$ -edik abszolút prioritású ( $j$ -edik árura vonatkozó) rakodási igényhez hozzá rendelhető felső rakodókapacitáskorlát;

$n^*(l)$  — az  $l$ -edik szállító járműhöz rendelt rakodási kapacitást is figyelembe véve az  $l^*$ -edik abszolút prioritású igényhez az alsó kapacitáskorlátig elvont össz rakodókapacitás;

$n(l)$  — az  $l$ -edik szállító járműhöz eredetileg rendelt rakodási kapacitás;

$d_t$  — a  $t$ -edik vizsgálati időegységben érkezett abszolút prioritású igények száma;

$n^{**}(l)$  — az  $l$ -edik szállító járműhöz rendelt ra-



4. ábra. A rakodógépkapacitás újraelosztásának logikai modellje (különböleges működési állapotra)

akódókapacitás után: az  $l^*$ -edik abszolút prioritási igényhez 0-szintig (megszakított kiszolgálás) elvont össz rakodókapacitás;

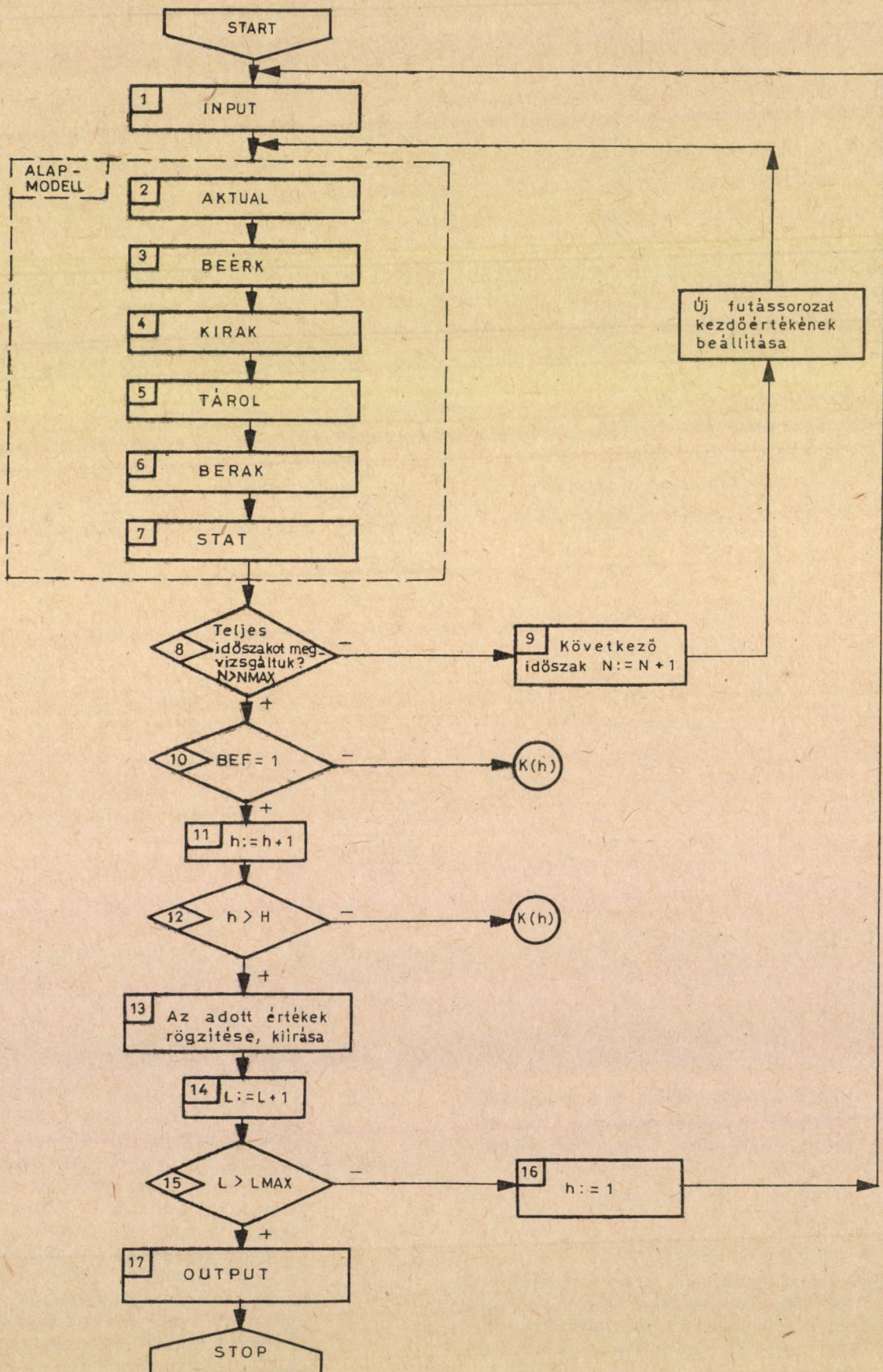
$N$  — a rakodás alatt álló szállító járművek száma;

$n_{sz}$  — szabad rakodókapacitás.

**KALL 1.** A transzformált prioritási értékeket sorrendben „végigsorolva”, a (a 0-nál nagyobb), legkisebb transzformált prioritású igényből kiindulva az egyes (be-, illetve kirakodás alatt álló) szállító járműveknél a kapacitást a minimálisan szükséges rakodókapacitásig  $[n_a(l)]$  csök-

kentjük addig, amíg az abszolút prioritási értékekhez rendelt felsőbb kapacitást el nem érjük  $[n_{f1}^{(a)}(l^*)]$ .

**KALL 2.** Amennyiben az így elvont kapacitás még nem elegendő az abszolút prioritású igény megfelelő kiszolgálásához (a felső kapacitáskorlát biztosításához), akkor a legkisebb transzformált prioritású igénytől újra kiindulva addig csökkentjük (megszakítva kiszolgálásukat) az egyes szállító járművekhez tartozó megmaradt rakodókapacitást, amíg az így felszabaduló össz rakodókapacitás el nem éri az abszolút prioritású igény felső kapacitáskorlátját.



5. ábra. A prioritási tényezők optimuma közelítésének nagyvonalú modellje

### A működési algoritmus folyamatos fejlesztése, az irányítási paraméterek optimalizálása heurisztikus tanuló algoritmusokkal

A rakodási folyamatok irányítási rendszerében zajló optimalizálási és tanulási folyamatok elméleti kérdéseivel, analitikus algoritmizálásuk lehetőségével a [6]-ban foglalkoztunk. A következőkben a permanens fejlesztés (tanulás) számítógépes vizsgálati lehetőségeit tesszük vizsgálat tárgyává [3]. A komplex rakodási rendszerek viselkedésének modellezésével kapcsolatban a következőket kell figyelembe vennünk:

1. A kialakított modell adott helyen és időpontban is csak több-kevesebb elhanyagolással közelíti meg a valóságos folyamatokat. A ható tényezők jelentős része rosszul strukturált, esetleg teljesen ismeretlen.

2. Időben vizsgálva a rendszert és környezetét, a belső és külső feltételek állandóan változnak, módosulnak.

3. Az optimális rendszerműködés feltételei is változhatnak, pl. a mennyiségi jellemzők mellett nagyobb szerepet kaphatnak a humán tényezők.

Ezekből következik, hogy a rendszermodellezés a modellstruktúra kialakítása és az egyes paraméterek értékeinek megállapítása nem egyszeri feladat, hanem állandó felülvizsgálat és korrekció tárgya.

Ahogy változnak a működési feltételek, bővülnek ismereteink az adott rendszerről, úgy kell folyamatosan módosítani — ha lehet programozottan — a rendszermodellt és összetevőit, paramétereit. Ehhez kedvező feltételt kínál a szimulációs számítógépes rendszermodell. Például időszakszerű kísérleteket végezhetünk — szisztematikusan változtatott paraméterekkel (vagy algoritmusokkal) — és elemezhetjük e változásoknak a rendszerviselkedésre gyakorolt hatásait; amennyiben a változások hatásait kedvezőnek, kívánatosnak ítéljük meg, úgy a módosítást elfogadjuk, végrehajtjuk és a modell a továbbiakban már a megváltozott módon működik. Ezek a permanens fejlesztés, tanulási folyamatok különböző szinteken vizsgálhatók.

Példaképpen nézzük meg a prioritási mutatók összetevőinek [(1) összefüggés] és az egyes súlyozó tényezők változásainak az operatív irányítási alrendszerben zajló tanulási folyamatokra [a (6) értelmezése szerint az irányítási alrendszer funkcionális adaptivitási körében realizálódó tanulási „korrekciós” algoritmusra] gyakorolt hatását. A prioritási mutatók helyes súlyozása döntő jelentőségű a rendszer működése szempontjából, mivel ezek határozzák meg a konkrét munkába vételi sorrendeket, kapacitáselosztást stb.). A prioritási mutató — mint láttuk — több tagból tevődik össze. Időszakos elemzéssel, adott időszak folyamatainak szimulációjával programozottan, az egyes tagok változtatásával határozható, illetve becsülhető az adott időpontban kedvezőbb prioritási érték. Az 5. ábra nagyvonalú logikai modellje szemlélteti az egyes prioritási tényezők optimumának programozott — a „ceteris paribus” elv szerinti — közeli-

tését. A feladat megoldásához mindenképpel definiálni kell olyan hatékonysági mutatót, függvényt, amely alapján kijelölhető a kedvezőbb változások iránya. Esetünkben a függvény legyen egy egyszerű hatékonysági funkcionál:\*

$$s = A(IG) + B(BEV) + C(KAP) + D(TV), \quad (5)$$

ahol:

- $A, B, C, D$  — konstansok,
- $IG$  — igénykielégítés (%),
- $BEV$  — adott időszak gazdasági eredménye (Ft),
- $KAP$  — kapacitáskihasználás (%),
- $TV$  — a rakodási igények várakozási ideje (óra).

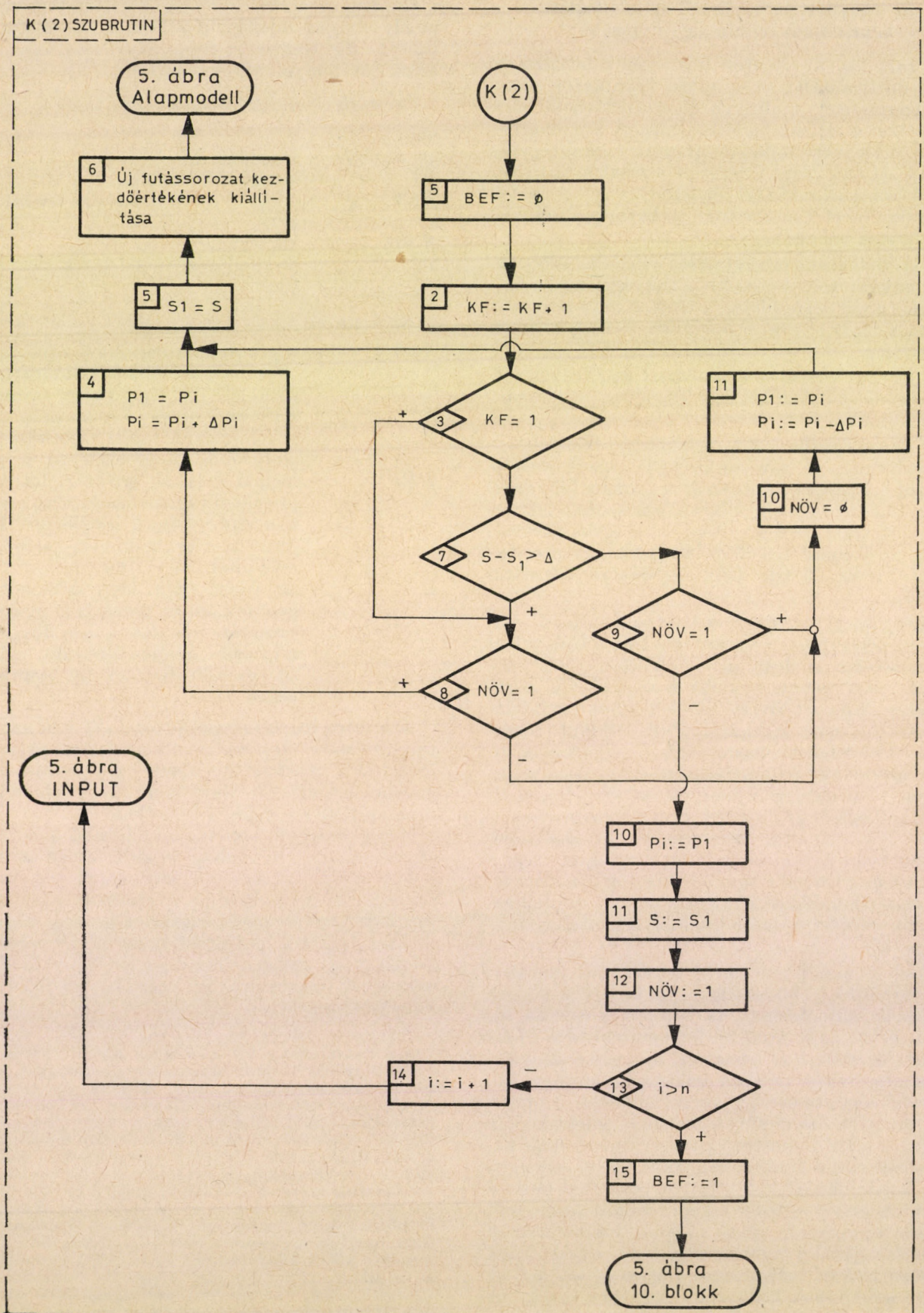
Az 5. ábrán alkalmazott jelölések a következők:

- $K(h)$  — a prioritási függvény  $h$ -edik tagját „optimalizáló” (szuboptimum) szubrutin jele (pl.  $K(1)$  a külső prioritás,  $K(2)$  az áru egységakománnyal jellemből származtatott prioritási összetevőhöz kapcsolódik stb.);
- $BEF$  — logikai változó; értéke 1, ha adott prioritási tagra vonatkozóan az összes szóba jöhető áruféleségre befejeződött a szuboptimum-keresés, az adott iterációs ciklusban;
- $L$  — azt regisztrálja, hogy hányszor végezzünk teljes szuboptimum-kereső számítássorozatot a nem független tényezők meghatározására, illetve az egymásrahatások figyelembevételére.

A 6. ábra logikai modelljén a  $K(2)$  jelű szubrutin a második (áruféleséggel kapcsolatos) prioritási összetevőt változtatva „keresi” a prioritási érték szuboptimumát. A modellen vázolt algoritmus működési elve röviden a következő.

Végig haladva, sorban a különböző áru- (egységakománnyal) féleséghez rendelt prioritási értékeken ( $i = 1, \dots, n$ ) — a folyamatok nagyszámú szimulációs realizálásával és statisztikázásával — meghatározza a hatékonysági függvény aktuális értékét, majd a prioritási mutatót  $\Delta P_i$  értékkel növeli (vagy csökkenti), amíg a hatékonysági függvényérték meghatározott mértékű javulást (növekedést) mutat.

\* A hatékonysági funkcionálban szereplő egyes értékelési tényezők és súlyoperátorok meghatározása, konkrét megjelenése függ az adott rendszer sajátosságától és környezetétől. Komplex, dinamikus rendszerek vizsgálatakor szembe kell nézni azzal a ténnyel, hogy a különböző értékelési változók általában nem fejezhetőek ki azonos dimenzióval. Olyan — a gyakorlatban már bevált — módszereket, eljárásokat kell értelem szerűen alkalmazni, amelyek alapján szakítanak a kizárólagos költség szemlélettel, ötvözni tudják az eltérő, különböző irányú hatásokat [2], [8]. A hatékonysági funkcionál jó, arányában helyes megfogása döntő fontosságú. Mivel kiindulásként — az adott ismeretekről és az alkalmazott módszertől függően — csak közelítőleg tudjuk helyesen becsülni, szükségessé és a szimulációs technika révén lehetővé is válik, hogy a — későbbiekben részletezett, prioritási összetevőket optimalizáló eljáráshoz hasonlóan — a hatékonysági funkcionált is folyamatosan pontosítsuk.



6. ábra. Az áru jellegéből származó prioritási összetevőt változtató logikai modell, a prioritási érték szuboptimumának kereséséhez

Jelölések:

$KF$  — a futássorozatok száma;

$NÖV$  — a logikai változó; értéke 1, ha a prioritást növelő futássorozatot végzünk, 0 egyébként;

$P_i$  — az  $i$ -edik áru- (egységgrakomány)-hoz rendelt prioritási érték.

Hasonló módon vizsgálható — mint tanulási folyamat — a különböző áruajták (rakodási igények) és a tárolómezők egymáshoz rendelésének problémája is stb.

A gazdaságosság és célszerűség elsőrendű szempont a rendszerelemzési és szervezési tevékenységek esetében is. Mivel idő- és költségigényes munkáról van szó, ilyen jellegű vizsgálatokat csak hosszabb időszak végén (félév, év) vagy jelentős külső-belső változások esetén célszerű végezni. Továbbá törekedni kell arra, hogy az optimumkereső algoritmusok minél gyorsabban konvergáljanak (mivel a fenti jellegű számítógépes vizsgálatok tapasztalataink szerint is költségesek).

A korábbi, megelőző időszak folyamatjellemzőinek statisztikai gyűjtésével és elemzésével lehet a szimulációs vizsgálathoz szükséges statisztikai jellemzőket meghatározni. Figyelembe kell venni azonban azt is, hogy a folyamatok irányítását statisztikailag változó környezetben kell végezni; cél a következő időszak optimális irányítási rendszerparamétereinek becslése, prognosztizálása. Ezt a feladatot megítélésünk szerint alapvetően két különböző megközelítéssel, illetve ezek kombinációjával célszerű megoldani [3]:

1. az egyes rendszerjellemzők dinamikus statisztikai vizsgálatával, a változás irányának és mértékének becslésével, a lehetséges optimalizálási lépések végrehajtásával (statisztikai becslés, trend);

2. a változások, a következő időszak optimális rendszerparamétereinek becslése heurisztikus módszerrel, a tanulási elvek alapján.\*

Az alábbiakban példaképpen bemutatunk egy általunk kialakított, egyszerűsített — tanulási jellegű — eljárást [3].

Legyenek a korábbi időszakokra rendelkezésre álló adatok a következők:

$$\bar{P}_i^1, \bar{P}_i^2, \dots, \bar{P}_i^l, \dots, \bar{P}_i^{k-1}, \bar{P}_i^k$$

ahol:

$\bar{P}_i^l$  — a  $P_i$  rendszerparaméternek az  $(l-1)$ -edik (korábbi) időszak jellemzőivel, adataival (szimulációval) meghatározott optimális értéke (a vizsgálatot az  $l$ -edik időszakban végezzük);

$\bar{P}_i^{l+1}$  — a  $P_i$  rendszerparaméternek az  $(l+1)$ -edik időszakra vonatkozó (terv) értéke.

A  $k$ -edik (aktuális) periódusban (időszakban) két problémát kell megoldani:

\*\* Az 1. típusú eset a [6] ismertetett adaptív technikával bővített dinamikus programozási módszerrel alapulhat, míg a 2. típusú inkább a Cipkin-féle tanulási modellekre emlékeztet [14], [15].

— minél kisebb számítógépidő-felhasználással kiszámítani a  $P_i^k$  értékét,

— a korábbi, megelőző időszak trendjét figyelembe véve a  $\bar{P}_i^{k+1}$ -t meghatározni.

A szimulációs közelítés sebessége alapvetően attól függ, hogy a modell milyen  $\Delta p$  lépésközzel dolgozik.

Legyen

$$\Delta P_i^k(1) = \lambda_k (P_i^{k-1} - P_i^{k-2}) \text{ és} \quad (6)$$

$$\lambda_k = \frac{P_i^{k-1} - P_i^{k-2}}{P_i^{k-2} - P_i^{k-3}}, \quad (7)$$

ahol:

$\Delta P_i^k(1)$  — a lépésköz az első iterációs lépésnél (fázisnál),

$\lambda_k$  — a változás irányát és dinamikáját jellemző szorzó a  $k$ -edik időszakra nézve.

Általában

$$\Delta P_i^k(j) = \frac{\Delta P_i^k(j-1)}{n} \quad j=2, 3, \dots \quad (8)$$

ahol:

$n=j$  vagy  $n=j^2$ , ill.  $j$  más függvénye, amely konkrét esetben szimulációs kísérletezéssel becsülhető. Általános formában

$$\Delta P_i^k(j) = g(j) \Delta P_i^k(j-1)$$

ahol:

$g(j)$  tetszőleges függvény.

A  $P_i$  paraméter tervértéke pedig

$$\bar{P}_i^{k+1} = P_i^k + \gamma_k (P_i^k - \bar{P}_i^k) \quad (9)$$

ahol:

$$\gamma_k = \frac{P_i^k - \bar{P}_i^k}{P_i^{k-1} - \bar{P}_i^{k-1}} \quad (10)$$

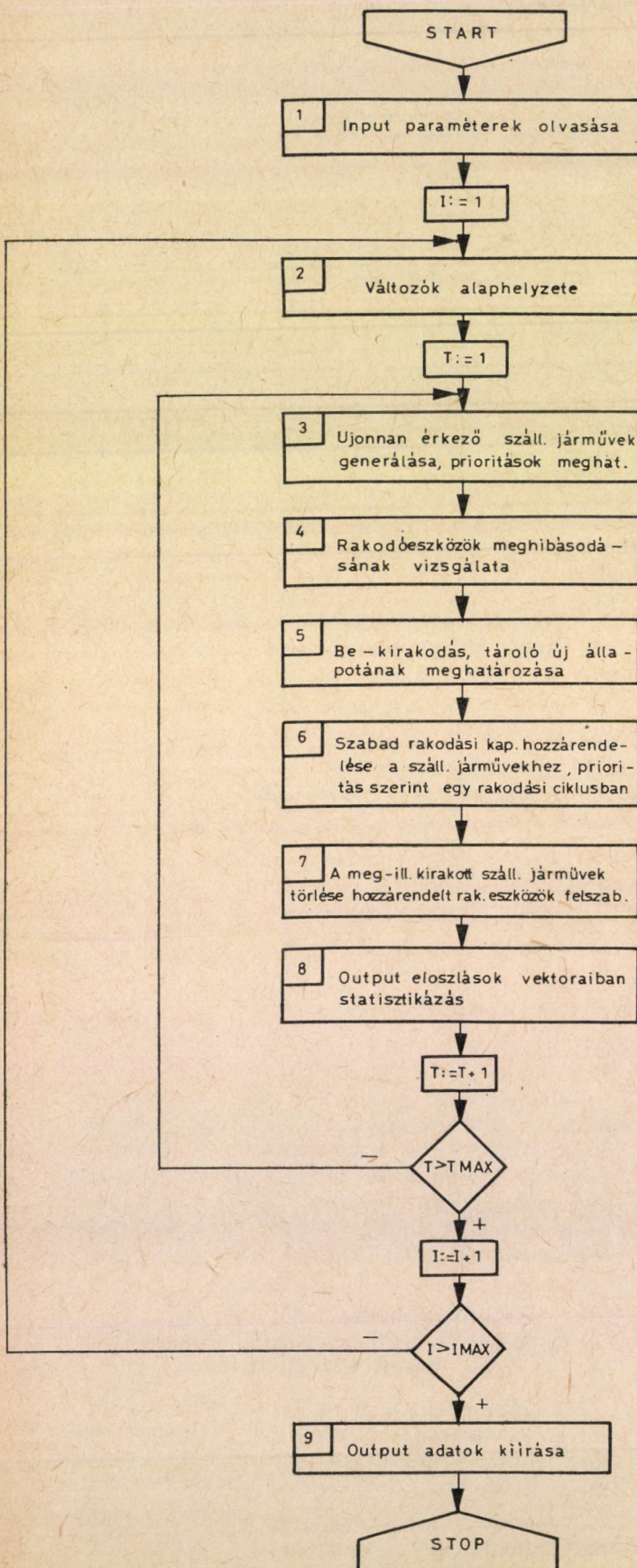
Itt  $\gamma_k$  a változás irányát és mértékét jellemző szorzó a  $k$ -edik időszakra nézve.

Természetesen a fentebb vázolt algoritmushoz hasonló, többféle eljárás is elképzelhető (maga az ismertetett eljárás is jelentősen bonyolítható, bővíthető). A különböző becslési algoritmusok jóságát csak konkrét elemzés döntheti el, mivel ez nagymértékben függ a konkrét rakodási rendszer sajátosságaitól [3], [6].

### A működési algoritmusok és optimalizálásuk vizsgálatával kapcsolatos számítógépi kísérletek

Az előzőekben tárgyalt témakörökben évek óta folyó számítógépes vizsgálatok rendszerviselkedést utánzó (szimulációs) modelljének egyszerűsített változatát az alábbiakban ismertetjük [3]:

A moduláris struktúrájú szimulációs vizsgálatok nagyvonalú logikai modellje a 7. ábrán látható, míg az 5. blokk számítógépes vizsgálatok illusztrálására részletezett logikai folyamatát a 8. ábra szemlélteti.



7. ábra. A rendszerviselkedést utánzó szimulációs vizsgálatok nagyvonalú modellje

A folyamatábra szimbólumainak jelentése a következő.

*Szállító járművek*

- SZMAX A szállító járművek maximális száma
- SZAL(I) A szállító járművek állapota:
  - { 0 üresen érkezett
  - 1 megrakottan érkezett
  - 2 várakozik kirakásra
  - 3 várakozik berakásra
  - 4 kirakodási állapot
  - 5 berakodási állapot
  - 6 jármű távozása
- SZK(I) { 0 közvetlen átrakás  
1 közvetett átrakás
- SZBEI(I) A szállító jármű érkezésének ideje.
- SZRK(I) A rakodás megkezdésének ideje.
- SZTER(I) A szállítandó áru kódja: [ I . . . ]  
[ AFAJ ]
- SZQ(I) A rakodási igény üresen érkezett szállító jármű esetén.
- SZRK(I) A rakodási igény rakottan érkezett szállító jármű esetén.
- SZPR(I) Prioritási érték.
- AFAJ Az áru fajták száma.

*Rakodási géprendszer*

- RMAX A rakodógépek maximális száma.
- RTIP(I) A rakodógépek típusa.
- LU(I) { 0 rakodógép nem üzemképes } jelző.  
{ 1 rakodógép üzemképes }
- TJV(I) A javítási idő vége.
- TUV(I) Az üzemidő (két meghibásodás közötti időtartam) vége.
- RSZ(I ±) { 0 nem rakodik  
a kiszolgált szállító jármű } jelző  
{ indexe }
- RSZI(I) Kiszolgálás közvetlen átrakásnál.
- C(I, J) Az I-edik rakodógépnek a kapacitása, J-edik áru fajtá kiszolgálása során időjelző egységenként (0 akkor nem rakodhat J-edik fajta árut).

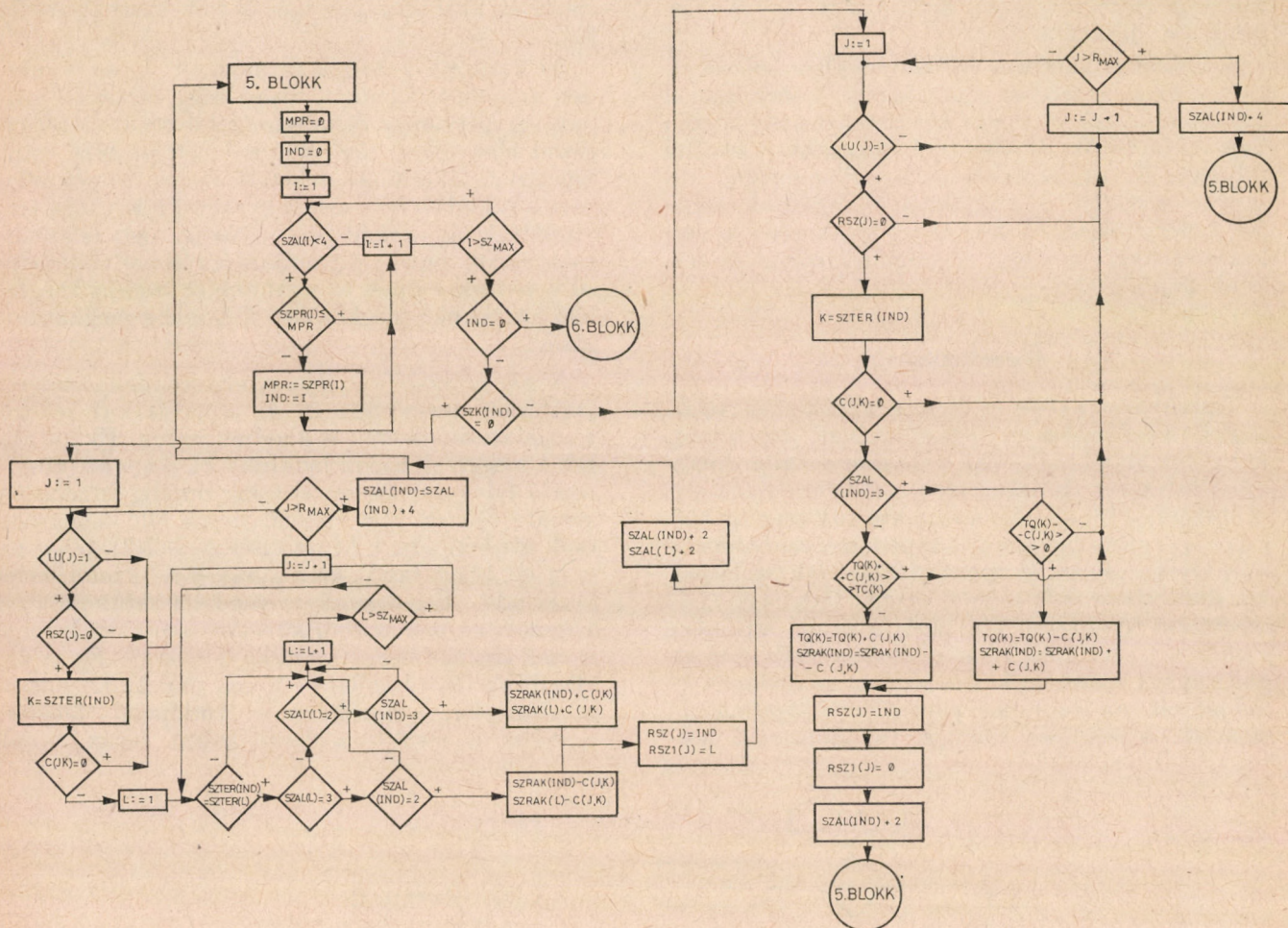
*Tárolórendszer*

- TC(J) A tárolókapacitás a J-edik árura.
- TQ(J) A tárolóban levő mennyiség a J-edik áruból.

A modell nagyszámú szubrutinjából példaként az igényfolyamatot leíró szubrutinrészletet mutatja be (a szubrutin feladata a kiszolgálandó szállító járművek paramétereinek generálása) a 9. ábra.

A folyamatábra szimbólumai az alábbiak szerint értelmezendők.

- NKU Az üresen érkezett közúti szállító járművek száma.
- NKR A rakottan érkezett közúti szállító járművek száma.
- NVÜ Az üresen érkezett vasúti szállító járművek száma.
- NVR A rakottan érkezett vasúti szállító járművek száma.
- RANDOM Különböző típusú eloszlásokra véletlen számokat generáló szubrutin.



8. ábra. A be- és a kirakodási folyamatok, a tároló új állapota meghatározásának folyamatábrája

- SGJ  $\left. \begin{matrix} \{0 \text{ az első} \\ \{1 \text{ az utolsó} \} \end{matrix} \right\}$  szállító jármű esetén.
- SGT Az áru kódja.
- SGQ A rakodási igény nagysága rakott szállító jármű esetén a szubrutinban.
- SGR A rakodási igény üres szállító járművek esetén a szubrutinban.
- SGZ  $\left\{ \begin{matrix} \{3 \text{ üresen érkező szállító jármű} \\ \{2 \text{ rakottan érkező szállító jármű} \} \end{matrix} \right.$
- SGK  $\left\{ \begin{matrix} \{0 \text{ közvetlen átrakás} \\ \{1 \text{ közvetett átrakás} \} \end{matrix} \right\}$  jelzője a szubrutinban.
- VSZ Segédváltozó.

- VB(I) vektor A berakásra várakozó rakodási igények gyakorisága.
- VU(I) vektor A visszautasított (be- és kirakodási) rakodási igények.
- UR(I) vektor Az üzemképes rakodógépek számának gyakorisága.
- JR(I) vektor A javításra várakozó, illetve javítás alatt álló rakodógépek számának gyakorisága.
- MR(I) vektor A ténylegesen működő (üzemelő) rakodógépek számának gyakorisága.
- TF(I, J) mátrix A tároló feltöltöttségének gyakorisági áruajtánként.

Az input paraméterek (és programváltozók) alapján az alábbiakban foglalhatók össze — a rakodási rendszer értékelésének alapjául szolgáló jelentősebb információknak tekinthető — szimulációs program output jellemzői.

A programban az „output-eloszlások” az alábbi vektorok elemeiben jelennek meg.

- KR(I) vektor A kielégített (be- és kirakott) rakodási igények nagyságának gyakorisága.
- VK(I) vektor A kirakásra várakozó rakodási igények sorszámainak gyakorisága.

Minden egyes vektorban szubrutin segítségével meghatározható a várható érték és a szórás, valamint egyéb statisztikai jellemzők. Ezekkel részben közvetlenül számíthatók a rendszerviselkedés hatékonyságát értékelő jellemzők (pl. a géprendszer kapacitásának kihasználása, a rakodási igénykielégítés mértéke, a rakodási igények várakozásának és visszautasításának jellemzői stb.), részben megfelelő költséginformációk segítségével meghatározható a rendszer mikrogazdasági karakterisztikája. Ezekből különböző értékelési (hatékonyság, költség) célfüggvények képezhetők, amelyekkel jól mérhető a különböző irányítási jellemzők sziszte-

matikus változtatásának hatása a teljes rakodási rendszer „jóságára”.

A rakodási rendszer működési algoritmusának és rendszerviselkedési modelljének kialakításával kapcsolatos számítógépes kísérletek természetesen nem tekinthetők befejezettek, a kutatások tovább folynak. Az illusztrációként nagyvonalakban bemutatott modell és a futtatási eredmények részletes ismertetésével, a levonható gyakorlati következtetésekkel későbbi tanulmányunkban szeretnénk foglalkozni.

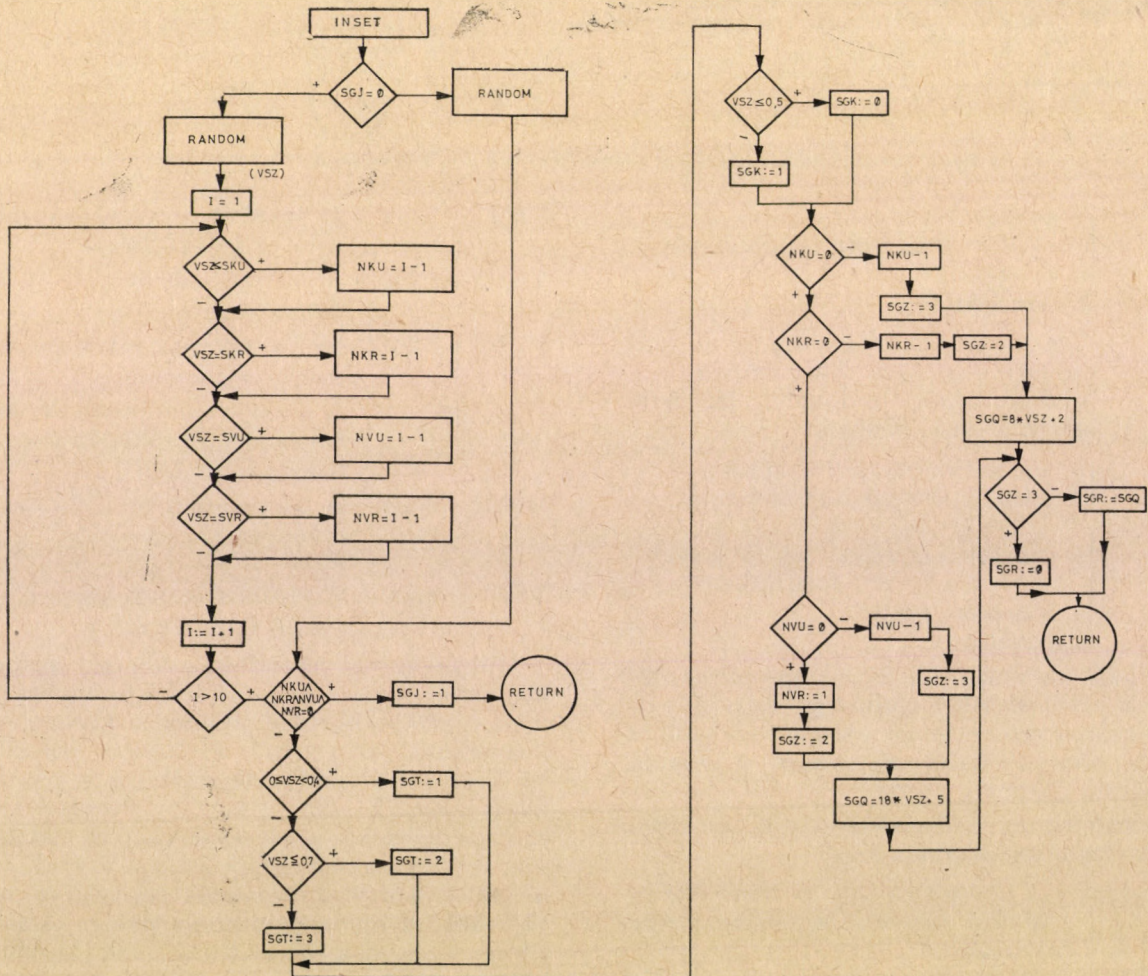
**Összefoglalás**

Tanulmányunkban a komplex rakodási rendszerek viselkedésének vizsgálatával kapcsolatos következtetésekre [4], [5], valamint az alap (rakodási) folyamat (és irányítása) modellezésének elvi problémáira [6] alapozva közelítettük meg az operatív irányítás (az elemi adaptivitás szabályozási köre) tervezésének és optimalizálásának problémáját elsősorban, még nem üzemelő, megtervezendő irányítási rendszerek számára (a priori módszer). Ehhez a kiszolgálási stratégiák és a működési algoritmusok matematikai és logikai modellezési lehetőségeit, az irányítási paraméterek optimalizálásának, a rendszer tanulási folyamatának heu-

risztikus számítógépes módszereit használtuk fel [3].

Az általunk kidolgozott módszer — mint minden bonyolult folyamat formalizált leírása — számos egyszerűsítést tartalmaz; a folyamat összefüggéseit lényegesen több tényező befolyásolja, mint amennyit számításba lehetett venni. Ennek ellenére a rakodási rendszerek korszerű irányítása tervezésének olyan módszerét nyújtja, mely előremutató, és alkalmas a dinamikus („változó viselkedésű”) rendszereknek az optimumot mindig megfelelő mértékben megközelítő működése meghatározására.

A már működő rakodási rendszerek fejlesztésére, javítására természetesen az a posteriori jellegű vizsgálati módszerek is alkalmazhatók. Ekkor abból a megfontolásból indulunk ki, hogy az irányítandó folyamat bizonyos fokig mindig ismeretlen struktúrájú (a róla rendelkezésre álló ismeretek csak részben adnak képet viselkedéséről), tehát ha nem is „black-box”, de a „gray-box” szemlélettel kezelendő. Feladatunk a rendszer működésével kapcsolatos mérésekből következtetéseket levonni a csak részben ismert „szürke dobozra”. Ez az ún. identifikációs vizsgálat — a már működő rendszer megismerése, azonosítása — kétlépcsős feladat: egyrészt a struktúra-identifikálást (azaz annak



9. ábra. A kiszolgálandó járművek parametereinek generálását végző algoritmus folyamatábrája

megvizsgálását, hogy a rendszer milyen általánosított viselkedési modellel mutat hasonlóságot), másrészt a rendszer paramétereinek becslését (pl. a viselkedést leíró matematikai formulák együtthatóinak meghatározását) foglalja magába. A komplex rakodási rendszerekkel kapcsolatos további elméleti kutatásainkat a jövőben ebbe az irányba szeretnénk folytatni, különös hangsúlyt fektetve a korszerű rendszer-identifikációs módszerek felhasználására.

## IRODALOM

- [1] *Gnedenko, B. W.—Kovalenko, I. N.*: Einführung in die Bedienungstheorie. R. Oldenbourg Verlag, München—Wien, 1971.
- [2] *Kaufman A.*: A döntés tudománya. Műszaki Könyvkiadó, Bp. 1975.
- [3] *Prezenszki J.*: Komplex rakodási folyamatrendszer modellezése. Kézirat. BME. Közlekedéstechnikai és Szervezési Intézet, Bp. 1977.
- [4] *Prezenszki J.—Várlaki P.*: Adaptív viselkedési rakodási rendszerek vizsgálatának néhány elvi problémája. Közlekedéstudományi Szemle, 1976. évi 1. sz.
- [5] *Prezenszki J.—Várlaki P.*: Sztochasztikus igényfolyamattal vezérelt adaptív viselkedési rakodási rendszerek vizsgálati módszereinek elemzése. Közlekedéstudományi Szemle, 1976. évi 2. sz.
- [6] *Prezenszki J.—Keresztúri J.—Várlaki P.*: Komplex rakodási rendszerek korszerű irányításának néhány elvi problémája. Közlekedéstudományi Szemle, 1977. évi 4. sz.
- [7] *Prezenszki J.—Keresztúri J.—Várlaki P.*: Kiszolgálási stratégiák, működési algoritmusok a komplex rakodási rendszerek automatizált irányításában. Közlekedéstudományi Szemle, 1977. évi 8. sz.
- [8] *Prezenszki J.—Várlaki P.*: Rakodási rendszerek komplex funkcióelemzésének fontosabb mutatószámai. Közlekedési Közlöny, 1976. évi 31. sz.
- [9] *Starke, P. A.*: Abstrakte Automaten. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin, 1969.
- [10] *Szmehov, A. A.*: Optimizacija processzov gruzovoj rabotü. Transzport, Moszkva, 1973.
- [11] *Tou, J. T.*: Stochastic Automata and Discrete Systems Theory. In TOU, J. T. (ed.) Applied Theory of Automata A. I. New York, 1968.
- [12] *Turányi I.*: Közlekedési rendszertechnika. Tankönyvkiadó, Bp. 1977.
- [13] *Zsivogljadov, V. P.*: Adaptacija v avtomatizirovannüh szisztemah upravlenija technologicsesz-kimi processzami. Iz. ILIM, Frunze, 1974.
- [14] *Cipkin, J. Sz.*: Osznövü teorii obucsajusihzja szisztem. Nauka, Moszkva, 1970.
- [15] *Cipkin, J. Sz.*: Adaptacija iobucsenie v avtomaticeszkih szisztemah. Nauka, Moszkva, 1968.
- [16] Iterativnűje metodü v teorii igr. i programirovanii (red: *Belenkij, V. Z.—Bolkonszkij, V. A.*). Nauka, Moszkva, 1974.

A közlekedés minden ágazatának történetét  
szemléletesen  
tanulmányozhatja a budapesti

# KÖZLEKEDÉSI MÚZEUM

állandó kiállításain  
Nyitva — hétfő kivételével — minden nap délelőtt  
10 órától délután 18 óráig

## Városligeti körút 11.

A KÖZLEKEDÉSI MÚZEUM további állandó kiállításai a fővárosban és vidéken:  
**BUDAPEST** — Földalatti Vasúti Múzeum a Deák téren. A kontinens első földalattijának emlékein kívül bemutatja az épülő Metró is.

**PARÁD** — Kocsimúzeum. A magyar fogatolt járművek és a kocsigyártás történeti emlékeinek gyűjteménye.

**NAGYCENK** — A Széchenyi István Emlékmúzeumban állandó közlekedési kiállítás a nagy magyar közlekedéspolitikus életművének bemutatásával.

## A KÖZÚTI KÖZLEKEDÉSI TUDOMÁNYOS KUTATÓ INTÉZET KÖZLEMÉNYEI

## Fényjelző nélküli szintbeni közúti csomópontok gazdasági vizsgálata

BERG ARTÚR

A fényjelzős keresztezésekkel kapcsolatos gazdasági számításokat a Közlekedéstudományi Szemle-ben már részletesen ismertettük [1]. Következőkben a fényjelző nélküli keresztezések számításának módját tárgyaljuk a KÖTUKI 18. sz. kiadványában közölt gazdasági értékelési módszer [2], illetve az abból készített irányelvtervezet [3] alapján.

Az előző tárgyaláshoz hasonlóan itt is csupán olyan csomópontokkal foglalkozunk, ahol az egyes keresztező, illetve forduló irányok az elméleti X, illetve T alaknak megfelelően haladnak, illetve a ténylegesen megtett útvonalak hossza számottevően nem különbözik az elméleti alapon mért hosszától, tehát nincsenek lényegesen előnyösebb befordulási ívek, nagyobb sugárral. Az ettől eltérő kialakítású, esetleg két- vagy többszintes, indirekt vagy direkt fordulókat tartalmazó csomópontok számítása további vizsgálatot igényel.

A számítások napi átlagforgalomra vonatkoznak, a forgalmi mátrix szimmetrikus, az adatokat személygépkocsi egységben fejezzük ki. Az előzőekkel azonosan ismert kell, hogy legyen az egyes útvonalakon közlekedő napi járműszám (jármű db-ban kifejezve), valamint az egyes útvonalakon kialakuló átlagos járműsebesség, a csomópontba érkezés sebessége, mely a tervezési sebesség és a gazdaságilag mértékadó óraforgalom (GMF) alapján az előző tanulmány 1. táblázatából vehető ki.

A költségeket irányonként kell meghatározni, éspedig a lassítás, megállás, várakozás és a veszélyeztetettség többletköltségeire vonatkozóan külön-külön, lényegileg az előző tárgyalásnak meg-

felelő módon. A különbség elsősorban a megálló járműszám és az átlagos várakozási idő meghatározásában jelentkezik.

Ezzel a kérdéssel az utóbbi évtizedekben számos szerző részletesen foglalkozott. Jelen anyag összeállításánál főleg J. R. Dorfwirth idevonatkozó munkáját használtuk fel [4]; a további részletekre, valamint a képletek levezetésére vonatkozólag erre utalunk, mivel tanulmányunk célja elsősorban a számítások gyakorlati végrehajtásának bemutatása. Az idézett anyag és az abban található részletes irodalomjegyzék alapján az elméleti kérdésekről megfelelő tájékozódás nyerhető.

A számításoknál a két egymással kapcsolatba lépő irány közül az egyik főirány, tehát akadálytalanul áthalad, a másik elsőbbségadásra kötelezett. Helyszíni vizsgálatok alapján igazolást nyert az az egyébként kézenfekvő feltevés, hogy az elsőbbséget adó gépkocsi csak akkor vállalja a keresztezési vagy csatlakozási manőverek végrehajtását, ha a főirányban a járművek érkezése között megfelelő nagyságú szabad időköz áll a másik forgalmi irány számára rendelkezésre. Azt a minimális időközt, amely szükséges a keresztezés, illetve csatlakozás biztonságos végrehajtására, *határidőköznek* nevezzük ( $t_{em}$ , s-ban kifejezve).

Természetesen adott esetben valamely időköz igénybevétele, vagy esetleg fel nem használása a helyi adottságtól és a vezetői magatartástól is függ. Ezért a határidőköz közelítő érték, amely tapasztalati adatokon nyugszik. A VUTSZ [5] elsőbbségadás esetére a következő tájékoztató értékeket közli a határidőközre vonatkozólag:

1. táblázat

A mellékírányból keresztezni, illetve csatlakozni képes forgalom (E/h)

Főirány E/h	$t_{em}$ határidőköz				
	8 s	7 s	6 s	5 s	4 s
100	403	465	553	669	853
200	357	421	505	623	803
300	316	379	462	580	758
400	279	341	422	539	715
500	245	304	384	498	673
600	215	271	349	462	633
700	187	242	317	425	595
800	163	214	286	392	558
900	141	190	258	360	524
1000	122	167	233	332	491
1100	104	147	209	305	459
1200	90	129	188	280	430
1300	77	113	168	255	401
1400	65	99	150	234	375
1500	55	86	134	212	349

	Csak elsőbbségadás	Állj és elsőbbségadás
Csatlakozás jobbra fordulással	4—6 s	6—7 s
Csatlakozás balra fordulással	5—7 s	7—9 s
Keresztezés	5—7 s	7—8 s

Az elsőbbséget adó gépkocsik áthaladási lehetősége, illetve akadályoztatásának mértéke tehát a főirány forgalmában található, a határidőközt meghaladó hézagok (szabad időintervallumok) számától és nagyságától függ.

A járművek megoszlása egy időegységben véletlen jellegű, így a kérdést a valószínűségszámítás alapján lehet megközelíteni. A főirányban zavartalan forgalomáramlást feltételezve, a Poisson-eloszlás vehető a számítások alapjául. Ezen feltevés mellett levezethető, hogy valamely egymástól függetlenül az időegységben (pl. egy órában) elosztott járműközök (hézagok) sorozatában annak valószínűsége, hogy egy hézag  $t$ , vagy annál nagyobb értékű legyen

2. táblázat

A megállásra kényszerülő forgalom és az átlagos várakozási idő

Főirány E/h	$t_{em}$ határidőköz									
	8 s		7 s		6 s		5 s		4 s	
	$a_m$ (%)	$vá$ (s)	$a_m$ (%)	$vá$ (s)	$a_m$ (%)	$vá$ (s)	$a_m$ (%)	$vá$ (s)	$a_m$ (%)	$vá$ (s)
100	19,9	4,8	17,7	4,1	15,4	3,4	13,0	2,8	10,5	2,2
200	35,9	5,9	32,2	5,0	28,3	4,0	24,3	3,1	19,9	2,4
300	48,7	7,1	44,2	5,8	39,3	4,6	34,1	3,5	28,3	2,6
400	58,9	8,5	54,0	6,8	48,6	5,3	42,6	4,0	35,9	2,9
500	67,1	10,2	62,2	7,9	56,5	6,0	50,1	4,4	42,6	3,1
600	73,6	12,1	68,9	9,3	63,2	6,9	56,5	5,0	48,7	3,4
700	78,9	14,5	74,3	10,8	68,9	7,9	62,2	5,6	54,0	3,8
800	83,1	17,3	78,9	12,6	73,6	9,0	67,1	6,3	58,9	4,2
900	86,5	20,6	82,6	14,8	77,7	10,3	71,4	7,0	63,2	4,6
1000	89,2	24,5	85,7	17,2	81,1	11,8	75,1	7,9	67,1	5,1
1100	91,3	29,2	88,2	20,1	84,0	13,5	78,3	8,8	70,5	5,5
1200	93,0	34,9	90,3	23,4	86,5	15,4	81,1	9,8	73,6	6,0
1300	94,4	41,6	92,0	27,4	88,5	17,6	83,6	11,0	76,4	6,5
1400	95,5	49,6	93,4	31,8	90,3	20,0	85,7	12,2	78,9	7,1
1500	96,4	59,7	94,6	37,2	91,8	22,8	87,6	13,6	81,1	7,8

$$p = e^{-\lambda t}$$

ahol:  $\lambda = \frac{F}{T}$

$F$  az időegység alatti járműszám,  
 $T$  az időegység mértéke.

Az időegységet egy órára, az intervallum nagyságát a határidőközre ( $t_{em}$ ) felvéve és az időt  $s$ -ban számolva

$$p = e^{-\frac{F}{3600} \cdot t_{em}} = e^{-\alpha}$$

ahol:  $\alpha = \frac{F}{3600} \cdot t_{em}$

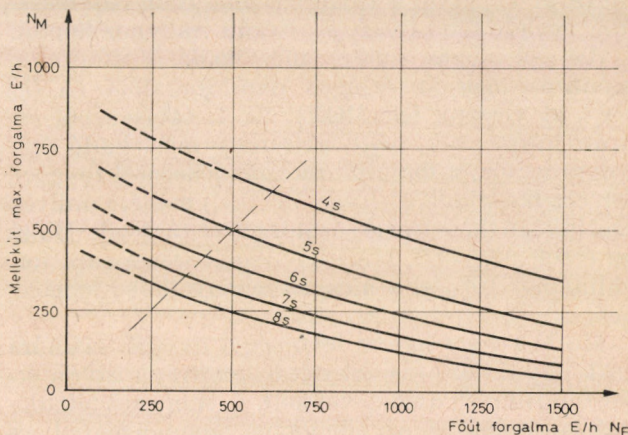
$p$  tehát a főirányban a szabad hézagok előfordulásának valószínűsége, ugyanakkor  $1-p$  a mellékirány szempontjából foglalt hézagok valószínűsége.

Levezetést nyert, hogy valamely  $T$  időegység alatt kívánt forgalmi mozgás számára rendelkezésre álló szabad idő  $T_{sz} = T \cdot p$ , eszerint a foglalt idő  $T_f = T(1-p)$ . Feltételezve, hogy mindkét irányban a lebonyolódó, illetve lebonyolítható forgalom a rendelkezésre álló idővel arányos, a mellékirányú maximális forgalom

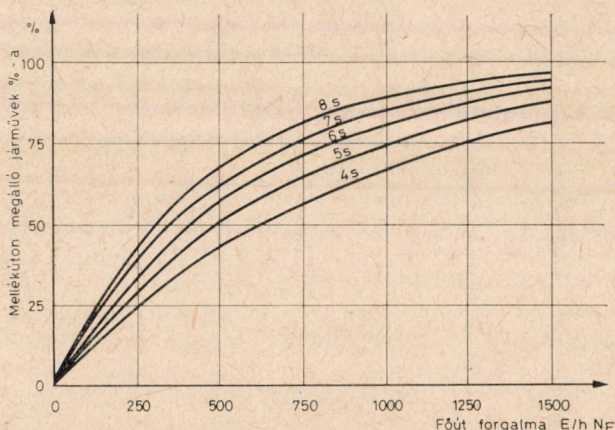
$$N_{\max} = \frac{F \cdot p}{1-p}$$

Az így levezethető mellékirányú forgalmi szélső értékeket az 1. táblázatban és az 1. ábrában foglaltuk össze. A gyakorlatban a mellékirányú forgalom az esetek nagy többségében kisebb, mint a főirány forgalma. A táblázatban a vastag vonal alatti értékek veendőek, mint határértékek általában figyelembe. A vonal feletti forgalmi értékeknél a valószínűségben nagyobb mellékirányú forgalom lebonyolítása is lehetséges; ez természetesen alacsonyabb kell, hogy legyen, mint az az érték, amely úgy nyerhető, hogy a táblázatban az irányok szerepét felcseréljük.

A mellékirányból érkező járművek egy része akadálytalanul áthaladhat, ennek valószínűsége szintén  $p$ ; a szabadon áthaladó járműszám tehát, ha a mellékirányból  $N$  jármű érkezik:  $N \cdot p$ . A számításokban szereplő megálló járműszám-arány így  $a_m = 1-p$ . (Lásd a 2. táblázatot és a 2. ábrát.)



1. ábra. A mellékirányból keresztezni (csatlakozni) képes forgalom a határidőköz függvényében



2. ábra. A mellékúton megálló járművek százaléka a határidőköz függvényében

Abból a gyakorlatilag általában kielégítő feltevésekből kiindulva, hogy a mellékirányból érkező járművek csak a főirány forgalma következtében szenvednek akadályoztatást (tehát a mellékirányban újabb jármű érkezése előtt az előző jármű már elhaladt), az idézett tanulmány közli a  $t_{em}$ -nél rövi-

debb, illetve annál hosszabb ideig történő várakozások valószínűségeit, illetve relatív gyakoriságát. Ennek alapján határoztuk meg a 2. táblázatban és a 3. ábrában közölt átlagos várakozási időértékeket a gyakorlat számára szükségesnek látszó időközökre, a főirány forgalmának függvényében. A gazdasági számításokban ezen átlagos várakozási időértéket „*vá*” jelöléssel szerepeltetjük.

A táblázatban foglalt adatok felhasználásával a számítások már az előző tanulmányban részletezett módon végrehajthatók. A számítások megkezdése előtt azonban meg kell állapítani, hogy a csatlakozó (keresztező) mozgás a szóbanforgó forgalmi értékek mellett lehetséges-e?

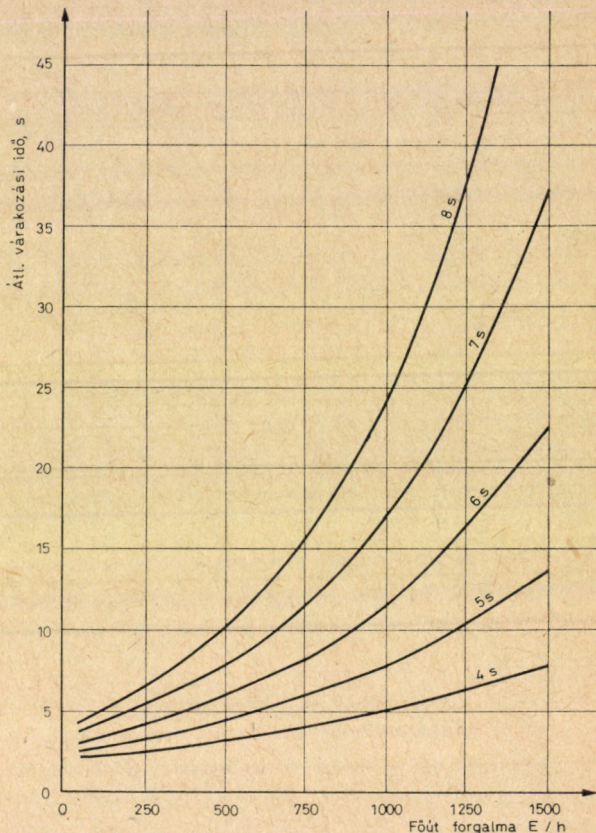
Először tehát irányonként meg kell határozni azt a napi forgalom mennyiségét, amelyet a vizsgált forgalmi irány keresztesz, illetve amelyhez csatlakozik, megkülönböztetve, hogy a csatlakozás jobbról (a pálya külső széle felől) vagy balról történik. Ennél a megállapításnál azon forgalmakat kell figyelembe venni, amelyeknek a vizsgált forgalmi mozgásnál, ahhoz képest elsőbbségük van. Ezek összegét képezve, a továbbiakban ezen összeforgalom veendő főirányának a vizsgált irányhoz képest.

Az ellenőrzés során mértékadó óraforgalmi mennyiségnek az átlagos napi forgalom (ÁNF) 10%-át vesszük fel (MOF). Az 1. táblázatból ezután megnézzük, hogy a főirány mértékadó óraforgalmához, a forgalmi mozgás jellegétől függően felvett határidőköz (lásd: VUTSZ) mellett, milyen csatlakozó (keresztező) óraforgalom tartozik. Ha ez az érték nagyobb, mint a vizsgált irány napi forgalmának 10%-a, a mozgás lebonyolítása lehetséges.

Ha két vagy három lehetséges mozgás számára csak egy érkező sáv áll rendelkezésre, a sávon érkező járművek összegével kell, — mint mértékadóval — számolni az ellenőrzés szempontjából, és az egyes mozgásokat korlátozó főirányok nagyobbikával kell a nagyobb akadályoztatást jelentő jelleget figyelembe venni, az összegezett mellékirányú forgalomra vonatkozóan. Ha az ellenőrzés ilyen esetekben azt mutatná, hogy a forgalom lebonyolítása nem lehetséges, az érkező irányban az egyes mozgások számára külön (felálló) sávokat kell be tervezni, mely esetben az ellenőrzés forgalmi irányonként hajtható végre.

Miután az ellenőrzés szerint a forgalom a mértékadó csúcSORában is lebonyolítható, a gazdasági számításokat el lehet végezni. Ennél figyelembe kell venni azt a körülményt, hogy a forgalom napi változása következtében az óraforgalom, amelynek alapján az akadályoztatás mértékére jellemző adatok felvehetőek, elég jelentősen változik. Ezért az akadályoztatás megállapítására olyan forgalmat kell alapul venni, mely a gazdasági vizsgálat szempontjából mértékadónak (a költségek szempontjából átlagosnak) tekinthető. Ezt az óraforgalmat jelen számításokban a napi forgalom 6%-ára vesszük fel (GMF), az akadályoztatásra jellemző főirányra vonatkozóan.

Ezután röviden összefoglaljuk az egyes mozgásokkal kapcsolatos költségszámítások módját. (Ezek részletesebb tárgyalását mellőzzük, mert az az előző tanulmányban megtalálható.)



3. ábra. Az átlagos várakozási idő a határidőköz függvényében

a) A megállás hatásának számítása:

$$Me = N \cdot me \cdot a_m \text{ (Ft/nap)}$$

ahol:  $Me$  a megállás fajlagos költsége (Ft/E),  
 $N$  a vizsgált irány napi forgalma (E/nap),  
 $me$  az érkezési sebesség (l. előző tanulmány

1. táblázatát) és az  $f = \frac{N(E)}{N(db)}$  jármű-

megoszlás alapján az előző tanulmány 2. táblázatából vehető ki,

$a_m$  a megálló járművek arányszáma, amely a határidőköz és a főirány (GMF) forgalma alapján a jelen 2. táblázatból adódik.

b) A lassítás hatása:

$$La = N \cdot la \cdot a_1 \text{ (Ft/nap)}$$

ahol:  $La$  a lassítás fajlagos költsége (Ft/E),  
 $la$  ugyancsak az előző tanulmány 2. táblázatából vehető ki, az érkezési sebességhez, ill. a csökkent sebességhez tartozó megállási költségek különbségeként számolva. A csökkent sebesség egyenes áthaladás esetén, a főútvonalon az érkezési sebesség 80%-ára, mellékúton 66%-ra veendő. Forduló mozgásnál a sebességet a befordulás sugara határozza meg; jelen számításoknál általában 15 km/h értékkel számolunk,

$a_1$  a lassító járművek arányszáma, az  $a_1 = 1 - a_m$  képletből számítható.

1. példa számítása: A nagyíves fordulások számára külön felálló sávval

1	Irány	1—2	1—3	1—4	2—1	2—3	2—4	3—1	3—2	3—4	4—1	4—2	4—3	Össze- sen
2	N E/nap	3500	100	1500	3500	1000	500	100	1000	700	1500	500	700	
3	$F_k$ E/nap		3500				3500		4800	7100	4800		7500	
4	$F_b$ E/nap		1000				1500		4000	2000	3600		1100	
5	$F_j$ E/nap		—				—	3500	—	—	—	3500	—	
6	$F$ E/nap		4500	—	—	—	5000	3500	8800	9100	8400	3500	8600	
7	$v$ km/h	63	63	63	63	63	63	60	60	60	59	59	59	
8	$v_1$ km/h	40*	15	15	42*	15	15	15	15	40	15	15	39	
9	$l_0$ Ft/h	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	
10	$me$ Ft/E	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	
11	$la$ Ft/E	0,23	0,33	0,33	0,21	0,33	0,33	0,32	0,32	0,22	0,31	0,31	0,22	
12	$l_0/3600$ Ft/s	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	
13	$F \times 0,06$	—	270	—	—	—	300	546**	528	546	504	516**	516	
14	$a_m$	—	0,406	—	—	—	0,442	0,653	0,641	0,653	0,625	0,633	0,633	
15	$a_1 = 1 - a_m$	1,00	0,594	1,00	1,00	1,00	0,558	0,347	0,359	0,347	0,375	0,367	0,367	
16	$v_a$ s	—	5,6	—	—	—	5,8	8,6	8,3	8,6	8,0	8,1	8,1	
17	$F_k \times 0,20$		700				700		960	1420	960		1500	
18	$F_b \times 0,15$		150				225		600	300	540		165	
19	$F_j \times 0,0$		—				—	350	—	—	—	350	—	
20	$F_{ve}/1000$	—	0,850	—	—	—	0,925	0,350	1,560	1,720	1,500	0,350	1,665	
21	$Me = 2 \times 10 \times 14$	—	19	—	—	—	102	29	288	206	412	139	195	1390
22	$La = 2 \times 11 \times 15$	805	20	495	735	330	165	11	115	53	174	57	56	3016
23	$Va = 2 \times 12 \times 14 \times 16$	—	4	—	—	—	24	10	99	73	140	48	67	465
24	$Ve = 2 \times 20$	—	85	—	—	—	462	35	1560	1204	2250	175	1165	6936
25	$K$	805	128	495	735	330	753	85	2062	1536	2976	419	1483	11807

\* A beforduló járművek miatt

\*\* A közös pályán haladás következményeképpen

c) A várakozás hatása:

$$Vá = N \cdot \frac{I_0}{3600} \cdot a_m \cdot v_a \quad (\text{Ft/nap})$$

ahol:  $Vá$  a várakozás fajlagos költsége (Ft/E),  
 $I_0$  a várakozási idő óraértéke (Ft/h), amely az előző tanulmány 3. táblázatából adódik, az érkezési sebességtől és a járműmegoszlástól függően,  
 $v_a$  az átlagos várakozási idő (s), a határidőköz és a főirány (GMF) forgalma alapján a jelen 2. táblázatból vehető ki.

d) A veszélyeztetettség hatása:

$$Ve = F_k \cdot \frac{N}{1000} \cdot ve \quad (\text{Ft/nap}),$$

ahol:  $Ve$  a fajlagos veszélyeztetettségi költség a keresztező (csatlakozó) járművek szorzatának ezredrésziére számítva (Ft),

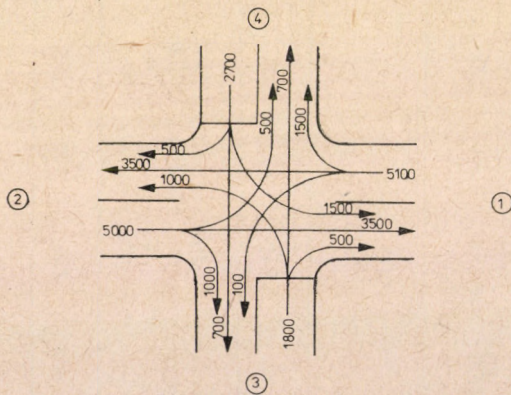
$F_k$  a keresztezett főirányú forgalom, illetve azon forgalom, amelybe a mellékirány becsatlakozik (E/nap),

$ve$  az előző tanulmány 4/b. táblázata szerint veendő fel, a forgalmi mozgás jellege szerint (keresztezés, jobbról vagy balról csatlakozás).

#### GYAKORLATI PÉLDÁK

Végezzük el egy alábbi forgalmi mátrixú fényjelző nélküli szintbeni keresztezés gazdasági vizsgálatát, több lehetséges változatra vonatkozóan.

A napi forgalom mátrixa (az utak számozását lásd a 4. ábrán):



4. ábra. A számítási példákban szereplő keresztezés forgalmi vázlata

	E/nap				
	1.	2.	3.	4.	Összes
1		3500	100	1500	5100
2	3500		1000	500	5000
3	100	1000		700	1800
4	1500	500	700		2700
	5100	5000	1800	2700	14600

Az 1—2 útvonal a főútvonal, a 3—4 út elsőbbségadásra kötelezett.

Az egyes forgalmi irányokat a megfelelő tájékozódás céljából a 4. ábrán feltüntetettük, első közelítésben feltételezve, hogy külön felállósávok egy irányban sincsenek biztosítva. Az ellenőrzést és

a számítások végrehajtását a 3., 4., 5. és 6. táblázatok alapján végezzük el.

#### A forgalmi mozgások lehetőségeinek vizsgálata (ellenőrzés)

A 3. táblázat első sorában az irányok megnevezése szerepel, a számok — a mátrix számozásának megfelelően — az egyes irányok kiinduló és végpontját jelentik. A második sor a vizsgált irány forgalma E/nap értékben. A következő sorok a vizsgált irány szempontjából főiránynak tekintett forgalmakat adják, külön a keresztezésre, külön a csatlakozásokra vonatkozóan. Ezek megállapítása a meghatározott elsőbbségből következően a 4. ábra segítségével lehetséges. Példaként nézzük meg néhány irányra vonatkozóan a megállapítás módját.

Mivel az 1—2 és 2—1 irány a főúton egyenes haladással bonyolódik le, minden iránnyal szemben elsőbbséggel rendelkezik, így  $F$  ezen irányokban  $\emptyset$ . Ugyancsak elsőbbsége van az 1—4 és a 2—3 jobbra kisíves forduló irányoknak minden egyéb irányhoz képest. Az 1—3 és 2—4 nagyíves forduló viszont keresztezi a főút szemből jövő forgalmát és balról csatlakozik a jobbról jövő, így elsőbbséget élvező kisíves leforduláshoz. Az 1—3 például keresztezi a 2—1-et és csatlakozik a 2—3-ba, a 2—4 az 1—2-t keresztezi és az 1—4-hez csatlakozik. A 3—1 mellékútról jövő forgalom kisíves jobbra fordul, így elsőbbséget kell, hogy adjon a 2—1 főúti iránynak, a 4—1 nagyíves fordulással szemben azonban neki van elsőbbsége. A 3—2 mellékúti irány keresztezi a 2—1-et, az 1—3-at, a 2—4-et és a 4—3-at, balról csatlakozik az 1—2-höz és a 4—2-höz. A táblázatban a felsorolt irányok összege szerepel, keresztezésre, illetve csatlakozásra bontva. Hasonlóan vezethetők le a többi irányok szempontjából elsőbbséggel rendelkező forgalom mennyiségek. Ennek megállapítása után az ellenőrzés az 1. táblázat segítségével történik.

Ellenőrizzük először az 1—3 és 2—4 nagyíves balra forduló irányt. Az 1—3 iránynál  $F$  10%-a 450 j/h. Ezen főiránynál, a keresztezésre és balról csatlakozásra 7 s-ot véve fel, 320E/h alárendelt irányú forgalom lebonyolítása valósítható meg. Az 1 irányból azonban összesen 5100 E/nap, ill. ennek 10%-a, 510 E/h érkezik, vagyis egy érkező sáv mellett a nagyíves fordulás nem bonyolítható le, mert a megálló és várakozó járművek a főút forgalmát aladályozzák. Hasonló az eset az ellenirányú 2—4 forgalomra nézve is. Ezért a főúton, mindkét irányban egy-egy balra forduló sávot szükséges biztosítani.

A 3—1 és 4—2 kisíves jobbra fordulások akadálytalanul végrehajthatók. Ugyanis a 3500 E/nap forgalmú főirány 10%-a, 350 E/h mellett (az 1. táblázat szerint), 5 s határidőközzel számolva, 560 E/h forgalom lebonyolítása lehetséges. Ugyanakkor az egy sávon érkező forgalmak összegének 10%-a a 3-nál 180, a 4-nél 270 E/h, így a jobbra fordulás a mellékutakon nem kíván felállósávot. Nézzük most azonban a nagyíves fordulások lehetőségét. A 3—2 irány számára a főirány 10%-a 880 E, 7 s határköznél lebonyolítható 195 E/h mellék-

irányú jármű, tehát a 3 irányból jövő összes jármű-forgalom (180E) még külön sáv nélkül lebonnyolódhat. A 4—1 főiránya azonban 840 E/h, emellett csak 204 E mellékúti forgalom bonyolítható le, viszont 1 sávon 270 E érkezik. Ezért itt már szükséges külön nagyíves forduló sávot biztosítani. A kialakítás egységessége érdekében a további számításokban mindkét irányban külön nagyíves balra forduló sáv létesítésével számolunk. Ilyen feltevés mellett vizsgáljuk meg a 3—4 és 4—3 keresztező irányokat. A 3—4-nél a főirány 10%-a 910 E/h keresztező forgalom, a balra fordulót levonva, 1 sávon marad  $70+10=80$ ; ez tehát lebonnyolítható. A 4—3 iránynál a főirány 860 E/h, ennek 7 s mellett 200 mellékirányú jármű felel meg, a balra forduló levonásával marad 1 sávon  $70+50=120$  E/h, mely ezek szerint szintén lebonnyolítható.

Az ellenőrzés eredményeképpen a továbbiakban a főúton és a mellékúton is, mindkét irányban a balra forduló nagyíves forgalom számára külön sávok biztosítását tételizzük fel.

### A számítások végrehajtása

Először is meg kell határozni az egyes irányokban az érkezési sebességet, a lecsökkent sebességet és fel kell venni az  $I_0$ , egy óra időráfordítás értékét.

Az érkezési sebesség az egyes utak tervezési sebességétől és az útszakasz teljes forgalmából számolt GMF-től függően, az előző tanulmány 1. táblázata alapján:

$$1 \text{ irányban } 10200 \times 0,06 = 612 \text{ E/h}$$

$$2 \text{ irányban } 10000 \times 0,06 = 600 \text{ E/h}$$

$$3 \text{ irányban } 3600 \times 0,06 = 216 \text{ E/h}$$

$$4 \text{ irányban } 5400 \times 0,06 = 324 \text{ E/h}$$

A főúton 100 km/h, a mellékúton 80 km/h tervezési sebességgel számolva, a táblázat szerint az előző GMF értékek mellett az átlagos útvonali sebességek (érkezési sebességek):

$$v_1 = 63 \text{ km/h}$$

$$v_2 = 63 \text{ km/h}$$

$$v_3 = 60 \text{ km/h}$$

$$v_4 = 59 \text{ km/h (lásd 3. táblázat 7. sor)}$$

A lecsökkent sebesség a forduló irányokban 15 km/h. Az egyenesen haladó forgalom a keresztezések miatt a főúton 80%-ra, a mellékúton 66%-ra lassul le. Némi zavarást okoz az, hogy az egyenes és jobbra forduló forgalom egy sávon halad. Ennek hatása a mellékúton elhanyagolható, mert az egyes sávokon jelentkező GMF óraforgalom csekély, ezenkívül a járművek nagy százaléka amúgy is megáll. A főúton azonban a közös sávon minden jármű megállás nélkül továbbhalad és a GMF forgalom is nagyobb, ezért az egyébként a 80%-os csökkenésnek megfelelően az egyenes áthaladásra 50 km/h-ban meghatározható sebességet tovább csökkentjük úgy, hogy arra az egyenesen haladó és a forduló forgalom sebességének súlyozott átlagát vesszük. Az 1—2 irányban így 40 km/h, a 2—1 irányban 42 km/h átlagos sebesség vehető figyelembe a számításoknál (8. sor).

Az  $I_0$  időráfordítás értéke az előző tanulmány 3. táblázatából vehető ki, az érkezési sebesség függvényében.  $f=1,2$  jármű megoszlásnál 60 km/h és ez alatti sebességnél, külső szakaszon egységesen

67,1 Ft/h értékkel lehet számolni, 63 km/h-nál ez az érték kissé alacsonyabbra 66,7 Ft/h-ra adódik (9. sor).

Továbbiakban (1. példa) a megállás, a lassítás fajlagos költségei, a megálló, ill. lassító járműarány és az átlagos várakozási idő veendő fel az egyes irányokban. Erre a célra az előző tanulmány 2. táblázata és a jelen cikkben közölt 2. táblázat használandó. Pl. az 1—2 irányban  $f=1,2$  forgalomeloszlás mellett 53 km/h-ról történő megállás költsége (l. hivatkozott táblázatot) 0,46 Ft/h, a 40 km/h-ra való lelassulás költsége a 63 km/h-ról, ill. a 40 km/h-ról történő megállások költségének különbségeként számolandó; ez  $0,46-0,23=0,23$  Ft/E. Ugyanekkor a 15 km/h-ra való lelassulás  $0,46-0,13=0,33$  Ft/E.

A megállási (lassítási) arány értékének, valamint az átlagos várakozási időnek a megállapításához az elsőbbséget élvező ( $F$ ) forgalom mértékadó óraértéke (GMF) szükséges, ez az előzők szerint,  $F$ -nek 6%-a, melynek kiszámított értékeit a táblázatban feltüntetjük (13. sor).

Az 1—2, 1—4, 2—1, 2—4 irányok akadálytalanul áthaladnak, a teljes forgalom lassulásával kell számolni az előzőekben levezetett  $v_1$  sebességérték szerint. Az 1—3 irányra 270 E/h főirányú forgalom mellett, 7 s határidőköznél, amely a keresztezésre és balról való csatlakozásra egyaránt érvényesnek tekinthető, a 2. táblázatból a megálló járműszázalék 40,6%-ra adódik, tehát  $a_m=0,406$ ,  $a_1$  pedig  $1-0,406=0,594$ ; ugyanitt az átlagos várakozási idő 5,6 s. A 2—4 iránynál, 300 GMF-nél ezen értékek: 0,442, 0,558 és 5,8 s.

A 3—1 és 3—4 irány közös sávon bonyolódik le, így az akadályoztatás mértékét azonosan a nagyobb értéket adó 3—4 irány szerint vesszük fel. 546 GMF-nél, 7 s határidőköznél a vonatkozó értékek: 0,653, 0,347 és 8,6 s. Hasonlóan a 4—2 és 4—3 irányoknál a 4—3 irányt vesszük alapul, 516 GMF-nél 7 s  $t_{em}$  mellett az értékek: 0,633, 0,367, és 8,1 s (14—16. sor).

Ezután a veszélyeztetettség számításához képezzük az  $F_k \times ve$  értékeket a keresztezés, illetve a csatlakozás jellege szerint külön-külön, majd ezeket összegezzük és osztjuk 1000-rel (17—20. sor).

A levezetett adatokból, a közölt képletek alapján, a táblázat előírása szerint a számítások most már egyszerűen végrehajthatók (21—25. sor). Mivel az adatok irányonként és költség tényezőnként ki vannak mutatva, tájékozódás nyerhető arról, hogy egy esetleges átépítésnél mely irányoknál célszerű különleges (pl. szintben elválasztott) kiképzést biztosítani.

Nézzük most még meg, hogy a szintbeni kialakítás megtartásával milyen javítási lehetőségek állnak rendelkezésre: Mint láttuk, zavaró hatást jelentett az a tény, hogy egyes irányok közös pályán érkeztek. Ezért célszerű megvizsgálni egy olyan elrendezést, ahol minden irány számára biztosított a külön érkező (felálló) sáv. További javítást jelenthet még az, ha a csomópont területén a balról becsatlakozó irányok számára a besorolás megkönnyítésére külön csatlakozó sávok is létesülnek. A tapasztalat ugyanis az, hogy akkor

2. példa számítása:  
Minden irány számára felállósáv biztosításával

1	Irány	1—2	1—3	1—4	2—1	2—3	2—4	3—1	3—2	3—4	4—1	4—2	4—3	Össze- sen
2	N E/nap	3500	100	1500	3500	1000	500	100	1000	700	1500	500	700	
3	$F_k$		3500				3500	—	4800	7100	4800	—	7500	
4	$F_b$		1000				1500	—	4000	2000	3600	—	1100	
5	$F_j$		—				—	3500	—	—	—	3500	—	
6	F E/nap	—	4500	—	—	—	5000	3500	8800	9100	8400	3500	8600	
7	$v$ km/h	63	63	63	63	63	63	60	60	60	59	59	59	
8	$v_1$ km/h	50	15	15	50	15	15	15	15	40	15	15	39	
9	$I_0$ Ft/h	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	66,7	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	67,1	
10	$me$ Ft/E	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,44	
11	$la$ Ft/E	0,13	0,33	0,33	0,13	0,33	0,33	0,32	0,32	0,22	0,31	0,31	0,22	
12	$I_0/3600$ Ft/s	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0185	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	0,0186	
13	$F \times 0,06$	—	270	—	—	—	300	210	528	546	504	210	516	
14	$a_m$	—	0,406	—	—	—	0,442	0,294	0,641	0,653	0,625	0,294	0,633	
15	$a_1 = 1 - a_m$	1,00	0,594	1,00	1,00	1,00	0,558	0,706	0,359	0,347	0,375	0,706	0,367	
16	$v_á$ s	—	5,6	—	—	—	5,8	4,1	8,3	8,6	8,0	4,1	8,1	
17	$F_k \times 0,20$		700				700	—	960	1420	960	—	1500	
18	$F_b \times 0,15$		150				225	—	600	300	540	—	165	
19	$F_j \times 0,10$		—				—	350	—	—	—	350	—	
20	$F \cdot ve/1000$	—	0,850	—	—	—	0,925	0,350	1,560	1,720	1,500	0,350	1,665	
21	$Me = 2 \times 10 \times 14$	—	19	—	—	—	102	13	288	206	412	65	195	1300
22	$La = 2 \times 11 \times 15$	455	20	495	455	330	165	23	115	53	174	109	56	2450
23	$V_á = 2 \times 12 \times 14 \times 16$	—	4	—	—	—	24	2	99	73	140	11	67	420
24	$Ve = 2 \times 20$	—	85	—	—	—	462	35	1560	1204	2250	175	1165	6936
25	K	455	128	495	455	330	753	73	2062	1536	2976	360	1483	11106

3. példa számítása:  
Balról csatlakozó irányok költsége külön sáv előirányzásával

1	Irány	1—3			2—4			3—2			4—1		
		K	CS	Ö	K	CS	Ö	K	CS	Ö	K	CS	Ö
2	$N$	100	100		500	500		1000	1000		1500	1500	
3	$F_k$	3500			3500			4800			4800		
4	$F_b$		1000			1500			4000			3600	
5	$F_j$												
6	$F$	3500	1000		3500	1500		4800	4000		4800	3600	
7	$v$	63	15		63	15		60	15		59	15	
8	$v_1$	15	—		15	—		15	—		15	—	
9	$I_0$	66,7	67,1		66,7	67,1		67,1	67,1		67,1	67,1	
10	$me$	0,46	0,13		0,46	0,13		0,45	0,13		0,44	0,13	
11	$1a$	0,33	—		0,33	—		0,32	—		0,31	—	
12	$I_0/3600$	0,0185	0,0186		0,0185	0,0186		0,0186	0,0186		0,0186	0,0186	
13	$F \times 0,06$	210	60		210	90		288	240		288	216	
14	$a_m$	0,334	0,078		0,334	0,117		0,428	0,282		0,428	0,259	
15	$a_1 = 1 - a_m$	0,666	—		0,666	—		0,572	—		0,572	—	
16	$v_a$	5,1	2,5		5,1	2,7		5,7	3,3		5,7	3,2	
17	$F_k \times 0,20$	700			700			960			960		
18	$F_b \times 0,15$												
19	$F_j \times 0,10$		100			150			400			360	
20	$F \cdot ve/1000$	0,700	0,100		0,700	0,150		0,960	0,400		0,960	0,360	
21	$Me 2 \times 10 \times 14$	15	1	16	77	8	85	193	37	230	282	50	332
22	$La 2 \times 11 \times 15$	22	—	22	110	—	110	183	—	183	266	—	266
23	$Va 2 \times 12 \times 14 \times 16$	3	—	3	16	3	19	45	17	62	68	23	91
24	$Ve 2 \times 20$	70	10	80	350	75	425	960	400	1360	1440	540	1980
25	$K$	110	11	121	553	86	639	1381	454	1835	2056	613	2669

a csatlakozások számára alacsonyabb határidőköz felvétele is elegendő, egyúttal a veszélyeztettség is némileg csökken.

A következő 2. példa olyan elrendezés számítását mutatja be, ahol minden irány számára van külön érkező sáv és így a zavaró hatások megszűnnek. Változás az előző számításhoz képest csupán az 1—2, 2—1, 3—1 és 4—2 irányoknál van; a teljes áttekintés biztosítására azonban a 4. táblázatban minden irány adatát közöljük.

Az 1—2 és 2—1 iránynál a lecsökkent sebesség 50 km/h, ennek megfelelően  $la$  értéke 0,13-ra módosul.

A 3—1 irány most a 3—4-től független, ezért  $F \times 0,06 = 210$  E/h, a jobbról csatlakozásnál 6 s határidőköz lehet alapul venni, ekkor  $a_m = 0,294$ .  $a_1 = 0,706$ ,  $va = 4,1$  s. A 4—2 irány is független,  $F \times 0,06$  itt is 210 E/h és a többi érték is az előzővel azonos.

Az így végrehajtott számítások kisebb költségcsökkenést mutatnak, amely főleg a főútvonal egyenesen áthaladó irányainak zavartalan áthaladásából adódik. Nézzük meg a 3. példában most, hogy milyen költségcsökkenést eredményez az, ha a balról csatlakozó irányok számára külön csatlakozó sávok létesülnek?

A költségmódosulások ez esetben az 1—3, 2—4, 3—2 és 4—1 iránynál jelentkeznek. Itt a következő hatásokkal lehet számolni. A csatlakozó sáv lehetővé teszi a keresztező és csatlakozó mozgás külön végrehajtását és így külön számítását, a csatlakozásnál természetesen újbóli megállással is kell számolni, viszont a határidőköz alacsonyabbra, 5 s-ra vehető fel, a párhuzamos haladásból következő besorolás miatt. Ugyanakkor a veszélyeztettség is némileg csökken, a fajlagos veszélyeztettség a jobbról csatlakozásnak megfelelő értékre (0,10 Ft/E-re) vehető fel. Az 5. táblázatban végezzük el a szükséges számításokat a forduló irányokra nézve, a nem változó irányok költségeit ezekhez a 6. táblázatban hozzáadjuk.

A 4. és 6. táblázat adatait összehasonlítva megállapítható, hogy a külön csatlakozó sávok a megállás, lassítás és várakozás összesített költségeit csak kis mértékben csökkentik. A költségcsökkenést főleg a veszélyeztettségnek alacsonyabbra felvett számértéke okozza, az említett összesített költségek ugyanis 143 Ft-tal, míg a veszélyeztettség 512 Ft-tal csökken.

További költségcsökkentési lehetőség volna még, ha a mellékútról a főútra jobbról csatlakozó forgalom számára külön csatlakozó (gyorsító) sáv volna biztosítva, ez esetben ugyanis a határidőköz 6 s helyett 4 s-ra volna felvehető: a veszélyeztettség költségének csökkentése ugyanakkor nem látszik indokoltnak. Ha ilyen sávot irányozunk elő, akkor a balról csatlakozó forgalom számára további külön csatlakozó sávot létesíteni nem célszerű, mert a két oldalról csatlakozni kívánó forgalom egymást és a főirányt is fokozott mértékben zavarja. Gyorsító (jobbról csatlakozó) sáv elhelyezése ezért inkább a kétszintű csomópontoknál látszik célszerűnek, ahol a balról csatlakozás helyett indirekt vagy direkt fordulóval megol-

6. táblázat

## A 3. példa költségösszesítése:

Az érkező irányok számára felállósávok, a balról csatlakozó irányoknak külön csatlakozó sávok létesítése esetén

Költség	Me	La	Vá	Ve	Összes
1—2	—	455	—	—	455
1—3	16	22	3	80	121
1—4	—	495	—	—	495
2—1	—	455	—	—	455
2—3	—	330	—	—	330
2—4	85	110	19	425	639
3—1	13	23	2	35	73
3—2	230	183	62	1360	1 835
3—4	206	53	73	1204	1 536
4—1	332	266	91	1980	2 669
4—2	65	109	11	175	360
4—3	195	56	67	1165	1 483
Összes:	1142	2557	328	6424	10 451

dott, jobbról történő csatlakozás van biztosítva. Az ilyen jellegű csomópontok tárgyalása további szempontok figyelembevételét teszi szükségessé, így arra később szándékozunk visszatérni.

## ÖSSZEFOGLALÁS

A tanulmányban ismertettük a fényjelző nélküli szintbeni csomópontok gazdasági vizsgálatát a KÖTUKI 18. sz. kiadványában közölt elvek alapján olyan esetekre, mikor a csatlakozás (keresztezés) az elméleti  $T$ -hez, illetve  $X$ -hez hasonló alakú, tehát nincsenek közvetlen, előnyös kapcsolatok egyes irányokban. A számítások elvben azonosak az előző tanulmányban a fényjelzős keresztezésekre előadottakkal, csupán a megálló járműszám és az átlagos várakozási idő meghatározásának módszere más.

Erre a célra a valószínűségszámítás elvén alapuló módszer használható. A közölt képletek azon egyszerűsített feltevéseken alapulnak, hogy az elsőbbséget adó egyes járműveket csupán a főirány mennyisége és járműmegoszlása befolyásolja. A tapasztalat szerint a mellékirány mozgása csak akkor lehetséges, ha a kívánt manőver végrehajtására a főirányban kellő nagyságú szabadidőköz áll rendelkezésre: ezt a  $s$ -ban kifejezett minimális időtartamot határidőköznek nevezzük.

A továbbiakban gyakorlati célra használható táblázatokat közöltünk a főirány óraforgalma és a határidőköz gyakorlatilag előforduló értéke (4—8 s) függvényében, amelyekből megállapítható a mellékirány lehetséges legnagyobb forgalma, a megálló járművek százaléka és az átlagos várakozási idő.

Ezt követően — gyakorlati példaként — egy minden irányban kapcsolatot biztosító, az előbbi feltételeknek megfelelő szintbeni keresztezés számítását mutattuk be. A forgalmi mozgások lehetőségét először a napi forgalom 10%-nak megfelelő főirányú forgalmi értékek mellett ellenőrizni kell, az ellenőrzés eredményeképpen egyes irányokban

szükség esetén külön érkező (felálló) sávot kell biztosítani. A számítás ezután az átlagos feltételek mellett forgalom ( $GMP = 0,06 \text{ ÁNF}$ ) által okozott akadályoztatásnak megfelelően történik.

A számítások során több példán bemutattuk, hogy milyen lehetőségek vannak a költségek csökkentésére azért, hogy egyes irányokban külön érkező, illetve csatlakozó sávok létesülnek.

A közölt feltevésnek megfelelő egyszerű csomóponti alaktól való eltérés a számítások végrehajtása során, további mérlegelést kíván amelyek tárgyalására újabb tanulmányban kerülhet sor.

#### IRODALOM

- [1] Berg A.: Fényjelzős városi csomópontok üzemének gazdasági vizsgálata. Közlekedéstudományi Szemle, 1978. évi 6. sz.
- [2] Berg A.: Közúti munkák hatékonyságának vizsgálati módszerei. KÖTUKI 18. sz. kiadványa, Bp. 1975.
- [3] Berg A.: Közúti hatékonysági számítások végrehajtása (KPM Irányelv Tervezet). Kézirat. Bp. 1976.
- [4] Dorfwrth, J. R.: Wartezeit und Rückstau von Kraftfahrzeugen an nicht signalgeregelten Verkehrsknoten. Kirschbaum Verlag, Bad Godesberg, 1961.
- [5] KMP Közúti Főo.—Tanácsi Közl. Főo.: Városi utak tervezési szabályzata (VUTSZ), UT/4—73 ágati szabvány. Bp. 1973.

## Komplex híradástechnikai megoldások üzemi hálózatok és különleges hálózatok fel- és kiépítésére

1954-ben 90 millió telefon létezett a világon, de 1977. január 1-én a telefonok száma közel 400 millióra növekedett. A jelenlegi növekedési viszonyok mellett a szakértők azt várják, hogy a világ távbeszélő-hálózatának száma az ezredfordulóra 1 milliárd telefonállomással, tehát évenként 7 százalékkal emelkedik.

Az évente újonnan létesítendő telefonállomások több mint egyharmada üzemekben, a közigazgatás területén, intézményeknél, irodákban, kommunális létesítményeknél felszerelésre kerülő mellékállomások. A mellékállomás technikai jelentősége a számos komplex híradástechnikai megoldásokban jelentkezik, és az RFT Híradástechnikai és Méréstechnikai Iparága az üzemi telefonhálózatok fel- és kiépítésére készen áll. Ide tartoznak a legkisebb üzemek távközlési céljait szolgáló távbeszélő mellékállomások éppenúgy, az általuk üzemeltetett két készülékes berendezésükkel, mint a nagy mellékállomás-centrálék több ezerre rúgó résztvevő csatlakozóival.

A legkisebb mellékállomás rendszer például az EVA 66 és EVA 67 típusú előszoba egységberendezés.

Ezek vezető munkatársak tehermentesítésére szolgálnak és lehetővé teszik a közvetlen beszédforgalmat a főnöki és titkárkészülékek között, ugyanúgy, mint a „Variant” 1/1 és 1/2, a közös előszobavezetékén előválasztás nélkül. Az EVA 66 alap kivitele, az 1/1/1 típus áramellátási szerkezetcsoporthoz nélkül, a közös hivatali vezetékre csatlakozó relészekrényből, egy titkár- és egy főnöki készülékből, valamint a közös előszoba vezetékéből áll, három állomás teljes kiépítésével, amelyek mindegyike közös csatlakozó vezetékkel rendelkezik. Minden telefonállomás az új LF 700 típusú — elektronikus szabadon beszélő berendezéssel ellátott — hangosbeszélő készülékkel cserélhető fel, ilyenformán az EVA 66 típusú berendezéssel összesen 20 variáció valósítható meg.

Az EVA 67 abban különbözik az EVA 66-tól, hogy ennél lehetőség van a titkárkészülékhez és minden főnöki készülékhez két vezetékig külön hivatali vezeték alarendelni. Az EVA 67-nél összesen 31 variánst

## Könyvszemle

### Farkas Tamás: A holnap autója

Gondolat, Bp. 1977. 128 old. (ára fűzve: 15— Ft)

A „Gondolat Zsebkönyvek” népszerű sorozatban megjelent kis kötet célja, hogy közérthető áttekintést adjon a gépjárműtechnika mai állásáról és várható fejlődéséről.

A gépkocsi kialakulását és szerepét vázoló bevezető után a szerző a közúti közlekedés fejlődésének irányairól („A gépjárműtechnika újjászületése”), az ember-gépkocsi-rendszer sajátosságairól, a gépkocsik automatikus berendezéseiről, az automatikus forgalomirányításról és annak járműveiről ír. A továbbiakban a biztonságos gépkocsiról, a környezetkárosító hatások, csökkentéséről, a járművek élettartamával összefüggő főbb kérdésekről ad áttekintést. Befejezésül a kötet — külön fejezetben — foglalkozik a jövő áruszállító járműveivel, a holnap autóbusszával és az új energiaforrásokat, új hajtóműmegoldásokat kereső kutatásokkal, kísérletekkel, az eddigi eredményekkel. A befejezés a közeljövő néhány autótípusáról tájékoztat.

A népszerű kiadványt színes ábrák illusztrálják.

lehet megvalósítani, amelyek közül 11 előny jogú telefonkészülékként választható.

Vezető munkatársak irodahelyiségében való használat céljára szolgál a DIVA 68 igazgatói előszobakészülék. Ezeknek az az előnyük, hogy egyedi készülékek, ill. csatlakozások nagy csoportját lehet velük egy berendezésben áttekinthetően összevonni és lehetővé teszik egyes munkatársak közvetlen elérését. A DIVA 68-at háromféle kiviteleben szállítjuk, ezek részkiépítése is lehetséges. A berendezés egy relészekrényből, egy előszobaállomásból egy vagy két főnöki állomásból, valamint 4—12 csatlakozó vezetékéből és 20-ig terjedhető közvetlen vezetékéből áll, amelyek a többi állomásokhoz csatlakoznak. Különleges előnye abban rejlik, hogy minden egyes állomás minden akadály nélkül a mindenkori szabad ZB központi telepes házi-vezetéken keresztül billentyűnyomással hívható és a többihez fennáll az összes házi-vezeték konferenciakapcsolásának lehetősége. Ezenfelül a titkárállomáson megvalósítható a konferenciakapcsolás és átadható egy főnöki állomásra.

Olyan kisebb üzemek és osztályok részére, amelyekben az egyes telefonállomások helyileg szorosan egymás mellett vannak lehelyezve, és ezért nem szükséges az elágazó kábelhálózat kiépítése, az új II—1/5 típusú távbeszélő sorozatberendezés alkalmazása volna célszerű. Ennek két külső csatlakozása van, amelyre tetszőszerint fő- és mellék csatlakozó vezetékek kapcsolhatók. A berendezés teljes kiépítése esetén 6 beszélő, ill. sorozatállomásból, alapkiépítés esetén pedig sorozat főállomásból és sorozat éjszakai állomásból áll. Ezen egyidejűleg az összes telefonállomás között belső beszélgetést lehet lefolytatni, vagy az egyik, ill. két telefonállomásról a csatlakozó vezetékeken keresztül és a többi telefonállomás között is lehet belső beszélgetést lebonyolítani.

A RENA 67 sorozatmellék-állomás berendezés IV/5/1 típusa maximálisan négy csatlakozó vezetékre, háromtól öt résztvevő állomásra és egy közös házi vezetékre van előirányozva. Egyidejűleg előszoba berendezésként

alkalmazható olyan esetekben, amely esetben több vezető munkatárs csak egy titkárnővel rendelkezik. A berendezés az alábbiakra alkalmas: a hivatali vezeték egyenjogú lefoglalására az összes résztvevő által, házi forgalomban billentyűs hívásra létrehozható konferencia megtartására, hívástovábbításra, és visszakérdezésre.

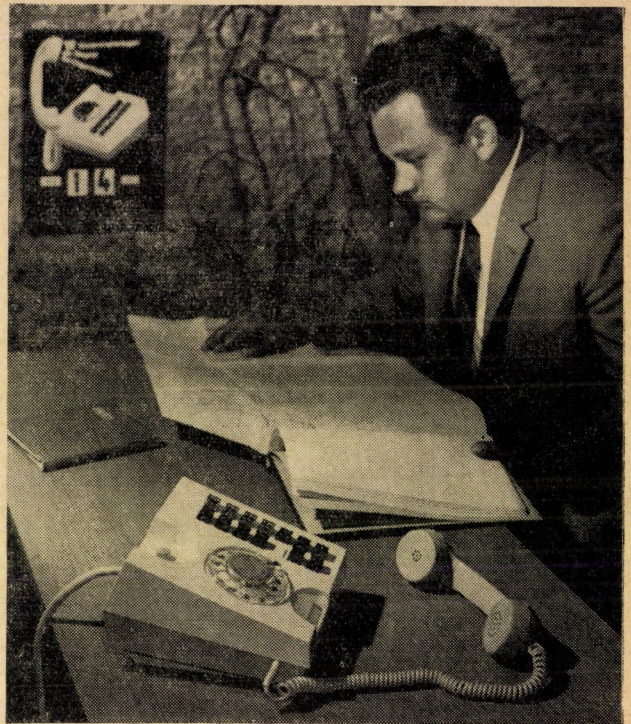
Az R IV/16 típusú sorozatmellékállomás berendezés optimális megoldási lehetőséget nyújt arra az esetre, ha összetartozó résztvevők korlátozott számát közös berendezéssel kell összekapcsolni. Ez egyesíti a kis mellékállomásos berendezések, a sorozatberendezések előnyével.

Az R IV/16 típust különböző kiépítési fokozatokban szállítjuk. Maximálisan 16 résztvevő állomás építhető ki, a hivatali forgalmat legfeljebb négy hivatali vezetéken lehet lebonyolítani, amelyek minden résztvevőnek egyenjogúan vannak alárendelve. Ezenfelül minden résztvevőhöz még egy hivatali vezeték is hozzákapható.

Összekapcsolási állomás teljesítményjellemzőivel bíró mellékállomás-berendezések: az ATZ 65 N típusú nagy mellékállomás-centrálé, amely 200 résztvevőtől felfelé 100 résztvevőnkénti fokozatokban korlátlanul építhető ki, valamint a közepes kapcsolós mellékállomás-centrálé, típusa MSN 70, maximálisan 70 mellékállomás csatlakoztatására és 7 hivatali vezetékre. Az ATZ 65 koordináta kapcsolócentráléból leszármaztatott ATZ 65 N típus a beszédforgalom lehetőségeinek éppen olyan nagy számát tudja nyújtani, mint az MSN 70, ilyenek például az automatikus belső forgalom, automatikus beérkező és kimenő forgalom, rövid választás, visszakérdezés, lánckapcsolás stb.

Különleges üzemi hálózatokra az RFT Nachrichtentechnik gazdaságosan működő variációkra készségesen nyújt ajánlatot. Ezek segítségével az OB 10 és OBM 20...80 helyi telepes kapcsolórendszerekkel a hálózati áramellátástól messzemenően független, a legrövidebb időn belül áthelyezhető távbeszélő hálózatot lehet kiépíteni, amely a legnehezebb igénybevételi viszonyok között is teljesen üzemképes.

Ez a nagyépítkezéseken, az energiaellátó telepeken, ipari kombinátok robusztus üzemeiben, vagy a bányá-



szatban a gyors és biztonságos beszédközlést képes létrehozni. A rendelő által igényelt 10-től 80, ill. 120 OB-távbeszélő résztvevőig alkalmazható szerkezeti egységcsoportok felépítésével könnyen összeállítható. A mozgatható, járművekbe vagy helyhez kötött ideiglenes elhelyezéseken alkalmazott és szabadban felállított helyeken sem különleges védelmet igénylő helyi telepes kapcsolórendszer az összeköttetési lehetőségek optimumát nyújtja és lehetővé teszi a csatlakozást meglévő helyi telepekhez, vagy központi telepes hálózatokhoz. Ebből kifolyólag ezek rádiós kapcsolásokra is alkalmazhatók.

Különleges üzemi érdekek további fontos probléma megoldását jelentik például a vasutaknál, nagyépítkezési helyeken, nyílt fejtési üzemekben, erőművekben és nagy kiterjedésű munkahelyeken alkalmazható újonnan kifejlesztett vonaldiszpécser-távbeszélő berendezés.

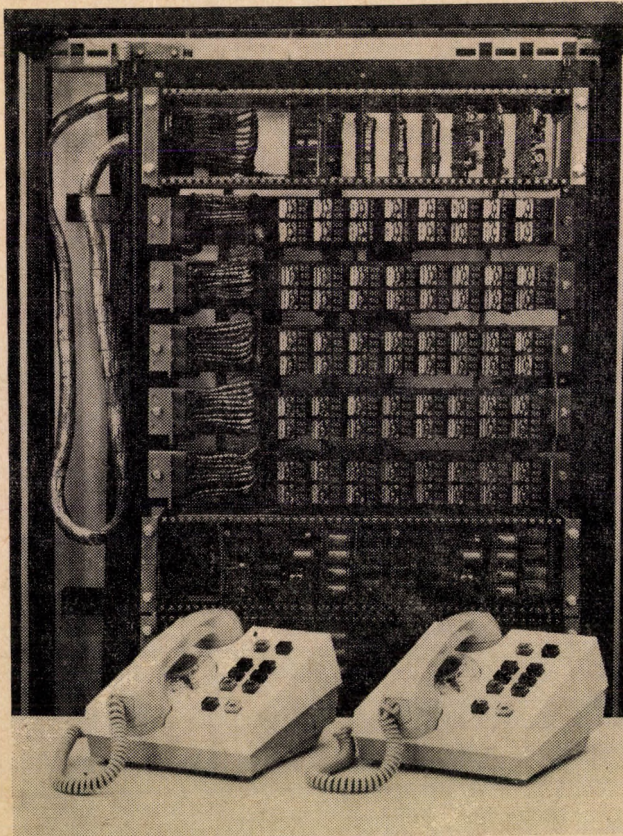
Ez egy főállomásból és maximálisan 35 mellékállomásból áll. Legfeljebb négy leágazással rendelkezhet úgy, hogy például egy fővonal a négy hozzátartozó mellékvonallal egyetlen egy vonaldiszpécser-távbeszélő-berendezéssel szerelhető össze.

Az akadálytalan információközlés céljából létesíthető egyenkénti hívás a mellékállomásokon és a főállomások hívása és a konferenciakapcsolások lehetősége sok időmegtakarítással jár, amikor gyors döntés meghozatalára van szükség és minden illetékes munkatárssal kell konzultációt folytatni. A beszédforgalom a váltott irányú beszélgetés elvén billentyű lenyomásával bonyolítható le. A főállomás tompított ellenirányú beszélgetésre van beállítva. A hír vételére a mellékállomások akkor képesek, ha a beszélő billentyű le van nyomva.

A vonaldiszpécser-távbeszélőberendezés egy vonaldiszpécser-berendezés kombinációját jelenti egy üzemi távbeszélő berendezéssel, amikor is mindkét rendszer mindegyike egymástól függetlenül működik. A vezeték fajtájától és minőségétől függően (kéteres csoportvezeték, mint kábel, vagy légvezeték) több száz kilométeres hatótávolság érhető el.

RFT Nachricht- und Messtechnik  
NDK — 701 Leipzig, Hainstr. 17/19

(AG 27/47/77)

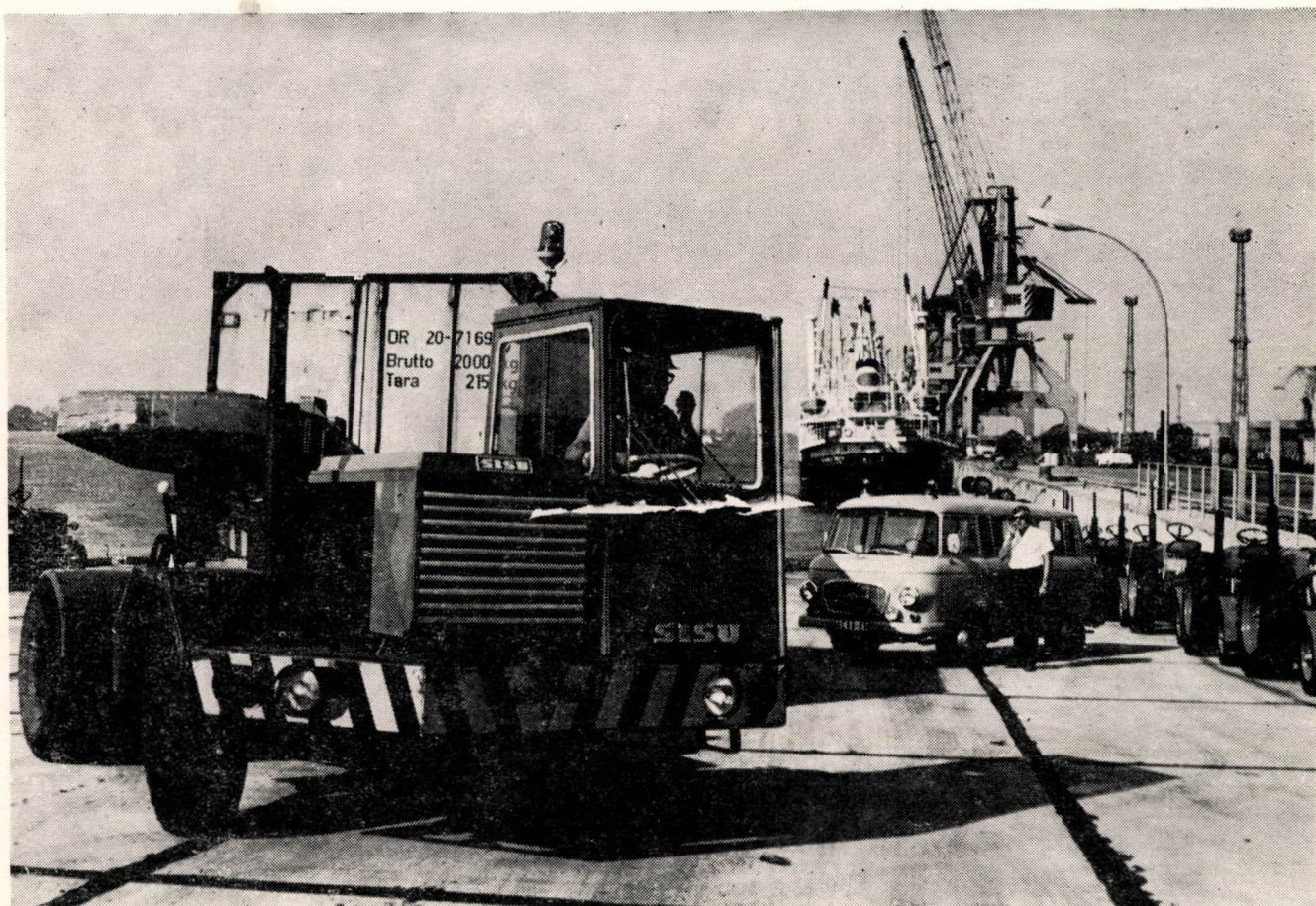


S U M M A R Y

	Page
<i>Dr. Csaba Koren: Certain Problems Concerning the Dimensioning of the Traffic Capacity of Roads</i> .....	385
<p>The study offers a proposal for the development of the traffic capacity dimensioning system by making a distinction between work-day and week-end traffic and by taking into consideration the disproportion between the elements of the peak traffic hours, needed for the forecasting and the actual traffic peaks, as a consequence of changes in the direction of traffic flow.</p>	
<i>Dr. Lajos Béres—Dr. László Tóth—Dr. Béla Unyi: Different Form of Occurrence of Kidney - Shaped Ruptures in Rails</i> .....	392
<p>After the study of numerous rails with so - called kidney - shaped ruptures the authors divide the ruptures — with respect to their form — into four groups, showing the causes and the process of the occurrence.</p>	
<i>Mrs. Péter Edelényi: The Regulation of the Traffic of Slow-Moving Road Vehicles</i> .....	398
<p>To increase road safety, the traffic of slow-moving vehicles (cycles, horse-drawn vehicles, tractors, traction-engines) on national highways with heavy traffic was restricted in Hungary in 1972. The study gives information on the results of samples, taken to check the results of the measures and also touches upon the tasks of the future.</p>	
<i>Dr. József Prezenszki—Dr. János Kereszturi—Dr. Péter Várlaki: The Optimalization of Complex Loading System Control by Heuristic Learning Algorhythms</i> .....	407
<p>The study approaches the problem of planning and optimalization of operative control on the basis of conclusions connected with the examination of the behaviour of complex loading systems. For that purpose it makes use of the possibilities provided by mathematical and logical modelling of the operative and functional algorithm as well as of the methods for the optimalization of the control parameters and of the heuristic computer methods of the learning process of the system.</p>	
<i>Artur Berg: Economic Study of Level Intersections of Roads without Light Signals</i> .....	422
<p>The author, this time, demonstrates on several examples a method by which the economicalness of theoretical „T” and „X” shaped intersection can be examined, he also draws the attention to possibilities the of how to reduce the costs.</p>	
<i>Book Review</i> .....	397, 431

## R É S U M É

	Page
<i>Dr. Csaba Koren: Quelques problèmes du dimensionnement de trafic des routes nationales.</i> . . . . .	385
<p>Dans son étude l'auteur s'est proposé de traiter le développement de la méthode du dimensionnement de trafic des routes nationales, en distinguant entre le trafic de jours ouvrables et celui de week-end et en prenant en considération les facteurs des heures d'affluence nécessaires à l'évaluation d'avance et l'inégalité des sommets de trafic divers dans chaque direction.</p>	
<i>Dr. Lajos Béres—Dr. László Tóth— Dr. Béla Unyi: Les formes et les manières d'être des fractures réniformes des rails de chemins de fer.</i> . . . . .	392
<p>Sur la base des examens des fractures de rails réniformes bien nombreuses et prenant en considération leurs manières d'être, les auteurs de cette étude divisent ces fractures en quatre groupes. En même temps les auteurs montrent les raisons de leurs productions et le processus de la formation de ce phénomène.</p>	
<i>Mme Péter Edelényi: Le règlement du trafic des moyens du transport routier à petite vitesse</i> . . . . .	398
<p>Pour augmenter la sécurité routière, en Hongrie on a limité en 1972 par voie de décret ministériel — le trafic des moyens de transport à petite vitesse (les bicyclettes, les attelages, les tracteurs, les remorqueurs, les machines opératrices) sur les grandes routes nationales ayant des heures de pointe. L'auteur de cette étude rend compte des enquêtes de grande importance visant aux résultats des mesures prises jusqu'à présent tout en étudiant les tâches à faire aux années qui viennent.</p>	
<i>Dr. József Prezenszky—Dr. János Kereszturi—Dr. Péter Várlaki: Optimalisation du guidage du système complexe du chargement sur la base des algorithmes heuristiques.</i> . . . . .	407
<p>Sur la base des raisonnements bien suivis liés aux enquêtes sur l'efficacité des systèmes complex du chargement complex, les auteurs de cette étude étudient le problème de l'optimalisation et de la planification du guidage opératif. Pour aborder leur problème difficile, les auteurs utilisent les possibilités de la modélisation mathématique et logique de l'algorithme de service et de fonctionnement, ainsi que les méthodes avec des machines à calcul électroniques heuristiques du processus d'application à l'étude de ce système.</p>	
<i>Artur Berg: L'examen économique des points de raccordement à niveau sans signalisation lumineuse.</i> . . . . .	422
<p>Dans cette étude l'auteur fait connaître la méthode, en nous montrant plusieurs exemples, par l'emploi de laquelle on peut faire des enquêtes sur la rentabilité des points de raccordements de forme théorique „T” et de forme théorique „X”, tout en démontrant aussi les possibilités de réduire les frais d'investissements.</p>	
<i>Revue de livres</i> . . . . .	397, 431



## JOBB JÁRMŰKIHASZNÁLÁS AZ RFT URH FORGALOMIRÁNYÍTÓ TECHNIKÁJÁVAL

**Az RFT készülékválasztékából felépített forgalomirányító rádióhálózat optimálisan alkalmazkodik a mindenkori követelményekhez. A készülékek műszaki koncepciója, nagy tipizáltsági foka, valamint egységesíthető szerkezete lehetővé teszi az egyszerűen kezelhető mozgó állomások beépítését minden járműtípusba.**

**A forgalom URH-rádiókészülékkel felszerelt mozgó résztvevői mindig könnyen elérhetők, s ez jelentős kilométer és üzemanyag megtakarítást eredményez.**

Részletes tájékoztatást ad az  
**NDK Magyarországi Nagykövetségnek**  
**Kereskedelempolitikai Osztálya**  
**Budapest, XIV. Népstadion út 101-103.**

**Exportőr:**

*Elektrotechnik*

**EXPORT-IMPORT**

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER  
 DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK  
 DDR · 1026 BERLIN-ALEXANDERPLATZ  
 • HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE •

**RFT NACHRICHTENTECHNIK · DDR**

Felelős szerkesztő: Dr. Czére Béla. Szerkesztőség: Budapest, XIV., Május 1. út 26.

Telefon: 223-216. Kiadja: Lapkiadó Vállalat, 1073 Budapest, Lenin körút 9-11.

Telefon: 221-293. Levélcím: 1906, postafiók 223.

Felelős kiadó: Siklósi Norbert.

78 9. 2287 Révai Nyomda Egri Gyáregység, Eger, Vincellériskola u. 3. F. v.: Vilcek János.  
Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlap-  
üzleteiben és a Posta Központi Hírlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest V., József nádor tér 1.)  
közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215-96 162 pénzforgalmi  
jelzőszámlára.

Előfizetési ár: egy évre: 108,— Ft, egyes szám ára: 9,— Ft.

Külföldön terjeszti a „KULTÚRA” Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vállalat  
Budapest, Postafiók 149. H — 1389.

**Index: 25 454**