

## Közlekedési áramlatok tervezése az idő függvényében, a kapacitáskorlátozások figyelembevételével

Dr. JÁNDY GÉZA

### 1. Bevezetés

A közlekedési áramlatok tervezésének gyakran korlátot szabnak a közlekedési kapacitások, különösen a közlekedési pályák, vagyis a hálózat egyre nagyobb mértékben kihasznált átbecsátóképesége. *Korlátozott* lehet a szállítási probléma egyes viszonylati *útvonalainak kapacitása*, de a legtöbb áramlati problémánál nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a feladatban szereplő útvonalvariánsok egy meglevő vagy részben tervezett hálózat részei, melyeknek közös szakaszai és csomópontjai is vannak és ezen a hálózaton „*i*” forrásból „*j*” rendeltetési helyre több útvonalon is el lehet jutni. A kapacitáskorlátozásokat pedig nem általában az útvonalak, hanem *a hálózat egyes szűk keresztmetszeteinek korlátozott átbecsátóképesége* okozza és ezeken a szűk keresztmetszeten (pályaszakaszokon vagy csomópontokon) a feladatban szereplő útvonalaknak egy csoportja megy keresztül. Így a kapacitáskorlátozás már az útvonalaknak egy-egy csoportjára vonatkozik.

Ha a matematikai programozás segítségével áramlati tervet akarunk meghatározni, nyilvánvalóan nem hagyhatjuk figyelmen kívül ezeket a kapacitáskorlátozókat, jóllehet a célfüggvényre még nem közvetlenül, hanem csak közvetve hatnak. Az ilyen korlátozások figyelmen kívül hagyása a feladatok megvalósíthatatlanságát eredményezheti.

Sokszor valóságghűbben közelítjük meg a problémát azonban akkor, ha a hálózat szűk keresztmetszeteit nem az átbecsátóképeségnek egy adott korlátjával, hanem az áramlásra kifejtett fékező hatással vesszük figyelembe, feltéve, hogy azt egy bizonyos határidőn belül lebonyolítandó helyváltoztatás mennyiségének függvényében pótlólagos időráfordításként ki tudjuk fejezni. Ebben az esetben természetesen célfüggvényünknek az időráfordítást kell kifejeznie, ami most a szűk keresztmetszetek fékező hatásával is közvetlen kapcsolatba kerül.

### 2. A közlekedési kapacitáskorlátozások figyelembevétele

Valamennyi szállítási feladattípusnál előfordulhat, hogy egy vagy több *i—j* viszonylaton az

elsősorban szóba jövő, népgazdaságilag legkedvezőbb útvonal (eljárás) kapacitása korlátozott. Pl. üres járművek szétosztásánál, termékek elosztásánál, áramlatok tervezésénél korlátozott lehet az adott időszakon belül valamely útvonal vagy közlekedési csomópont átbecsátóképesége, de korlátozott lehet a rendelkezésre álló szállítóeszközök kapacitása (száma, befogadóképessége stb.) is.

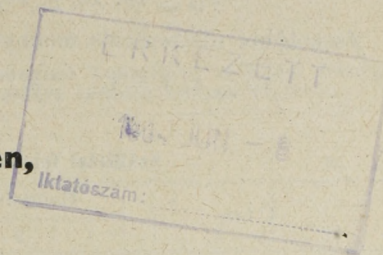
Jelentkezhet a szállítási probléma úgy, hogy minden útvonalnak ismerjük a rendelkezésre álló átbecsátóképeségét, vagyis általánosságban minden eljárásnak a diszpozíciós mennyiségre vonatkozó korlátját és ugyanakkor az egyes viszonylatokon más útvonalat, illetve eljárást nem használhatunk. Természetesen lehetnek az ilyen feladatban olyan viszonylatok is, amelyek kapacitáskorlátozás a feladat keretei között gyakorlatilag nincsen. Ezeket a viszonylatokat olyan magas kapacitáskorlátokat szerepeltetünk, melyek a megoldásra biztosan hatástalanok maradnak.

Jelentkezhet ez a probléma úgy is, hogy a korlátozott átbecsátóképeségű, de az optimumkritérium szerinti legkedvezőbb lehetséges útvonalak — miután kapacitásuk már kimerült — újabb, az optimumkritérium szerinti következő legkedvezőbb lehetséges útvonalakkal pótolhatók.

Jelentkezhet a szállítási probléma az előzőktől eltérően is, amikor figyelembe vesszük a tényleges közlekedési hálózatot, ezen belül az egyes viszonylatok lehetséges útvonalait és azok összefonódását is. Így a források és a rendeltetési helyek közötti optimális áramlatok tervezésénél a hálózat szűk keresztmetszeteinek kapacitáskorlátait és a viszonylati útvonalvariánsokat egyidejűleg kell figyelembe vennünk. Ez a feladat összekapcsolható a közlekedési hálózat átbecsátóképeségét optimálisan kihasználó áramlati eloszlás problémájával is.

A kvadratikus programozás szerző által javasolt módszerei [1] lehetővé teszik, hogy kvadratikus célfüggvények esetében is meghatározhassuk a feladatok optimális megoldását.

A következőkben a fenti három feladattípust és optimális megoldásuk meghatározásának módját egy-egy példán keresztül mutatjuk be.



2.1 A szállítási probléma korlátozott viszonylati kapacitásokkal

Az 1. és 2. táblázatban leírt szállítási feladatot a következő kapacitáskorlátokkal egészítjük ki:

$$x_{13} \leq 10, x_{21} \leq 10, x_{34} \leq 20$$

és a többi diszpozíciós mennyiségre vonatkozóan

$$x_{ij} \leq \alpha_i \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n$$

1. táblázat

Szállítási feladat						
Cím	Rendeltetési hely				$\alpha_i$	
	1	2	3	4		
Kiindulási hely	1	$x_{11}$	$x_{12}$	$x_{13}$	$x_{14}$	51
	2	$x_{21}$	$x_{22}$	$x_{23}$	$x_{24}$	37
	3	$x_{31}$	$x_{32}$	$x_{33}$	$x_{34}$	32
$\beta_j$		14	41	23	42	120

2. táblázat

Szállítási távolságok (Paramétermátrix)					
Cím	Rendeltetési hely				$\alpha_i$
	1	2	3	4	
Kiindulási hely	1	2	5	3	8
	2	4	6	7	5
	3	1	6	3	2

Az egyes viszonylatok kapacitáskorlátjait a kombinációs táblára beírva, a 3. táblázatot kapjuk.

3. táblázat

Szállítási feladat korlátozott viszonylati kapacitásokkal					
2	5	3	8		
51	51	10	51		51
4	6	7	5		
10	37	37	37		37
1	6	3	2		
32	32	32	20		32
14	41	23	42		120

Jelöljük a viszonylati kapacitáskorlátokat  $Z_{ij}$ -vel. Akkor ez a feladattípus általánosságban az alábbi összefüggésekkel írható le:

$$\begin{aligned}
 Q(x) &= \sum_{i,j} c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min & (1) \\
 x_{ij} + y_{ij} &= Z_{ij} & (2) \\
 \sum_i x_{ij} &= \beta_j & (3) \\
 \sum_j y_{ij} &= \sum_j Z_{ij} - \alpha_i & (4) \\
 \sum_j \beta_j + \sum_i (\sum_j Z_{ij} - \alpha_i) &= & (5) \\
 &= \sum_{i,j} Z_{ij} \\
 x_{ij}, y_{ij} &\geq 0 & (6) \\
 i &= 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n
 \end{aligned} \quad (I)$$

Ezeket az összefüggéseket táblázatosan leírva [2], [3], számpéldánk esetén a 4. táblázat szerinti kombinációs táblát kapjuk:

4. táblázat

i	j	j				l			$Z_{ij}$	
		1	2	3	4	1	2	3		
1	1	$x_{11}$				$y_{11}$			51	
	2		$x_{12}$			$y_{12}$			51	
	3			$x_{13}$		$y_{13}$			10	
	4				$x_{14}$	$y_{14}$			51	
2	1	$x_{21}$				$y_{21}$			10	
	2		$x_{22}$			$y_{22}$			37	
	3			$x_{23}$		$y_{23}$			37	
	4				$x_{24}$	$y_{24}$			37	
3	1	$x_{31}$					$y_{31}$		32	
	2		$x_{32}$				$y_{32}$		32	
	3			$x_{33}$			$y_{33}$		32	
	4				$x_{34}$		$y_{34}$		20	
		$\beta_j$	14	41	23	42	112	84	84	400
			$\beta_j$				$\sum_j Z_{ij} - \alpha_i$			

E táblázat soraiban a (2), oszlopaiban a (3) és (4) összefüggéseket írjuk be, míg az (5) szerinti egyensúlyt a jobb alsó sarokban levő szám mutatja. Így egy nagyobb méretű  $(m \cdot n(n+m))$ -es szállítási problémához jutottunk, ahol azonban a használható mezők száma csak  $2mn$  és a bázis megoldásban szereplő foglalt mezők száma „ $mn + m + n - 1$ ”. Ezért a kombinációs táblában a duál-distribúciós módszerrel [4] gyorsan meghatározhatjuk a keresett optimumot (5. táblázat).

5. táblázat

A korlátozott viszonylati kapacitású szállítási feladat optimális megoldása

Rendelés Forrás	1	2	3	4	$\alpha_i$
1	14	27	10		51
2		14		23	37
3			13	19	32
$\beta_j$	14	41	23	42	120

$$Q(x) = 469$$

Összehasonlítás céljából megadjuk az 1. és 2. táblázatban leírt szállítási feladat kapacitáskorlátozás nélküli optimális megoldását is:

$$x_{11} = 14, x_{12} = 14, x_{13} = 23, x_{22} = 27, x_{24} = 10, x_{34} = 32 \text{ és } Q(x) = 443.$$

2.2 A szállítási probléma korlátozott útvonal-kapacitásokkal és tartalék útvonalakkal

Abban az esetben, ha egyes viszonylatokon az elsősorban figyelembeveendő útvonalak kapacitása korlátozott és ugyanazokon a viszonylatokon vannak másod-, sőt esetleg harmad- stb. sorban figyelembevehető útvonalvariánsok is, akkor először megoldjuk a feladatot úgy, mintha kapacitás

korlátozások nem is léteznének, majd azokon a viszonylatokon, ahol a korlátozást túlléptük, a kapacitás szerinti mennyiséget az illető útvonallal együtt kiemeljük a feladtból, tehát az  $\alpha_i$ -ből és a  $\beta_j$ -ből is és előjegyezzük, hogy ezeken az útvonalakon a kapacitás szerinti mennyiség kerül szállításra, majd ezeknél a viszonylatoknál a soron következő legkedvezőbb útvonalakat behelyezzük a feladatba és megismételjük a programozást.

Ha pl. a „g-h” viszonylat számára kijelölt legkedvezőbb útvonalon a szállított mennyiség nem lehet nagyobb egy megadott  $Z_{gh}^{(1)}$ -nél és a fenti megoldás szerint  $x_{gh} > Z_{gh}^{(1)}$ , akkor előjegyezzük, hogy a „g-h” viszonylaton  $Z_{gh}^{(1)}$  mennyiséget fogunk szállítani, majd a  $Z_{gh}^{(1)}$ -et levonjuk a g sor ( $\alpha_g - Z_{gh}^{(1)}$ ) és a h oszlop ( $\beta_h - Z_{gh}^{(1)}$ ) multiplicitásából. A „g-h” viszonylat számára kiválasztjuk a következő legkedvezőbb útvonalat (elosztási feladatnál esetleg új szállítási nemet is) és a fajlagos jellemzők matrixában a  $c_{gh}^{(1)}$  helyére ennek az útvonalnak jellemzőjét írjuk ( $c_{gh}^{(2)}$ ), ha pedig a „g-h” viszonylaton nincs több szállítási lehetőség, úgy azt a további megoldásokból kizárjuk. Az így megváltoztatott feladatot most újra programozzuk. Ha az optimális megoldás most a második útvonalon is felhasználja egy  $x_{gh}^{(2)}$  mennyiséggel ezt a viszonylatot, akkor a hatékonysági függvényben ez a viszonylat két szorzattal:

$$c_{gh}^{(1)}Z_{gh}^{(1)} + c_{gh}^{(2)}x_{gh}^{(2)}$$

fog szerepelni és az optimális program szerint g-ből h-ba  $Z_{gh}^{(1)}$  mennyiséget kell szállítani az első és  $x_{gh}^{(2)}$  mennyiséget a második útvonalon. Természetesen, ha  $x_{gh}^{(2)} > Z_{gh}^{(2)}$ , vagyis, ha a „g-h” viszonylat 2. útvonalának kapacitása sem elégséges, akkor a 2. útvonalon  $Z_{gh}^{(2)}$  mennyiséget fogjuk szállítani és az előbbi eljárást a 3. legkedvezőbb lehetséges útvonal bevonásával megismételjük stb.

Ha egy viszonylat számára nincs használható útvonal, akkor az ahhoz tartozó fajlagos jellemzőt kiugróan magas értékkel vesszük fel.

Pl. írjuk elő az 1. és 2. táblázatban megadott példákra vonatkozóan, hogy a  $c_{13}^{(1)} = 3$  fajlagos jellemzőjű első útvonalon az átbocsátóképesség korlátozása miatt

$$Z_{13}^{(1)} = 15$$

vagyis

$$x_{13}^{(1)} \leq 15$$

lehet.

A korlátozást figyelembe nem vevő optimális megoldásban

$$x_{13}^{(1)} = 23$$

volt.

Egy második útvonal-változat fajlagos jellemzője legyen  $c_{13}^{(2)} = 6$ . Az 1. sor és 2. oszlop adott

számértékét  $Z_{13}^{(1)}$ -al csökkenteni kell, tehát

$$\alpha_1 = 51 - 15 = 36 \text{ és } \beta_3 = 23 - 15 = 8 \text{ lesz.}$$

Ezekkel az új feltételekkel megismételve a programozást, a 6. táblázatban látható optimális

6. táblázat

A korlátozott viszonylati kapacitású szállítási feladat optimális megoldása tartalék útvonal esetében

2	5	6	8	
15	22			36
4	6	7	5	
	19		18	37
1	6	3	2	
		8	24	32
14	41	8	42	105

megoldást kapjuk. A két megoldás eredőjeként nyerjük a korlátozott feladat optimális programját, mely a következő:

$$x_{11} = 14, x_{12} = 22, x_{13}^{(1)} = 15,$$

$$x_{22} = 19, x_{24} = 18,$$

$$x_{33} = 8, x_{34} = 24.$$

A hatékonysági függvény értéke

$$\sum_{ij} c_{ij} x_{ij} =$$

$$= 2 \cdot 14 + 5 \cdot 22 + 3 \cdot 15 + 6 \cdot 19 + 5 \cdot 18 + 3 \cdot 8 + 2 \cdot 24 = 459$$

### 2.3 Az adott hálózaton, meghatározott időn belül lebonyolítandó szállítások problémája

Az előző két feladattípusnál a viszonylati útvonalakat úgy tekintettük, mintha azok egymástól teljesen függetlenek lennének, legalábbis a modellből nem tükröződik, hogy ezek az útvonalak kapcsolódnak-e egymáshoz, és a kapacitáskorlátozások is ezekre az egymástól függetlennek tekintett útvonalakra vonatkoznak. Természetesen, számos olyan problémával találkozhatunk, amelyek ezekbe a feladattípusokba sorolhatók. De a legtöbb közlekedési problémánál nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a feladatban szereplő útvonalvariánsok egy meglévő, vagy részben tervezett hálózat részei, melyeknek közös szakaszai és csomópontjai is vannak. Egy hálózaton  $i$  forrásból  $j$  rendeltetési helyre több útvonalon el lehet jutni, de általában arra nincsen szükség, hogy a feltűnően „rossz” útvonalakat is bevonjuk a feladatba. A kapacitáskorlátozásokat pedig nem az útvonalak, hanem a hálózat egyes szűk keresztmetszeteinek korlátozott átbocsátóképessége okozza és ezeken a szűk keresztmetszeten (pályaszakaszokon vagy csomópontokon) a feladatban szereplő útvonalaknak egy csoportja megy keresztül. Így a kapacitáskorlátozás itt az útvonalaknak egy-egy csoportjára vonatkozik, ami egyszerű szerkezetű egyenlőtlenségek formájában fogalmazható meg.

A lehetséges megoldások halmazát most a következő mellékfeltételekkel írhatjuk le:

$$\sum_j (\sum_{k_{ij}} x_{ij,k_{ij}})_{ij} = \alpha_i \quad (7)$$

$$\sum_i (\sum_{k_{ij}} x_{ij,k_{ij}})_{ij} = \beta_j \quad (8)$$

$$\sum_{ij,k_{ij}} b_{ij,k_{ij},r} x_{ij,k_{ij}} \leq \gamma_r \quad (9) \quad (II)$$

és 
$$x_{ij,k_{ij}} \geq 0 \quad (10)$$

$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; k_{ij} = 1_{ij}, \dots, q_{ij};$

$r = 1, \dots, w$

ahol a  $k_{ij}$  index-szel az  $i-j$  viszonylat figyelembe veendő útvonalvariánsait jelöljük, a  $\gamma_r$  adott mennyiség az  $r$  jelű pályaszakasz vagy csomópont rendelkezésre álló átbocsátóképességét, vagyis kapacitását fejezi ki és a  $b_{ij, k_{ij}, r}$  együttható azt mutatja, hogy a  $k_{ij}$  útvonal keresztül megy-e az  $r$  keresztmetszeten (akkor  $b_{ij, k_{ij}, r} = 1$ ), vagy sem (akkor  $b_{ij, k_{ij}, r} = 0$ ).

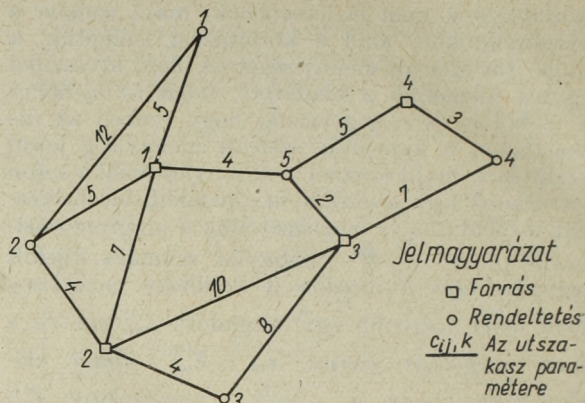
Ezek a mellékfeltételek, illetve a kibővített feladat triviális bázismegoldása a szimplex táblában leírható és bár az együttható matrix alsó blokkja semmi olyan szabályosságot nem mutat, mint a felette levő két blokk, mégis az egész együttható matrixra jellemző, hogy abban csak +1 és 0 elemek találhatók, ami az eljárást, akár lineáris, akár kvadratikus célfüggvényről legyen szó, nagyban leegyszerűsíti.

Vizsgáljuk a 7. táblázatban és az 1. ábrában megadott feladatot, ahol négy forrás és öt rendeltetési hely van és néhány viszonylaton két útvonalat vehetünk figyelembe. Az útvonalak paramétereit szokás szerint a mezők bal felső sarkaiba írtuk be. Ezek az útvonalak az ábra szerinti hálózaton felismerhetők. Ott az egyes

7. táblázat

Szállítási feladat korlátozott átbocsátóképességű hálózaton

Rendeltetés Forrás $k$	1		2		3		4		5		$\alpha_i$
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	80		5	70	11	13	12	13	4	50	200
2	12	16	4	4	80		17	19	11	12	130
3	11		11	8	20		7		2	60	80
4	14		14	15	18		3		5	10	90
$\beta_j$	100	100	100	80	120						500



1. ábra. A hálózat vázlata

hálózatban három szűk keresztmetszetünk van, melyekre a következő kapacitáskorlátok vonatkoznak:

1. az „1—1” útvonal rendelkezésre álló átbocsátóképessége ..... 80
2. a „3” jelű forrásnak, mint csomópontnak az átmenő forgalommal szemben rendelkezésre álló átbocsátóképessége..... 300
3. a „3—5” útvonal rendelkezésre álló átbocsátóképessége ..... 60

Tehát

$$x_{11} + x_{21.1} + x_{31} + x_{41} \leq 80$$

$$x_{13.2} + x_{14.2} + x_{24.1} + x_{24.2} + x_{25.2} \leq 300$$

$$x_{13.2} + x_{14.2} + x_{25.2} + x_{31} + x_{32} + x_{35} + x_{43.1} \leq 60$$

Az induló szimplex táblát a 8. táblázatban, míg az utolsó szimplex táblát a 9. táblázatban találhatjuk meg. Az optimális megoldás a 7. táblázatban is be van írva. A célfüggvény ehhez tartozó értéke  $K = 2280$ , míg kapacitáskorlátozás nélkül ugyanaz 1940 lenne. Megfigyelhetjük, hogy az optimális megoldás itt az  $m + n - 1 = 8$  helyett 10 útvonalat használ fel.

Ha tehát a szűk keresztmetszetekre vonatkozóan egy-egy számmal meg tudjuk határozni, hogy a szállítási határidőn belül pl. hány vonat, vagy hány vasúti kocsi mehet rajtuk keresztül, akkor egy újabb — egyenlőtlenségek formájában megfogalmazott — mellékfeltételcsoporthal kell csupán a szállítási probléma modelljét kiegészítenünk. Ha a célfüggvény az össz-szállítási teljesítményt adja, akkor ebből a modelltől kapott megoldás az adott szállítási határidőn belül a legkisebb össz-szállítási teljesítménnyel valósítható meg.

Régebben egy kocsintézési példán keresztül már bemutattuk, hogy a szállítási probléma modelljében bizonyos dinamikus problémák is megfogalmazhatók [5]. Bár ott a felszabadult és az igényelt kocsik száma naponkénti bontásban volt megadva, nyilvánvaló, hogy automatizált kocsintézés esetén a többnapos tervezési időszakon belül finomabb — esetleg óránkénti — bontásra és a programozás 24 óránkénti megismétlésére lesz szükség, ha az üres kocsik szétosztási tervét naponként szükséges (illetve elégséges)

helyek, illetve csomópontok (források és rendeltetési helyek) közötti paraméterek vannak megadva, amelyek általában csak részei a viszonylati paramétereknek. Tételezzük fel, hogy ebben a

8. táblázat

Induló szimplex tábla  
(0. lépés)

	$c$	$d_0$	$c_{ij,k}$	5	5	11	13	12	13	4	12	16	4	4	17	19	11	12	11	11	8	7	2	14	14	15	18	3	5	
	bázisra vonatkozó komponensei			$a_{ij,k}$	bázis																									
				$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	$a_{14,1}$	$a_{14,2}$	$a_{15}$	$a_{21,1}$	$a_{21,2}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24,1}$	$a_{24,2}$	$a_{25,1}$	$a_{25,2}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43,1}$	$a_{43,2}$	$a_{44}$	$a_{45}$	
$e_1 \leftarrow$		200	$e_1$	1	1	1	1	1	1	1																				
		130	$e_2$								1	1	1	1		1	1	1	1											
		80	$e_3$																	1	1	1	1	1						
		90	$e_4$																						1	1	1	1	1	1
		100	$e_5$	1							1	1							1					1						
		100	$e_6$		1								1								1					1				
		100	$e_7$			1	1							1								1					1			
		80	$e_8$					1	1						1	1						1						1		
		120	$e_9$							1							1	1					1						1	
		80	$e_{10}^{(y_1)}$	1							1								1					1						
		300	$e_{11}^{(y_2)}$				1		1					1	1															
		60	$e_{12}^{(y_3)}$				1		1										1	1			1			1				

9. táblázat

Befejező szimplex tábla  
(12. lépés)

$a_{45} \rightarrow$	+	5	70	$a_{12}$		1	1	2		1	-1	-1			-1	-1	-1			1	-1			1	2	1					
	+	5	80	$a_{11}$	1						1	1									1				1						
	+	4	50	$a_{15}$				-1	1	1					1	1	1				-1	-1	1		-1	-1	-2	-1			
	+	5	10	$a_{45}$					-1	-1					-1	-1							-1		1	1	1	1	1		
	+	20	0	$e_5$																											
	+	4	30	$a_{22}$				-1	-2		-1	1	1	1		1	1	1									-2	-1			
	+	4	80	$a_{23}$				1	2		1																2	1			
	+	3	80	$a_{44}$						1	1					1	1												1		
	+	2	60	$a_{35}$					1		1																		1		
		+	16	20	$a_{21,2}$							1																			
	0	300	$e_{11}^{(y_2)}$					1		1					1	1	1														
	+	8	20	$a_{33}$				-1		-1																					
				$c_{ij,k} - \bar{c}_{ij,k}$	0	0	+6	+13	+10	+16	0	+8	0	0	0	+16	+18	+8	+14	+8	+8	0	+2	0	+8	+8	+14	+12	0	0	

kiadni, és ha a többnapos és mindig továbbgördülő tervezési időszakra vonatkozó kocsintézési adatok a programozás időpontja előtt naponként rendelkezésre állnak. A modell méreteinek, vagyis a bontás finomságának elsősorban a számítóautomata kapacitása fog határt szabni. A dinamikus kocsintézési számpéldában akkor a célfüggvénnyel népgazdasági szintű hatékonyságot fejeztünk ki, vagyis a paraméterek egy kocsi továbbításának költségén kívül az üresen állás és az elkésett igénykielégítés miatti veszteségeket is tartalmazták. Természetesen ennél lényegesen egyszerűbb célfüggvénytípusok is elképzelhetők. Pl. az elkésett igénykielégítést kizárhatjuk a lehetséges megoldásokból és lehetséges, hogy a célfüggvény-nyel csak a kocsik továbbításának költségét indokolt figyelembe venni. Itt csupán fel kívánjuk a figyelmet hívni arra, hogy a *dinamikus kocsintézési modell* az adott hálózat szűk keresztmetszeteinek (9) szerinti korlátozásaival minden további nélkül kiegészíthető.

Jelentkezhet azonban ez a hálózati probléma úgy is, hogy a legkisebb időfelhasználást, vagyis kocsioráfordítást [6] igénylő áramlati tervet kell meghatározunk. Ezzel a problémával kívánunk a következő fejezetben foglalkozni.

### 3. A minimális időfelhasználást igénylő áramlati terv

— Akár üres, akár rakott, de azonos felhasználhatóságú kocsik, illetve kocsirakományok irányításáról legyen szó, a megrendelők, de méginkább a közlekedési vállalat számára a gazdaságos működés szempontjából nagyjelentőségű, hogy utóbbi az adott feladatot minimális kocsioráfordítással, vagy — ami nem ugyanaz — a legrövidebb határidőn belül oldja meg.

Figyelembe kell venni, hogy a kiinduló helyről a rendeltetési helyre több útvonalon keresztül lehet eljutni és hogy a különböző viszonylatokhoz tartozó útvonalak egyes csoportjai olyan csomópontokon és pályaszakaszokon haladnak keresztül, amelyeknek szűk kapacitása a feladat lebonyolításához szükséges áramlatok programozására korlátozólag hat, vagy fokozódó igénybevételük esetén az időfelhasználás hatványozottan fog emelkedni.

Abban az esetben, ha az egyes szűk keresztmetszeteken áthaladó áramlatok mennyisége egy adott kapacitáshatárt nem léphet túl, a problémát a következőképpen fogalmazhatjuk meg. Keressük minimumát a

$$T = f(x) = \sum_{i,j,k} t_{ij,k} x_{ij,k} \quad (11)$$

lineáris formának, amely a 2.3 fejezetben tárgyalt (II) rendszer szerinti mellékfeltételeknek van alávetve.

Itt  $i$  és  $j$  indexek, valamint az  $\alpha_i$  és  $\beta_j$  adott mennyiségek jelentése a szokásos. A  $k_{ij}$  index reprezentálja az  $i$ - $j$  viszonylatban számításba veendő különböző útvonalakat ( $k_{ij} = 1_{ij}, 2_{ij}, \dots, q_{ij}$ ). A hálózat egyes szűk keresztmetszeteit az „ $r$ ” ( $r = 1, \dots, w$ ) index jelöli és az ezeken

keresztülmenő útvonalakat a (9) szerinti mellékfeltételben a  $b_{ij,k_{ij},r}$  együtthatóval kapcsoljuk össze. Ha az összes útvonal halmaza  $\{ij, k_{ij}\}$  és az  $r$  pályaszakaszon, illetve csomóponton átmenő útvonalak halmaza  $\{r_{ij}, k_{ij}\}$  akkor utóbbi természetesen részhalma az előbbinek, vagyis

$$\{r_{ij}, k_{ij}\} \subset \{ij, k_{ij}\}$$

A  $t_{ij,k_{ij}}$  az  $i$  —  $j$  viszonylat  $k_{ij}$  útvonalán a szállítási időszükségletének mutatója, vagyis pl. a vasúti kocsiknak az  $i$  feladói állomáson történő összegyűjtéséből a  $j$  rendeltetési állomáson való kiállításig terjedő időtartam, ha a kocsik a  $k_{ij}$  útvonalon haladnak  $i$ -ből  $j$ -be.

A (11) célfüggvény valamely  $x$  megoldás esetén a szállítás kocsioráfordítását adja meg.

A (7) és (8) mellékfeltételek előírják, hogy a feladói állomásokról a különböző rendeltetési helyek felé és azon belül is a különböző útvonalakon együttesen az előírt kocsiszámot el kell indítani és a rendeltetési állomásokra a különböző feladóktól és a különböző útvonalakon az előírt kocsiszámnak, mint szükségletnek meg kell érkeznie.

A (9) mellékfeltétel megszabja, hogy az egyes pályaszakaszokon, illetve csomópontokon az adott szállítási feladat következményeként áthaladó kocsik számának bizonyos határon belül kell maradnia. E mellékfeltétel jobb oldalán lévő  $\gamma_r$  adott kocsiszám éppen azt a határt jelzi, amivel az  $r$  pályaszakasz vagy csomópont, annak korlátozott átbocsátóképessége miatt, e szállítási feladattal kapcsolatban még maximálisan megterhelhető. Az egyenlőtlenség bal oldalán „+1” együtthatóval azok az áramlatok szerepelnek, melyek az  $r$  keresztmetszeten keresztülhaladnak.

Mivel az egyes viszonylatok esetében az összes számbaveendő útvonalak külön szerepelnek a modellben, a diszpozíciós mennyiségekre vonatkozóan előírhatjuk a (10) előjelkorlátozást, ami nem zárja ki azt, hogy valamely pályaszakaszon ellentétes irányú áramlás is előadódhat, mivel a különböző útvonalak azon a szakaszon szembe találkoznak egymással. Ha erre nincs lehetőség, akkor előírhatjuk, hogy az illető pályaszakaszt vagy az egyik, vagy a másik irányba haladó áramlások vehetnek csak igénybe, de a különböző irányúak együtt nem. Ez természetesen újabb mellékfeltételeket fog eredményezni.

A (11) célfüggvénynek a fenti mellékfeltételeket kielégítő szélső értékeként a minimális időfelhasználást igénylő áramlati tervet — amint a 2.3 fejezetben arra már számpéldát is bemutattunk — a simplex táblázatban határozhatjuk meg. Ebben az értelmezésben természetesen a 7. táblázatban feltüntetett paraméterek az egyes  $k_{ij}$  útvonalaknak fajlagos időfelhasználási mutatói ( $t_{ij,k_{ij}}$ ), amelyek most a járműnek a pályaszakaszokon és csomópontokon történő áthaladásához szükséges átlagos időtartamokból tevődnek össze.

Indokolt lehet azonban a hálózat szűk keresztmetszeteinek ( $r$ ) korlátozó hatását nem egy külön

mellékfeltétel-csoportban, hanem a célfüggvényben szerepeltetni, feltéve, ha ezekre vonatkozóan egy-egy

$$T_r = \tau_r (\sum_{ij,k} b_{ij,k} x_{ij,k} - Z_r)^{\rho_r} \quad (12)$$

függvénnyel ki tudjuk fejezni, hogy az ott áthaladó áramlások erősödésével, egy bizonyos  $Z_r$  áramlat-nagyságon felül a szállítási kocsiorárafordítás hatványozottan növekedni fog. Ha ezeket figyelembe akarjuk venni, akkor a célfüggvényt a következő formával írhatjuk le:

$$T = \sum_{ij,k} t_{ij,k} x_{ij,k} + \sum_r \tau_r (z_r - Z_r)^{\rho_r} \quad (13)$$

ahol

$$z_r = \sum_{ij,k} b_{ij,k} x_{ij,k} \quad (14)$$

Telihat a  $z_r$  változó az  $r$  keresztmetszeten áthaladó teljes mennyiséget (kocsiszám stb.) reprezentálja és  $\tau_r$  ugyanott az áthaladás növekvő időszükségletének fajlagos mutatója, vagyis az a pótlólagos kocsiorárafordítás, ami

$$z_r = Z_r + 1$$

mennyiség (pl. koci) áthaladása esetén már a szűk keresztmetszet progresszív növekvő fékező hatása következtében fog felmerülni. Ugyanis a szűk keresztmetszeten történő áthaladás állandó időszükséglete benne szerepel a  $t_{ij,k}$  mutatóban és a  $Z_r$  mennyiségig (kocsiszámig) csupán ez az időszükséglet jelentkezik. A  $Z_r$  tehát itt nem kapacitáskorlátot jelez.

A  $\rho_r$  az  $r$  keresztmetszetben a pótlólagos kocsiorárafordítás hatványkitevője. Célszerű lesz a  $\tau_r$  mutató értékét úgy meghatározni, hogy  $\rho_r = 2$  lehessen.

Ha ugyanis a (12) szerinti függvények mind kvadratikusak, akkor a minimális időfelhasználást igénylő áramlati tervet konvex-kvadratikus programozással — a célfüggvény szerkezete miatt annak is egy egyszerűbb válfajával — határozhatjuk meg.

Vezessük be az alábbi jelöléseket:

$$\mu_r = z_r - Z_r \quad (15)$$

és

$$t_r = \begin{cases} \tau_r & (\text{ha } \mu_r > 0) \\ 0 & (\text{ha } \mu_r \leq 0) \end{cases} \quad (16)$$

Akkor az utóbbi problémát a következő modellben fogalmazhatjuk meg. Keressük minimumát a

$$T = \sum_{ij,k} t_{ij,k} x_{ij,k} + \sum_r t_r \mu_r^2 \quad (17)$$

konvex-kvadratikus függvénynek, amely a következő mellékfeltételeknek van alávetve

$$\sum_j (\sum_{k_{ij}} x_{ij,k_{ij}})_{ij} = \alpha_i \quad (18)$$

$$\sum_i (\sum_{k_{ij}} x_{ij,k_{ij}})_{ij} = \beta_j \quad (19)$$

$$\sum_{ij,k} b_{ij,k} x_{ij,k} - \mu_r = Z_r \quad (20)$$

$$x_{ij,k} \geq 0 \quad (21)$$

$$i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n; k_{ij} = 1_{ij}, \dots, q_{ij}; r = 1, \dots, w$$

A  $Z_r$  és  $\tau_r$  értékeket statisztikai úton, számos megfigyelés alapján lehetne meghatározni. Bár a (17) szerinti célfüggvény jelenlegi formájában is biztosítja, hogy a szűk keresztmetszeteket a zsúfoltságtól mentesítsük, lehetséges, hogy a rendszeresen gyűjtött és feldolgozott tapasztalatok után annak szerkezetét módosítani kell.

Térjünk vissza a 2.3 fejezetben tárgyalt szám-példához. Az  $\alpha_i$  és  $\beta_j$  adott mennyiségek és a  $t_{ij,k}$  időparaméterek legyenek azonosak a 7. táblázat adataival és változatlanul az 1. szűk keresztmetszet az „1—1” útvonal, a 2. a „3” jelű forrás, mint esomópont és a 3. a „3—5” útvonal. E szűk keresztmetszetekhez tartozó  $Z_r$  és  $\tau_r$  értékek legyenek a következők:

$$\begin{matrix} Z_1 = 40 & Z_2 = 100 & Z_3 = 40 \\ \tau_1 = 0,20 & \tau_2 = 0,05 & \tau_3 = 0,15 \end{matrix}$$

Határozzuk meg először a (III) rendszerrel, pontosabban a (18), (19) és (21) mellékfeltételekkel leírt lehetséges megoldások halmazának azt a pontját, amelyben a

$$T_1 = \sum_{ij,k} t_{ij,k} x_{ij,k} \quad (22)$$

lineáris függvény a minimumot veszi fel. Ezt legegyszerűbben a kombinációs táblában a duáldisztribúciós módszerrel végezhetjük el. A lineáris függvény minimumát adó bázist a 12. táblázat (kombinációs tábla) vonalkázott mezői jelölik. Majd határozzuk meg e megoldás esetén a (20) összefüggésekből a  $\mu_1$ ,  $\mu_2$ , és  $\mu_3$  értékét és szerkesszük meg a szimplex táblázatot. Ebben az esetben pl. a bázisban szereplő oszlopvektorok közül csupán az  $a_{11}$  és az  $a_{35}$  oszlopvektorok van az induló szimplex tábla utolsó három sorában egy-egy komponense, így az induló táblából (8. táblázat) könnyen meghatározható, hogy e két oszlopvektor a bázisba bevonva az utolsó három sorban milyen változások történnek. A szimplex tábla többi sorát, illetve a bázisban nem szereplő oszlopvektoroknak a bázisvektorok szerinti komponenseit a szállítási feladat kombinációs táblájából közvetlenül is meghatározhatjuk a szabad mezők-höz tartozó hurkok segítségével. Így elkészíthetjük a lineáris feladat optimális megoldásához tartozó szimplex táblát (10. táblázat), majd egyidejűleg bevonjuk a bázisba az  $a_r (r = 1, 2, 3)$  vektorokat, ami abból áll, hogy az utolsó három sort „—1”-gyel végigszorozzuk és az  $e_{10}$ ,  $e_{11}$ ,  $e_{12}$  helyébe az  $a_1$ ,  $a_2$  és  $a_3$  oszlopvektorokat írjuk. Így egy újabb szimplex táblát kapunk (11. táblázat), amibe most a  $t_r$  paramétereket is beírjuk.

Ez után a konvex-kvadratikus programozás szabályai szerint járunk el és a változtatásokat a kombinációs táblában hajtjuk végre. Vizsgálni csak azokat a bázisban nem szereplő oszlopvektorokat kell, amelyeknek a nem-negatív értékű kiegyenlítő változók soraiban van pozitív komponense, a célfüggvény értéke ugyanis csak ezeknek a viszonylatoknak bevonásával csökkenthető. Ha „s” index-szel a bázisban nem szereplő viszonylatokat jelöljük, akkor  $x_s$  változónak a zéró helyett

A lineáris feladat optimális megoldásához tartozó szimplex tábla

10. táblázat

																$\tau_r$																	
$t$	$d_0$	$t_{ij}, k_{ij}$	5	5	11	13	12	13	4	12	16	4	4	17	19	11	12	11	11	8	7	2	14	14	15	18	3	5	0	0	0		
bázisra vonatkozó komponensei		bázis	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	$a_{14,1}$	$a_{14,2}$	$a_{15}$	$a_{21,1}$	$a_{21,2}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24,1}$	$a_{24,2}$	$a_{25,1}$	$a_{25,2}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43,1}$	$a_{43,2}$	$a_{44}$	$a_{45}$	$a_1$	$a_2$	$a_3$		
5	100	$a_{11}$	1							1	1							1						1									
5	70	$a_{12}$		1	1	1				-1	-1			-1	-1	-1	-1		1	1				1	1	1	1						
4	30	$a_{15}$					1	1	1					1	1	1	1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	-1							
4	40	$a_{22}$			-1	-1				1	1	1		1	1	1	1			-1				-1	-1								
4	100	$a_{23}$			1	1						1								1				1	1								
2	80	$a_{35}$																1	1	1	1	1											
3	80	$a_{44}$					1	1						1	1												1						
5	10	$a_{45}$				-1	-1							-1	-1								-1			1	1	1	1				
0	-60	$e_{10}$									-1																		-1				
0	+100	$e_{11}$				1		1						1	1		1													-1			
0	-40	$e_{12}$				1		1												-1	-1				1					-1			
$\bar{t}_{ij}, k_{ij} = \sum_{g \neq r} t_g f_{ij}, k_{ij}$			5	5	5	5	2	2	4	4	4	4	4	1	1	3	3	3	3	3	0	2	6	6	6	6	3	5					
$t_{ij}, k_{ij} - \bar{t}_{ij}, k_{ij}$			0	0	6	8	10	11	0	8	12	0	0	16	18	8	9	8	8	5	7	0	8	8	9	12	0	0					

A tényleges feladatnak egy lehetséges bázismegoldásához tartozó szimplex tábla

11. táblázat

$t$	$d_0$	$t_{ij}, k_{ij}$	5	5	11	13	12	13	4	12	16	4	4	17	19	11	12	11	11	8	7	2	14	14	15	18	3	5	0	0	0		
bázisra vonatkozó komponensei		bázis	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{13,1}$	$a_{13,2}$	$a_{14,1}$	$a_{14,2}$	$a_{15}$	$a_{21,1}$	$a_{21,2}$	$a_{22}$	$a_{23}$	$a_{24,1}$	$a_{24,2}$	$a_{25,1}$	$a_{25,2}$	$a_{31}$	$a_{32}$	$a_{33}$	$a_{34}$	$a_{35}$	$a_{41}$	$a_{42}$	$a_{43,1}$	$a_{43,2}$	$a_{44}$	$a_{45}$	$a_1$	$a_2$	$a_3$		
5	100	$a_{11}$	1							1	1							1						1									
5	70	$a_{12}$		1	1	1				-1	-1			-1	-1	-1	-1		1	1				1	1	1	1						
4	30	$a_{15}$					1	1	1					1	1	1	1	-1	-1	-1			-1	-1	-1	-1							
4	30	$a_{22}$			-1	-1				1	1	1		1	1	1	1			-1				-1	-1								
4	100	$a_{23}$			1	1						1								1				1	1								
2	80	$a_{35}$																1	1	1	1	1											
3	80	$a_{44}$					1	1						1	1												1						
5	10	$a_{45}$				-1	-1							-1	-1								-1			1	1	1	1				
0,20	+60	$a_1$									1																		1				
0	-100	$a_2$				-1		-1						-1	-1		-1													1			
0,15	+40	$a_3$				-1		-1												1	1				1						1		
$t_{ij}, k_{ij} - \bar{t}_{ij}, k_{ij}$			0	0	6	8	10	11	0	8	12	0	0	16	18	8	9	8	8	5	7	0	8	8	9	12	0	0					

pozitív értéket adva, a célfüggvény értéke a következőképpen változik:

$$\Delta Q_s = (t_s - \bar{t}_s)x_s - \sum_r t_r (2\mu_r x_s - x_s^2) \quad (23)$$

Innen a szélsőérték-hely

$$\zeta_s = \frac{2\sum_r t_r \mu_r - (t_s - \bar{t}_s)}{2\sum_r t_r} \quad (24)$$

és  $\Delta d_s$ , vagyis az a mennyiség, amellyel az „s” viszonylatot ez előbbi megoldáshoz képest megterheljük

$$\Delta d_s = \begin{cases} \zeta_s & (\text{ha } \delta_s > \zeta_s > 0) \\ \delta_s & (\text{ha } \delta_s \leq \zeta_s) \\ 0 & (\text{ha } \zeta_s \leq 0) \end{cases} \quad (25)$$

Természetesen, minden változtatás után a szimplex táblázat segítségével a  $\mu_r$  változók értékeit is módosítani kell. Az  $x_{ij, k_{ij}}$  diszpozíciók mennyiségek változtatásait azonban mindig a bázisra támaszkodva kell végrehajtani. Végigmenve a bázisban nem szereplő szóba jöhető mezőkön, a  $\mu_r$  és esetleg a  $t_r$  értékek változása miatt a ciklust értelemszerűen meg kell ismételni.

Számpéldánkban ezeket a lépéseket az optimális megoldást tartalmazó kombinációs tábla (12. táblázat) alatt tüntettük fel. A (17) szerinti célfüggvény értéke az optimális megoldás esetében  $T_{\min} = 2636,35$ ; míg a 8. táblázat szerinti megoldás mellett  $T_{\min} = 2660$ .

12. táblázat

Kombinációs tábla

Rendeltetés Forrás	1		2		3		4		5		$\alpha_i$
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	5 70		5 77		11 13		12 13		4 53		200
2	12 16	30	4 23	4 77			17 19		11 12		130
3	11		11 8		23		7		2 57		80
4	14		14		15 18		3 80		5 10		90
$\beta_j$	100	100	100		80		120		500		

- $\delta_{21,2} = 30$ ;  
 $\Delta Q_{21,2} = 12x_{21,2} - 0,20(2 \cdot 60x_{21,2} - x_{21,2}^2)$ ;  
 $\Delta d_{21,2} = \frac{0,2 \cdot 120 - 12}{0,40} = 30$   
 $\mu_1 = 60 - 30 = 30$
- $\delta_{33} = 40$ ;  $\Delta Q_{33} = 5x_{33} - 0,15(2 \cdot 40x_{33} - x_{33}^2)$ ;  
 $\Delta d_{33} = \frac{0,15 \cdot 80 - 5}{0,30} \approx 23$   
 $\mu_3 = 40 - 23 = 17$

$$3. \delta_{34} = 17; \Delta Q_{34} = 7x_{34} - 0,15(2 \cdot 17x_{34} - x_{34}^2);$$

$$\Delta d_{34} = \frac{0,15 \cdot 34 - 7}{0,30} < 0$$

$$4. \delta_{21,2} = 23; \Delta Q_{21,2} = 12x'_{21,2} - 0,20(2 \cdot 30x'_{21,2} - x_{21,2}^2);$$

$$\Delta d'_{21,2} = \frac{0,2 \cdot 60 - 12}{0,40} = 0$$

$$5. \delta_{33} = 17; \Delta Q_{33} = 5x'_{33} - 0,15(2 \cdot 17x'_{33} - x_{33}^2);$$

$$\Delta d'_{33} = \frac{0,15 \cdot 34 - 5}{0,30} \approx 0$$

$$z_1 = \mu_1 + Z_1 = 70; z_2 = \mu_2 + Z_2 = 0;$$

$$z_3 = \mu_3 + Z_3 = 57$$

Ismét hivatkozva a korábbi dinamikus kicsi-intézési számpéldánkra és az előző fejezet erre vonatkozó utalására, meg kívánjuk jegyezni, hogy ha megadjuk azokat az időpontokat, amikor az elküldendő járművek indulásra készek és amikor azoknak az igénylőhöz be kell érkezniük, és ha a szállítás időszükségletének mutatójában is figyelembe vesszük — szükség szerint — a forgalomsűrűség ingadozásának hatását, könnyen megszerkeszthetjük a *minimális időfelhasználást igénylő dinamikus áramlati terv* optimális programozásának modelljét is.

Az itteni mellékfeltételek már a szállítási probléma általánosítását teszik szükségessé [4]. A változók két indexes jelöléséről át kell térni a három-, sőt négy-indexes jelölésre és a kiinduló, valamint a rendeltetési helyekre vonatkozó megszorításokon túl az útvonalak egyes csoportjai további korlátozásoknak vannak alávetve.

IRODALOM

[1] Jándy G.: Közlekedésgazdasági folyamatok kvadratikusan programozása. Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei, 1963.  
 [2] Wagner, H. M.: On the Capacitated Hitchcock Problem. Technical Report No. 54, Department of Economics, Stanford University, 1958.  
 [3] Vajda S.: Mathematical Programming, London, 1961.  
 [4] Jándy G.: A szállítástervezés és áramlatirányítás algoritmusai, kandidátusi disszertáció, 1962.  
 [5] Jándy G.: Optimális szállítások tervezése, Közlekedéstudományi Szemle, 1959. évi 10.  
 [6] Turányi I.: Lépésről lépésre megvalósítható terv az automatikus operatív forgalomtervezés és irányítás megvalósítására, akadémiai doktori disszertáció, 1962.

## A munkatermelékenység nemzetközi összehasonlítása a vasúti közlekedésben

NAGY JÓZSEF

A két gazdasági rendszer közötti békés verseny időszakában minden népgazdasági ágban, így a vasúti közlekedésben is fontos feladat a világszínvonal elérése. A fejlett tőkés országokat első-sorban a *munkatermelékenység* tekintetében kell túlszárnyalni, ezért tarthat nagy érdeklődésre számot a munkatermelékenységi világszínvonal vizsgálata a *vasúti közlekedésben* is.

A munkatermelékenység színvonalának reális összehasonlításához mindenekelőtt meg kell teremteni azokat az előfeltételeket, amelyek a munkatermelékenység alakulását, az egyes országok sajátosságainak reális értékelését, a mért munkatermelékenység összehasonlítását lehetővé teszik.

A munkatermelékenység országokénti színvonalában mutatkozó eltéréseket elsősorban az egyes országok földrajzi helyzetének vasúti vonalakkal való ellátottságának, forgalom-összetételének, szervezési módjának különbözősége stb. okozza.

A munkatermelékenység alakulását néhány európai vasútnál az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat<sup>1</sup>

A munkatermelékenység alakulása (egy dolgozóra eső ezer képzett tonnák-ben) néhány európai vasútnál

O r s z á g o k	É v e k		
	1954	1959	1960
Anglia .....	120,5	125,0	127,0
Ausztria .....	155,0	172,5	190,5
Csehszlovákia .....	227,5	310,0	325,0
Franciaország .....	177,0	238,0	248,0
Jugoszlávia .....	138,5	158,5	168,0
Lengyelország .....	281,0	275,0	278,0
Magyarország .....	154,0	184,0	202,5
Német Demokratikus Köztársaság .....	153,0	207,0	212,5
Német Szövetségi Köztár- saság .....	164,0	191,5	201,0
Olaszország .....	211,0	258,0	263,0
Románia .....	185,5	204,5	214,2
Svájce .....	248,0	267,0	277,0
Szovjetunió .....	500,0	800,0	833,0

A táblázatban bemutatott adatok nagymértékű eltéréseket mutatnak, ezért a munkatermelékenység alakulását befolyásoló tényezőket beható vizsgálat alá kell vonnunk.

Az elemzés során mindenek előtt arra kell figyel-münket fordítanunk, hogy a forgalom személy- és áruszállítás szerinti összetétele a munkatermelékenység színvonalát alapvető mértékben befolyá-solhatja.

<sup>1</sup> Az adatok a „Bulletin annuel de statistiques de transports européens, Nations Unies 1961.” c. kiadvány 4., 10. és 24. táblázataiból, illetve a magyar adatok a Statisztikai Évkönyv megfelelő számaiból kerültek összeállításra.

Mivel a személy- és áruszállítás, mint termék előállításának munkaigényessége eltérő, a for-galom összetételének arányait a reális nemzetközi összehasonlítás feltételeinek megteremtése érde-kében figyelembe kell venni.

A magyar vasutakon is történtek kísérletek a két közlekedési termék; az utaskm és árutonnák munkaráfordításai közötti különbségek figyelembe-vételére.

A magyar vasutaknál a munkatermelékenység mérésére egy sajátos mutatót alakítottak ki, amelyet *javított képzett tonnák teljesítménynek* neveznek és a következő képlettel fejezik ki:

$$J = \dot{A} + \frac{10K_{sz} + U}{4} + 10Tip.$$

ahol  $\dot{A}$  = díjszabási árutonnák,

$K_{sz}$  = személykocsi tengelykm,

$U$  = utaskm,

$Tip$  = iparvágányok kiszolgálásával kapoco-slatos mozdonykm.

A munkatermelékenység népgazdasági szinten történő mérésénél a javított képzett tonnák tel-jesítményi mutató alkalmazásának helyessége vi-tatható. A termékellátást kifejező árutonnák és utaskm teljesítmények ugyanis nem korrigál-hatók a termékellátás során felmerülő üzemi teljesítményekkel (személykocsi-tengelykm, mozdonykm), mert ezek eltorzítják a munkatermelé-kenység valóságos mértékét.

Abban az esetben ugyanis, ha a munkatermelé-kenység számításánál üzemi teljesítményeket is figyelembe veszünk, már nem a tiszta munka-termelékenységet mérjük, mert az üzemi teljesít-mények nem termelő munkaráfordításokat is tartalmaznak.

A javított képzett tonnák mutató, a vasúti közlekedésben, mint vállalaton belüli átfogó üzemi teljesítményi mutató felhasználható (pl. a munka-erő tervezésére), a munkatermelékenység népgazda-sági szinten való mérésére, nemzetközi össze-hasonlítás végzésére azonban kevésbé alkalmas.

Ismerünk törekvéseket, amelyek<sup>2</sup> a személy- és áruszállítási teljesítmény közös nevezőre hozását a termékek előállításához szükséges *munkaidő-ráfordítás arányában* javasolják.

A vasúti közlekedés üzemi munkájának sajátos-ságai miatt azonban ennek gyakorlati nehézségei vannak, a dolgozók munkaidejének mérése ilyen módon sok területen rendkívül nehézkes.

A munkatermelékenység alakulásának reális értékeléséhez megfelelő megoldás kialakításával több ismert külföldi közlekedési szakember is foglalkozott.

<sup>2</sup> Dr. Kánya Ernő: A munkatermelékenység kérdése a vasutaknál, Közlekedéstudományi Szemle, 1957. évi 2. sz.

Többek között *Giror Jean Michel* francia professzor munkájában<sup>3</sup> az utaskm-nek árutonnakm-re való átszámítására, a személy- és áruszállítás önköltségében a munkabér arányával egyenlő tényező alkalmazását javasolja.

Sz. K. *Danilov* szovjet professor<sup>4</sup> pedig a szovjet vasutakra egy állandó tényező — amelynek értéke egyenlő 2-vel (a személy- és áruszállítások önköltsége közötti 1956. évi viszonyszám) — bevezetését tartja megfelelőnek.

A vasúti közlekedés termelési tevékenysége közismerten erősen munkaigényes. Jellemzően mutatja ezt a tény, hogy a világ vasutainak jelentős részénél a munkabér költségek az összes üzemi ráfordításoknak közel 50%-át teszik ki.

A személy és áruszállítás önköltségi arányainak összehasonlítása révén kapott tényező (amelyet nevezünk „k”-nak) ezért elfogadható mértékben tükrözi a kétféle termék: az utaskm és árutonnakm előállítására fordított összes munkaráfordítás arányait is.

Kétségtelen, hogy a javasolt eljárással képzett eredményeknél pontosabb eredményeket kapnánk akkor, ha az egységtermékek (az árutonnakm és utaskm) előállításához felhasznált tényleges munkaráfordítások arányát kifejező tényezőt használnánk, ennek meghatározása azonban igen bonyolult.

A „k” helyesbítő tényező használatának bevezetése módot ad arra, hogy a forgalom összetételében, annak személy- és áruszállítások közötti megoszlási arányaiban bekövetkező változásokat, a munkatermelékenység színvonalának mérésénél kifejezésre juttassuk.

A forgalom összetételében a személy- és áruszállítások aránya nagyságrendjének és dinamikájának eltérései az egyes európai vasutaknál jelentősek, amint azt a következő, 2. táblázat adatai szemléltetik.

A táblázatból kitűnik, hogy a képzett tonnakilométer utaskm és árutonnakm összetevői közötti arány az egyes vasutakon erősen eltérő (pl. 1960-ban: a Szovjetunió 10,2, illetve 89,8%; Olaszország 63,6, illetve 36,4%). Ezért a képzett tonnakilométerben az utaskm „k” tényezővel való figyelembe vétele különösen indokolt a munkatermelékenység nemzetközi összehasonlításánál.

A nemzetközi összehasonlíthatóság feltételeinek megteremtésénél nem elhanyagolható tényező az átlagos szállítási távolságok alakulásának különbözősége sem.

Az egyes országok vasutainak műszaki színvonal, pályafelépítményének állapota, a vonalak villamosításának mértéke, az önműködő térközbiztosító berendezésekkel való ellátottsága, a járműpark összetétele, stb. a műszaki fejlesztés és korszerűsítés során megfelelő beruházásokkal azonos szintre fejleszhető, az átlagos szállítási távolság azonban olyan jellemző, amelynek nagyságrendjét az ország föld-

2. táblázat<sup>5</sup>

A személy- és áruszállítás %-os megoszlásának dinamikája néhány európai ország vasutainál

Országok	Évek					
	1954		1959		1960	
	Utaskm	Árutonnakm	Utaskm	Árutonnakm	Utaskm	Árutonnakm
Anglia	48,0	52,0	55,4	44,6	53,3	46,7
Ausztria	45,7	54,3	49,0	51,0	45,9	54,1
Bulgária	39,8	60,2	34,0	66,0	34,2	65,8
Csehszlovákia	44,6	58,4	31,9	68,1	30,5	69,5
Franciaország	38,7	61,3	37,6	62,4	35,8	64,2
Jugoszlávia	42,9	57,1	42,0	58,0	42,8	57,2
Lengyelország	42,9	57,1	36,0	64,0	31,6	68,4
Magyarország	56,2	43,8	52,3	47,7	51,6	48,4
Német Demokratikus Köztársaság	48,4	51,6	40,4	59,6	39,6	60,7
Német Szövetségi Köztársaság	43,6	56,4	44,4	55,6	42,3	57,7
Olaszország	62,6	37,4	64,3	35,7	63,6	36,4
Románia	49,6	50,4	38,8	61,2	36,2	63,8
Svájc	69,2	30,8	66,4	33,6	63,2	36,8
Szovjetunió	13,0	87,0	10,3	89,7	10,2	89,8

rajzi, területi adottságai, természeti és települési viszonyai, stb. szabják meg.

A munkatermelékenység alakulására az átlagos utazási, illetve szállítási távolság nagyságrendjének hatása jelentős, mivel az egységtermék (utaskm, illetve árutonnakm) előállításának munkaráfordításai a távolság növekedése arányában csökkennek.

A személyszállításban az átlagos utazási távolság nagyságrendjének ingadozása nem jelentős, viszonylag kis mértékű és az utaskm egységtermék — árutonnakm-hez viszonyított — munkaráfordításainak különbözősége a „k” tényezőn keresztül, az új képzett tonnakm-ben egyébként is figyelembevételre kerül; ezért ezzel külön nem szükséges foglalkoznunk.

Az átlagos áruszállítási távolság értékeinek eltérése azonban feltétlen figyelmet érdemlő, amelyet néhány európai vasútra a 3. táblázat szemléltet.

A táblázat adatai jól mutatják azt, hogy az átlagos áruszállítási távolságok nagyságrendje országonként igen eltérő.

Az összehasonlíthatóság biztosítására tehát figyelembe kell venni ennek kihatásait, mivel ismeretes, hogy növekedése kedvezően befolyásolja a vasutas dolgozók munkatermelékenységének alakulását.

Ezért a munkatermelékenység nemzetközi összehasonlíthatósága feltételeinek megteremtésénél vizsgálni kell az átlagos áruszállítási távolságok alakulásának kihatását.

Az áruszállításokra általánosan elismert árutonnakm mérőszám a szállított súly és távolság szorzata. Az elemzés során kitűnik azonban, hogy az árutonna, mint súlytényező, nem meríti ki az áru jellemzőit, nem határozza meg pl. a súly-

<sup>3</sup> La Productivité du Travail dans les chemins de fer, Etudes et mesures de productivité, Párizs, 1954.

<sup>4</sup> Közlekedésgazdaságtan, egyetemi tankönyv, Moszkva, 1957.

<sup>5</sup> Az adatok a „Bulletin annuel de statistiques de transports européens, Nations Unies 1961.” c. kiadvány 4. és 10. táblázataiból kerültek összeállításra.

3. táblázat<sup>6</sup>

Az átlagos áruszállítási távolság alakulása néhány európai ország vasúti közlekedésében (km-ben)

Országok	Évek		
	1954	1959	1960
Anglia .....	117	114	113
Ausztria .....	146	159	172
Bulgária .....	168	179	182
Csehszlovákia .....	192	220	225
Franciaország .....	246	251	251
Jugoszlávia .....	225	236	239
Lengyelország .....	217	233	232
Magyarország .....	125	140	143
Német Demokratikus Köz- társaság .....	121	138	138
Német Szövetségi Köztár- saság .....	178	177	176
Olaszország .....	276	286	276
Románia .....	240	242	243
Svájc .....	128	137	127
Szovjetunió .....	770	810	798

egységek által elfoglalt kocsiraksúlyt, térfogatot, szállítási kapacitást, pedig mindez különböző munkaráfördításokat idéz elő az adott áruk egységeinek fuvarozásánál. Ugyanakkor a távolsági tényező, a km összetevő, általában egyértelmű munkaráfördítást jelent.

A fentiekből következik, hogy az összetevők jelentősége az árutonnakm mérőszámában nem azonos.

A távolság és a súlytényező közötti arány figyelembevétele tehát az olyan mértékegységben, mint a tonnakm, igen fontos. Így pl. az 1 millió tonnakm teljesítményre jutó munkaráfördítés nagysága 1000 tonna áru 1000 km távolságra való fuvarozásánál — vagyis amikor a súly és távolsági összetevők aránya megegyezik — nem egyenlő azzal a munkaráfördítéssel, amely akkor merül fel, amikor ez az arány eltérő, azaz pl. 10 000 tonna áru 100 km-re, vagy 100 tonna áru 10 000 km-re történő fuvarozásánál.

Az eltérést az előkészítő és befejező áruműveletekhez — kocsibeállítás, szerelvénybesorolás, valamint a kisorolás és kirakásra való beállítás stb. — szükséges munkaráfördítések (c) különbözősége okozza. E munkaráfördítések nagyságát a szállításra kerülő áru mennyisége, összetétele, fuvarviszonylata befolyásolja. Az átlagos szállítási távolság növekedésével az említett „c” munkaráfördítések kisebb mértékben terhelik a vizsgált árutonnakm teljesítményt.

Vizsgáljuk meg részletesen a fenti három változatra az összes munkaráfördítések alakulását:

Az első esetben, ha: 1000 tonna áru 1000 km távolságra kerül fuvarozásra; a felmerülő munkaráfördítések a következők:

Az előkészítő és befejező áruműveletek végzésénél minden egyes mozdított tonnánál „c” munkaráfördítés, összesen tehát 1000 c munkaráfördítés merül fel.

Az árutovábbításnál a szállítási távolság minden kilométernél „z” munkaráfördítés merül fel a továbbított árumennyiség minden egyes tonnájára, vagyis  $1000 \times 1000 z = 1\,000\,000 z$  az árutovábbításnál.

Az összes munkaráfördítés tehát  $1000 c + 1\,000\,000 z$ .

A második esetben, ha: 10 000 tonna áru kerül fuvarozásra 100 km távolságra, a felmerülő összes munkaráfördítés:  $10\,000 c + 1\,000\,000 z$ .

Végül a harmadik esetben, ha: 100 tonna áru 10 000 km távolságra kerül fuvarozásra, a felmerülő összes munkaráfördítés:  $100 c + 1\,000\,000 z$ .

A három összeget egymás mellé állítva:

I. ....	$1\,000 c + 1\,000\,000 z$
II. ....	$10\,000 c + 1\,000\,000 z$
III. ....	$100 c + 1\,000\,000 z$

kitűnik, hogy az árumozdításnál felmerülő munkaráfördítések erősen eltérőek, annak ellenére, hogy a tonnakm-ben kifejezett teljesítmény mindhárom esetben megegyező.

A fenti példából világosan kitűnik, hogy az 1 millió tonnakm teljesítménynél felmerülő össz-munkaráfördítés a kisebb szállítási távolságok esetén nagyobb.

Az összehasonlíthatóság megteremtése érdekében ezt a többlet munkaráfördítést kell a mutatóban kifejezni. E tényezőt, amelyet árumozdítási tényezőnek (F) nevezhetünk, egy feltételezett egység teljesítmény, az 1000 árutonnakm teljesítmény átlagos szállítási távolsággal való osztása útján határozhatjuk meg:

$$F = \frac{1000}{L}$$

ahol L = átlagos szállítási távolság (km).

Tekintsük példánkban mérvadónak azt az esetet, amikor az 1000 árutonnakm teljesítménynél az átlagos szállítási távolság egyenlő 1000 km-rel (első eset) és az itt felmerülő árumozdítási tényező értéke 1.

Az európai országok vasutain az átlagos szállítási távolságok 100 km és 1000 km határértékek között mozognak.

Az árumozdítási tényező értékét, bármely vasútra, a feltételezett egység teljesítménynek (1000 árutonnakm teljesítménynek) az illető vasút átlagos szállítási távolságával való osztása útján állapíthatjuk meg.

Ha tehát 1000 km-es átlagos szállítási távolság mellett az árumozdítási tényező értéke:  $F = 1$ ; akkor

800 km-en 1,250 vagy más formában  $1,0 + 0,250$   
 500 km-en 2,000 vagy más formában  $1,0 + 1,000$   
 300 km-en 3,333 vagy más formában  $1,0 + 2,333$   
 200 km-en 5,000 vagy más formában  $1,0 + 4,000$   
 100 km-en 10,000 vagy más formában  $1,0 + 9,000$

A kapott árumozdítási tényező értékét azonban közvetlenül nem tudjuk felhasználni a munkatermelékenység számításánál figyelembe vett árutonnakm módosítására, mivel az előkészítő és befejező áruműveletekkel kapcsolatos munkaráför-

<sup>6</sup> Az adatok a „Bulletin annuel de statistiques de transports européens, Nations Unies 1961.”, 10. táblázata alapján kerültek összeállításra

dítás az árutovábbítás teljes munkaráfördítésainak csak egy részét képezi.

Említettük, hogy az áruszállításnál felmerülő összes munkaráfördítés:

$$y = c + z$$

ahol  $c$  = az adott átlagos áruszállítási távolság mellett az előkészítő és befejező áruműveletek munkaráfördítései,

$z$  = ugyanazon átlagos szállítási távolság mellett az árutovábbítás munkaráfördítései.

A továbbiakban minket csak a „ $c$ ” munkaráfördítés arányának meghatározása érdekel.

Az előkészítő, illetve befejező áruműveletek tényleges munkaráfördítéseinak az áruszállításnál felmerülő összes munkaráfördítésben való részesedési arányát közvetlenül meghatározni meglehetősen bonyolult feladat volna, ezért azt közvetett úton, az önköltségen keresztül javasoljuk elvégezni. Ez a módszer annál is inkább elfogadható, mivel közismert, hogy az előkészítő és befejező áruműveleteket nagy munkaigényesség jellemzi.

Abban az esetben tehát, ha az áruszállítás önköltségében az előkészítő és befejező áruműveletekre eső költségek %-os arányát „ $\alpha$ ”-val, az árutovábbítási műveletekre eső költségeket pedig „ $\beta$ ”-val jelöljük, az árumozdítási tényezőt az adott vasút átlagos áruszállítási távolsága mellett adódó „ $\alpha$ ” konkrét értékével kell módosítani.

A szovjet vasutakon kb. 800 km-es átlagos áruszállítási távolság mellett az előkészítő és befejező áruműveletek ráfordításainak aránya: „ $\alpha$ ” az összes ráfordításokban mintegy 15%.<sup>7</sup>

A magyar vasutakon e részesedési arány — a közel 150 km-es átlagos áruszállítási távolság mellett — „ $\alpha$ ” = kb. 25%, amely közel áll az európai vasutakon átlagosan kialakult értékhez.

Az „ $\alpha$ ” konkrét értékeinek figyelembevételével lehet tehát az árumozdítási tényezőből a munkaigényesség fokát helyesbítő viszonzyszámot képezni, bármely vasút adott átlagos áruszállítási távolságára. E viszonzyszám képzésére az árumozdítási tényező értékét az előzőekben kétféle formában írtuk fel, — a kifejezés második tagját, az egységen felüli részt szorozzuk meg az „ $\alpha$ ” értékével.

Abban az esetben, ha az „ $\alpha$ ” értékét, az előző megfontolások alapján, 25%-nak vesszük, az alábbiak szerint módosul az árumozdítási tényező értéke:

1000 km-re	1,000	ami egyenlő	1,00000
800 km-re	1,0 + 0,06250	„	1,06250
500 km-re	1,0 + 0,25000	„	1,25000
300 km-re	1,0 + 0,58325	„	1,58325
200 km-re	1,0 + 1,00000	„	2,00000
100 km-re	1,0 + 2,25000	„	3,25000

Az így módosított tényezőt a fajlagos árumozdítás munkaigényességi fokát kifejező tényezőnek nevezhetjük és „ $f$ ”-el jelöljük.

<sup>7</sup> E. V. Michalcev: A vasúti szállítások önköltsége, Moszkva, 1957.

A fajlagos árumozdítás munkaigényességi fokát kifejező tényező valamennyi átlagos szállítási távolsági értékre könnyen meghatározható az „ $F$ ” árumozdítási tényező megfelelő módosítása útján.

Az előzőekből ismeretes, hogy:

$$F = \frac{1000}{L};$$

ezt a kifejezést két részre bontottuk fel, az alábbiak szerint:

$$F = 1 + \left( \frac{1000}{L} - 1 \right)$$

és a második tagot módosítottuk az áruszállításban az előkészítő és befejező áruműveletek %-os részesedésének arányát kifejező „ $\alpha$ ” konkrét értékével, így fajlagos értéket kaptunk, amelyet a következő képlet szemléltet:

$$f = 1 + \left( \frac{1000}{L} - 1 \right) \alpha;$$

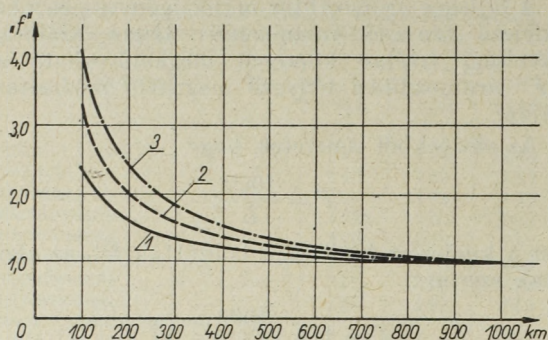
Az „ $f$ ” tényező áruszállítási teljesítmények értékének módosítására történő figyelembevétele bizonyos analógiát mutat az árudíjzabás díjtételei szállítási távolságok függvényében történő megállapításával.

Az árudíjzabás díjtételeiben az előkészítő és a befejező áruműveletekkel kapcsolatos ráfordítások figyelembevétele kétféleképpen történik: vagy a szállítási távolsági övezelektől függően differenciált díjtételek megállapítása útján (magyar, szovjet stb. vasutak), vagy meghatározott díj megállapításával az áru feladásra és kiváltásra (csehszlovák, lengyel stb. vasutak) és külön díjjal a továbbításért (a forgalmi műveletekre). Mindkét esetben az 1 tonnákra megállapított teljes díjtétel — a szállítási távolság növekedésével — állandóan csökken és a díjtételek változásának görbéje hiperbola alakot ölt.

A különböző átlagos szállítási távolságra figyelembe veendő, a fajlagos árumozdítási munkaigényességet kifejező „ $f$ ” tényező értékeinek változásait is hiperbolikus görbén lehet ábrázolni, amelyet az előzőekben számszerűen is feltüntetett 25%-os közép értékre, valamint a különösen nagy szállítási távolságoknál adódó 15%-os és a viszonylag kis átlagos szállítási távolságoknál adódó 35%-os értékekre az 1. ábra szemléltet.

A vasúti közlekedés dolgozóinak munkatermelékenységét jelző mutató nemzetközi összehasonlíthatósága érdekében az előzőek szerint a képzett tonnák teljesítmény mindkét összetevőjét módosítottuk.

Az utaskm teljesítményt a „ $k$ ” helyesbítő tényezővel (az utaskm és árutonnák önköltsége közötti viszonzyszám), az árutonnák teljesítményt a fajlagos árumozdítási munkaigényesség fokát kifejező „ $f$ ” tényezővel (az átlagos áruszállítási távolságokban lévő különbséget korrigáló tényező), s ezzel új képzett tonnák teljesítményi mutatót alakítottunk ki, amelyet nemzetközi egység-tonnák-nak lehetne nevezni.



1. ábra. A fajlagos árumozdítás nehézségi fokát kifejező „f” tényező értékeinek grafikonja, az átlagos szállítási távolság függvényében (különböző „a” értékek mellett). (1 = az „f” alakulása az „a” 15%-os értéke mellett; 2 = az „f” alakulása az „a” 25%-os értéke mellett; 3 = a „f” alakulása az „a” 35%-os értéke mellett)

A nemzetközi-egység tonnadm teljesítmény meghatározása a következő képlet alapján történik:

$$T_{\text{nemzetközi}} = U \cdot \left( \frac{C_{sz}}{C_a} \right) + \dot{A} \cdot \left( 1 + \frac{1000}{L} - 1 \right) \alpha;$$

$$\text{ahol } \frac{C_{sz}}{C_a} = k,$$

illetve

$$1 + \left( \frac{1000}{L} - 1 \right) \alpha = f,$$

így a képlet az alábbi egyszerű alakban írható fel:

$$T_{\text{nemzetközi}} = U \cdot k + \dot{A} \cdot f$$

ahol  $U$  = utaskm,

$\dot{A}$  = díjszabási árutonnadm.

Abban az esetben, ha a vasutak szállítási teljesítményét nemzetközi egységtonnadm-ben fejezzük ki a munkatermelékenység meghatározására szolgáló képletben, akkor a különböző országok vasutai munkatermelékenységi színvonalának reális értékelésére is összehasonlítható értékeket kapunk. Az utóbbi meghatározása a következő képlet szerint történhet:

$$S_{\text{nemzetközi}} = \frac{U \cdot k \cdot \dot{A} + \dot{f}}{D_{\dot{u}}}$$

ahol  $D_{\dot{u}}$  = a vasúti üzemeltetésben átlagosan foglalkoztatott dolgozók száma.

A bevezetésre javasolt nemzetközi egység-tonnadm teljesítményi mutató felhasználásával vizsgáljuk meg néhány országra (Csehszlovákia, Magyarország és a Szovjetunió) a teljesítmények alakulását.

Az utaskm és árutonnadm teljesítmények az ENSZ statisztikából ismertek, az átszámítási tényezők: „k” és „f” esetünkben könnyen meghatározhatók.

A vasúti személy- és áruszállítás önköltségi arányát kifejező „k” tényező értékei 1960-ban a következők voltak:

Csehszlovákia.....	1,120
Magyarország.....	0,616
Szovjetunió.....	2,050

Az átlagos áruszállítási távolság ismeretes:

Csehszlovákia....	225 km
Magyarország....	143 km
Szovjetunió....	798 km

Az árumozdítási tényező „F” értékét a feltételezett egységteljesítmény, 1000 árutonnadm átlagos szállítási távolsággal való osztása útján kapjuk meg; értékei a következők:

Csehszlovákia..	1000 : 225 = 4,444
Magyarország..	1000 : 143 = 6,993
Szovjetunió..	1000 : 798 = 1,253

Az „f”, a fajlagos árumozdítás munkaiigényességi fokát kifejező tényező kiszámításához az árumozdítási tényező értékét két részre bontjuk, az egységre és az azon felüli részre. Ez után a kifejezés második tagját a megfelelő „a” értékkel szorozzuk, majd azt az egységhez, az első taghoz hozzáadjuk. A keresett „f” tényezők kiszámítása a következőkben a fentiek szerint történik:

Csehszlovákia	4,444 ; 1,0 + (3,444 × 0,25) = 1,0 + 0,861 ;
Magyarország	6,993 ; 1,0 + (5,993 × 0,25) = 1,0 + 1,498
Szovjetunió	1,253 ; 1,0 + (0,253 × 0,15) = 1,0 + 0,038.

Az „f” tényező értékei tehát a következők:

Csehszlovákia..	1,0 + 0,861 = 1,861
Magyarország..	1,0 + 1,498 = 2,498
Szovjetunió..	1,0 + 0,063 = 1,038

Az adott vasutakra a képzett tonnadm és a nemzetközi egységtonnadm teljesítmények értékeit 1960-ra a 4. és 5. táblázatok szemléltetik.

4. táblázat

A vasutak 1960. évi képzett tonnadm teljesítményeinek alakulása néhány országban

Országok	Utaskm (millió)	Árutonnadm (millió)	Képzett tonnadm (millió)
Csehszlovákia	19 335	43 904	63 239
Magyarország	10 874	13 311	24 185
Szovjetunió	170 759	1 504 251	1 675 010

5. táblázat

A vasutak 1960. évi nemzetközi egység-tonnadm teljesítményeinek alakulása néhány országban

Országok	A „k” tényezővel figyelembe vett utaskm (millió)	Az „f” tényezővel figyelembe vett árutonnadm (millió)	nemzetközi egység-tonnadm (millió)
Csehszlovákia	21 655	81 705	103 360
Magyarország	6 698	33 251	39 949
Szovjetunió	350 056	1 561 416	1 911 472

A 4. és 5. táblázatból látható, hogy a „k” és az „f” tényezők figyelembevételével kapott új termékegység — a nemzetközi egység-tonnadm a kép-

zett tonnadm teljesítményi értékektől a következő mértékben tér el:

Csehszlovákia.....	164%
Magyarország.....	165%
Szovjetunió.....	114%

Hasonló mérvű lesz az eltérés az egyes országokban számított munkatermelékenységi értékeknél is, ha megállapításánál a nemzetközi egységtonnadm teljesítményt vesszük figyelembe, melyet a vizsgált 1960 évre a csehszlovák, magyar és a szovjet vasutakra a következő adatok szemléltetnek:

#### Munkatermelékenység mértéke

	Egy dolgozó teljesítménye ezer képzett ezer nemzetközi tonnadm- ben	egység egység tonnadm-ben
Csehszlovákia.....	325,0	533,0
Magyarország.....	202,5	334,1
Szovjetunió.....	833,0	950,0

A fenti munkatermelékenységi értékek összehasonlítása jól szemlélteti a forgalom-összetétel, valamint az átlagos áruszállítási távolságok kihatásait. A „k” és „f” korrekciós tényezők figyelem-

bevételével a szovjet és magyar vasutak munkatermelékenységi szintje közötti eltérés 1960-ban 411%-ról 284%-ra csökken, ugyanakkor a csehszlovák és magyar vasutak munkatermelékenységi szintje közötti eltérés alig változik (160%, illetve 159%), amelyet a figyelembe vett két tényező ellenkező előjelű kihatásai okoznak.

A vasúti közlekedésben a munkatermelékenység mérésére ajánlott módszer gyakorlatban történő felhasználása ily módon reálisabb értékelési alapot teremt a munkatermelékenységi színvonal nemzetközi összehasonlítására.

#### IRODALOM

- Sz. K. Danilov: Közlekedésgazdaságtan, Moszkva, 1957.  
 E. V. Michalcev: A vasúti szállítások önköltsége, Moszkva, 1957.  
 Girard Jean Michel: La Productivité du Travail dans les chemins de fer Études et mesures de productivité, Párizs 1954.  
 Rehbein, G. — Wagener H.: A közlekedésgazdaságtan alapvető kérdései, Bp. 1962.  
 Dr. Wagener, H.: A munkatermelékenység kérdése a német birodalmi vasutaknál, Közlekedéstudományi Szemle, 1960. évi 7. sz.  
 Dr. Kánya Ernő: A munkatermelékenység kérdése a vasutaknál, Közlekedéstudományi Szemle, 1957. évi 2. sz.  
 Bulletin Annuel de Statistiques de transportes européens, Statisztikai Évkönyvek.

## Könyvszemle

### **Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet: Autóközlekedési kutatások, 1962.**

Bp. 1963. Közlekedési Dokumentációs Vállalat, 203. old.

Az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet legutolsó évkönyve 1962-ben jelent meg és az 1961. évi kutatások eredményeit foglalta össze. A most új formában, nagyobb terjedelemben megjelent 1962. évi évkönyv 30 téma rövidebb összefoglaló cikkei közli, a következők szerint:

- Dr. Lévai Zoltán: Az ATUKI 1962. évi tudományos konferenciája.  
 Temesi József: A távlati területi tervezés és a gépjárműközlekedés fejlesztésének összefüggései.  
 Dr. Haris Béla: Az országos közúti-vasúti fuvarozási rendszer kialakítása.  
 Gera György: Korszerű szállítástervezési módszerek.  
 Gera György: A központosított távolsági teherautófuvarozás.  
 Dr. Papp Endre: A korszerű fuvarozási formák fejlesztésének fuvarjogi, illetve fuvarozásszabályozási vonatkozásai.  
 Dr. Papp Endre: Az autóközlekedés fuvarjogi problémái.  
 Dr. Hunkár Dénes: A gépjárművek gazdaságilag optimális élettartamának meghatározása.  
 Dr. Hunkár Dénes: Nemzetközi teherautófuvarozásunk fejlesztésének népgazdasági jelentősége.  
 Dr. Hunkár Dénes: A városi autóbussz közlekedés forgalomszervezésének néhány kérdése.  
 Dr. Kovács László: A munkaszervezés és munkagazdaságtan egyes kérdései a gépjármű-szállításokban.  
 Dr. Kovács László: A fuvarozási folyamat előkészítő és befejező mozzanatai.  
 Radóczy Tamás: A szállítótartályok alkalmazásának feltételei a közlekedésben.

- Hegedüs Agoston: A perselyes és kalauz nélküli autóbusszjáratok fejlesztése.  
 Dr. Lévai Zoltán: Az útegyenetlenségek hatása a gépjármű üzemére.  
 Moharos Kálmán: Az útburkolat érdességének vizsgálatára irányuló kutatások helyzete.  
 Moharos Kálmán: Útburkolat-érdességmérő készülék.  
 Sidó Ferenc: Fékvizsgálatok.  
 Sidó Ferenc: Hazai pótkocsi légfékek vizsgálata.  
 Sidó Ferenc: A főfékszelep karakterisztikájának hatása a gépkocsi fékezésére.  
 Kólya Tibor: Autóbusszok utasterének zajosságvizsgálata beszédérthetőség alapján.  
 Rác Lajos: Gépjárművek menetközbeni vizsgálata korszerű mérési eljárásokkal.  
 Gulyás László: Gázolajszűrők nagyüzemi kísérletének eredményei.  
 Annár János: Ragasztott fékbetétek alkalmazásának vizsgálata közepes teherbírású gépkocsikon.  
 Kolimár György—Györi József: A szulfocementonitridálási eljárás műszaki és gazdasági hatékonysága.  
 Györi József—Örkényi József: Autóalkatrészek termokémiai kezelése diffúziós krómozással.  
 Wolf Mihály: Autóalkatrészek felújítása fedettívű feltöltő hegesztéssel.  
 Wolf Mihály: A rezgőelektródos feltöltőhegesztési eljárás üzemzerű bevezetése.  
 Cseh Sándor: Ólomalapú csapágyfémek bevezetése az autójavitóiparban.  
 Cseh Sándor: Üzemi tapasztalatok porkohászati eljárással felújított ólombronz csapágyakkal.  
 A széles szakmai területet felölelő dolgozatokon felül a kötet közli az Intézet munkatársainak 1962. évi szakirodalmi munkáiról, valamint az Intézet korábbi kiadványairól összeállított jegyzékeket is.  
 A kiadványt dr. Lévai Zoltán szerkesztette.

## Az útburkolatok érdességének mérésére irányuló kutatások a gépjárműközlekedésben

MOHAROS KÁLMÁN

A gépjárművek számának nagyarányú növekedése hazánkban fokozottan előtérbe helyezte azoknak az intézkedéseknek és rendszabályoknak kidolgozását, amelyek a biztonságos közúti közlekedés feltételeinek megteremtésére irányulnak. Jelentős előrehaladást mutat ezen a téren az 1963-ban érvénybe lépett új KRESZ, a biztonságos közlekedés műszaki, forgalmi és jogi követelményeit rendszerező és rögzítő dokumentum megjelenése.

Korábban keveset foglalkoztak hazánkban a *gépkocsi és az út kölcsönhatásával* összefüggő — a közlekedés biztonságát veszélyeztető — tényezők befolyásával. A közúti balesetek növekedése azonban arra készítette a közlekedési szakembereket, hogy nagy figyelmet fordítsanak a gépjárműforgalom biztonságának fokozását célzó sokriányú tevékenység összehangolására. Ilyen körülmények között került előtérbe az *útburkolatok csúszósságának* vizsgálatára irányuló kutatómunka.

A közúti közlekedés biztonságát befolyásoló tényezők közül az *útfelület és a gumibroncs* együttműködésének a legközvetlenebb és legaktívabb a szerepe. A gépjárművek közlekedésbiztonsága nagymértékben függ a gumibroncsoktól, azoknak a gépjárműveken tanúsított viselkedésétől és a gumibroncsnak az útfelülettel kialakuló megfelelő erőkapcsolatától. Ezt az erőkapcsolatot — a gumibroncsok tapadóképességét az úthoz — és annak mérési módszereit különböző gumibroncsgyárak, útügyi szervek, főiskolák és egyetemek hatalmas apparátussal és költségáfordítással

kutatják. Tekintettel a gépjármű gumibroncsok csúszásának komplex természetére, az utak csúszósságával foglalkozó intézmények és azok kutatói a legkülönbébb kivitelű és egymástól nagy mértékben különböző jellemzőkkel rendelkező *mérőkészülékeket* szerkesztettek és alakítottak ki. A kutatók célja közös volt abban, hogy ezeknek a készülékeknek a felhasználásával olyan eredményeket kapjanak, amelyek megbízható módon összehasonlíthatók a ténylegesen forgalomban levő gépjárművek által mért csúszásellenállási értékekkel.

Az útburkolatok és a gépjárműgumibroncs között kialakuló erőkapcsolat mérésére kidolgozott mérőkészülékek általában *két fő csoportra* oszthatók:

I. Gépjárművek által *vontatott* mérőkészülékek.

II. *Helyhez kötött* készülékek.

### I. A GÉPJÁRMŰVEK ÁLTAL VONTATOTT KÉSZÜLÉKEK CSOPORTJA

Ebben a csoportban a készülékek *két fajtája* ismeretes:

1. *Hosszanti* — menetirányban fellépő — súrlódást mérő készülékek.

2. *Harántirányú* súrlódást mérő készülékek.

#### 1. Hosszanti súrlódást mérő készülékek

A gumibroncs és az útfelület között kialakuló súrlódási erő közvetlen mérésére alkalmas berendezések egy, ritkábban két mérőkerékből állanak. A készülékeket általában utánfutó rendszerben szerelik, gumibronccsal

felszerelt, fékezhető kerekkel [1].

Ebbe a csoportba sorolhatók azok a készülékek, amelyek egy kerékkel vagy kerekkel mérik a súrlódási tényezőt. A méréseket előre meghatározott lépcsőkben, állandó sebességgel végzik és a súrlódási tényezőt a vonóerőből és a gumibroncs felfekvő felületére ható merőleges nyomóerőből fejezik ki.

*Németországban* a háború előtt három ilyen súrlódásmérő utánfutó volt ismeretes: a stuttgarti, a darmstadti első és második kialakítású mérőkészülék. A háború után, 1947-ben került előtérbe egy *csúszósúrlódásmérő* megtervezésének és megépítésének feladata. A Stuttgarti Technikai Főiskola Gépjárműközlekedési Intézetének vezetője, dr. Riekert professzor kapott megbízást a mérőberendezés megtervezésére. A rákövetkező években az új stuttgarti csúszósúrlódásmérő készüléket megépítették és kipróbálták. Ez a készülék a fékezési erő mérési a csúszva vontatott kerékkel [2].

Az így kapott csúszósúrlódási együttthatót használják az útérdesség jelzőszámaként, mivel ez a legveszélyesebb fékezési eseteknél előforduló minimális erőkapcsolat értékére nézve ad felvilágosítást.

Ismeretes egy olyan készülék-típus, amelynek kerekén egyidejűleg *csúszás és gördülés* lép fel. Ennek a készüléknek a mérőkerékét leterhelt nagyobb ármérőjű két másik kerékhez kardántengely, vagy változtatható áttételt biztosító fogaskerék rendszerrel hozzákapsolják [1].

Amikor az utánfutót vontatják, a mérőkerék meghatározott arányú csúszást végez az úton. A csúszás a mérőkerék kerületi sebessége és a menetsebesség között fennálló különbségből adódik.

A csúszás és gördülés közötti arány a készüléktípusra jellemző. Ilyen elvek szerint működő készülékeket használnak pl. Svédországban, Franciaországban és Hollandiában.

Ismert eljárás, amelynél a kerek befékezése után mérik a jármű lassulását. Általában személygépkocsiban felszerelt műszerrel történik a mérés, a négy kerék csúszása után. Ennél a mérési módszernél elengedhetetlen követelmény, hogy a lassulást regisztráló műszer érzéketlen legyen a fékezés alatt bekövetkező bólintásra. Ez a jelenség — különösen személygépköcsi esetén — jelentős mértékben meghamisíthatja a mérést. Ezt a mérési eljárást használják Angliában, de főleg az USA néhány államában.

Ismeretes olyan mérési eljárás is, amikor a jármű négy kerekének megcsúszása után mérik a megállásig megtett utat és a

$$\mu = \frac{v^2}{2gs}$$

összefüggés alapján határozzák meg a csúszósúrlódási tényezőt.

Jelölések :

- $\mu$  = a csúszósúrlódási tényező
- $v$  = a sebesség a fékezés kezdetekor (m/sec)
- $g$  = a gravitáció (m/mp<sup>2</sup>)
- $s$  = a fékezés alatt megtett út (m)

Ennél a módszernél a közvetve mért súrlódási tényező átlagos érték, mert a jármű fékezésének kezdetétől a sebesség fokozatosan csökken, a teljes megállásig. Ezt a módszert Európában — néhány esetet kivéve — gyakorlatilag nem használják.

Főleg az USA-ban használatos az a módszer, amikor egy személy-

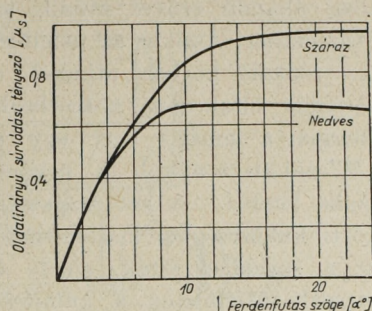
gépkocsit vontatnak és annak két kerekét periodikusan befékezik. A vonóerőt dinamó méterrel mérik és ebből határozzák meg a súrlódóerőt.

Ennél a csoportnál említjük meg a Peiseler-féle kézi mérőhengert. A készülék mérőhengere 12 cm átmérőjű, profil nélküli gumival felszerelt, 2 kg súlyal terhelte. A mérőkészüléket egy rúd segítségével lassan végighúzzák az útfelületen. A mérőhenger egy rugó ellenében gördül, ami a gördülés alatt felhúzódik. Egy bizonyos — az út minőségétől függő — fordulat után a rugó egyensúlyt tart a henger kerületére ható súrlódóerővel, amely ez után már csúszik az úton. Az a szögeltérés, amelyet a henger indulásától kezdve leír, jellemző lesz a gumiabroncs és az útfelület között kialakult erőkapcsolatra. A szerkezettel együtt forgó tárcsára helyezik el a diagrapapírt, amelyre egy írószerkezet regisztrálja a mért értékeket [3].

A mérőkészüléket használták a délbádeni méréseknél, azonban bebizonyosodott, hogy gyakorlati mérésekre nem alkalmas.

## 2. Harántirányú súrlódást mérő készülékek

Ebbe a csoportba tartozó valamennyi mérőkészülék ugyanazon az elven alapszik, még ha szerkezeti kivitel tekintetében különböznek is egymástól. Az egy, vagy két mérőkerékű utánfutót vontatják, vagy gépkocsiba ötödik kerék gyanánt beépítik. A mérőkerék a jármű haladási irányával bizonyos szöveget zár be oly módon, hogy a kerék forgási síkja gyakorlatilag merőleges az út felületére. A mérőkerék szabadon forog a tengelye körül, de mivel a haladási irányra bizonyos szöggel elfordítják, a forgási síkra merőleges súrlódási erőhatás jön létre. Az oldalirányú súrlódási együtthatót ebből az erőből határozzák



1. ábra. Az oldalirányú súrlódási tényező változása a mérőkerék ferdénfutási szögének függvényében

meg. Az oldalero nagysága attól a szögtől függ, amelyre a kerék futását beállították, továbbá az útburkolat fajtájától és felületi minőségétől. Az oldalero legnagyobb értékét 10°—20° között éri el és a ferdén futási szög további növelésével nem változik.

Az 1. ábra az oldalirányú súrlódási együttható változását mutatja a ferdénfutási szög függvényében. A diagramot aszfaltbeton úton vették fel [4].

A harántirányú súrlódást mérő készülékek mérési eredményei a külföldi gyakorlati tapasztalatok alapján jól használható értékeket adtak az útburkolatok érdességére vonatkozólag.

## II. HELYHEZKÖTÖTT KÉSZÜLÉKEK CSOPORTJA

Az álló helyzetben működő mérőkészülékek egyik típusa a Charpy-elven működő inga, amelynél mérőtest gyanánt egy gumitomb szolgál. Laboratóriumi vizsgálatoknál az inga pályájának legmélyebb pontjánál helyezik el az útburkolat mintadarabokat, útméréseknél pedig közvetlenül az úttestre állítják a készüléket.

A műszer mozgó karját a talajszint felett állandó „H” magasságból indítják és így a vizsgálandó útfelületet mindig ugyanazzal a kinetikai energiával éri. Előre meghatározott értékre előfeszített tekeresrugó biztosítja, hogy a mozgó gumitest gyakorla-

tilag állandó erővel ütődik az útfelülethez. Amikor az útfelületen csúszás közben áthalad, a súrlódás által nem abszorbeált energia a mozgó kart egy a „ $H$ ”-nál alacsonyabb „ $h$ ” magasságba lendíti. A két magasság közti különbségből kiszámítható az a súrlódási érték, amely a vizsgált útfelületen a gumitest csúszása közben keletkezett. Az ezen elven működő készülékek két típusa ismeretes:

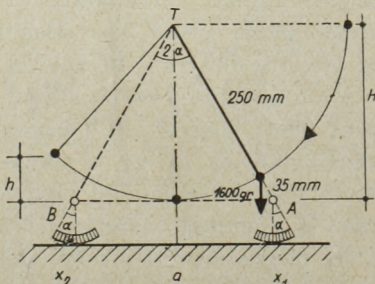
A Leroux-féle ingás szerkezet, amelyben a súrlódó elem egy gumiszalag,

— az Angol Útügyi Kutató Laboratórium ingás készüléke, amelyben a súrlódó elem egy derékszögű paralelepipedon. A mérőtestet úgy erősítik az inga lengőkarjára, hogy annak egyik éle kerül érintkezésbe a vizsgálandó útfelülettel.

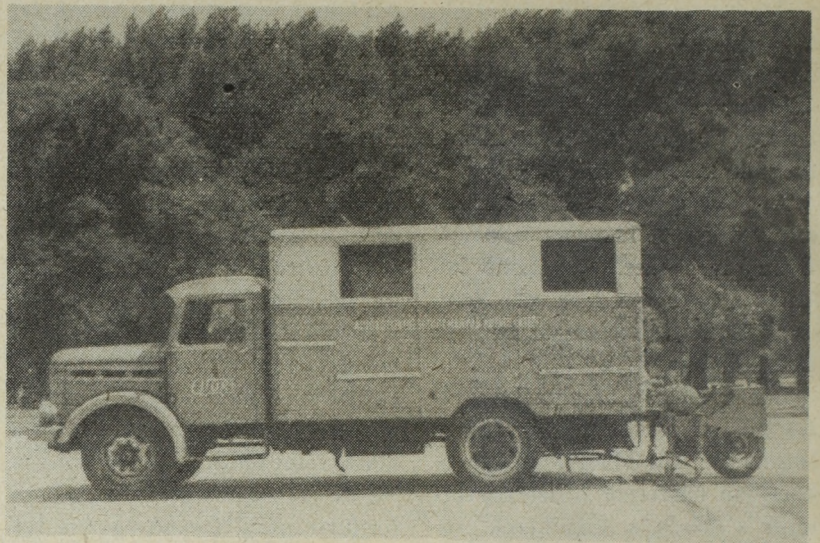
A 2. ábra az ingás készülékek elvi elrendezését szemlélteti [5].

Az egyes jelek és betűk jelentése a következő.

- a mozgó tömeg súlypontja,
- $T$  tengely
- $H$  esésmagasság,
- $h$  az inga emelkedési magassága a csúszásfolyamat után,
- $A$  és  $B$  a csúszási úthossz beállításához szükséges jelek,
- $X_1$  és  $X_2$  a kitérés szélső pontjai a vizsgált felületen,
- $2$  beállítási szög
- $a$  csúszási távolság.



2. ábra. A Leroux-féle ingás készülék elvi vázlatja



3. ábra. Az ATUKI útburkolat érdességmérő készüléke üzemi állapotban

A helyhez kötött vizsgálókészülékek másik típusa a madridi Közlekedési Laboratóriumban használt berendezés. Ennél a mérőműszernél egy gumiabronccsal felszerelt kereket beépítenek egy vázszerkezetbe, amelyet a vizsgálandó útfelület fölé helyeznek. A kereket először a talaj fölött villanymotorral, előre meghatározott kerületi sebességre felpörgetik. Ezután a kereket saját súlyánál fogva ráhelyezik az útfelületre és a lassulás mértékéből számítják ki a súrlódási együttható értékét [6].

### III. ATUKI ÚTBURKOLAT ÉRDESSÉGMÉRŐ KÉSZÜLÉKE

Az irodalomból eddig ismert készülékek elvi és működésbeli sajátosságának értékelése alapján fogott hozzá az Autóközlekedési Tudományos Kutató Intézet (ATUKI) egy útburkolat érdességmérő készülék megtervezéséhez és kivitelezéséhez [7].

Az érdességmérő készüléket a 3. ábra és lapunk címképe szemlélteti.

Az előzetes irodalom-tanulmányozás után azonban le lehetett vonni azt a következtetést, hogy az útfelületek csúszásellenállásának meghatározása nem egyszerű

feladat. Erre mutat a csúszósságmérő készülékek sokfélesége is. A konstruktőrök, a probléma komplex természeténél fogva, más-más tényezőt ítéltek meghatározó fontosságúnak a készülékek kialakításánál, ennél fogva a csúszósságmérő készülékek között sok a különbség a működési elvet illetően és a szerkezeti kialakítást tekintve egyaránt. Másrészt viszont éppen a mérésre használt készülékek jellemzőiből, a mérés végzésének sajátos viszonyaiból származnak azok a lényeges különbségek, amelyek a súrlódási koefficiens értékében tapasztalhatók. Ezt figyelembe véve tehát a szakirodalomban közölt mérési eredmények egyikét sem tekinthetjük abszolút jellegűnek, amiből következik, hogy a csúszó-súrlódási együtthatónak nem lehet tényleges jelentőséget tulajdonítani, ha nem jelölték meg, hogy milyen vizsgálókészülékkel és milyen viszonyok mellett mérték.

A mérőkészülék kialakításánál figyelembe vettük a szakirodalomból eddig ismeretes érdességmérő készülékek kiviteli és működési elveit, és felhasználtuk azokat a tapasztalatokat, amelyeket számos külföldi vizsgáló laboratóri-

um és kutató ezen a téren szerzett. Tekintetbe vettük továbbá azokat a szükségleteket is, amelyek az útfelület-hullámosságnak és az útegyenlőtlenségnek a gépkocsira gyakorolt hatására irányuló kutatás közben merültek fel, valamint a készüléket egyéb gépjárműdinamikai vizsgálatok modell-kísérleti eszközeként is figyelembe vettük. Emiatt a mérőkészüléken az eddig ismert megoldásoktól eltérő szerkezeti elemek találhatóak.

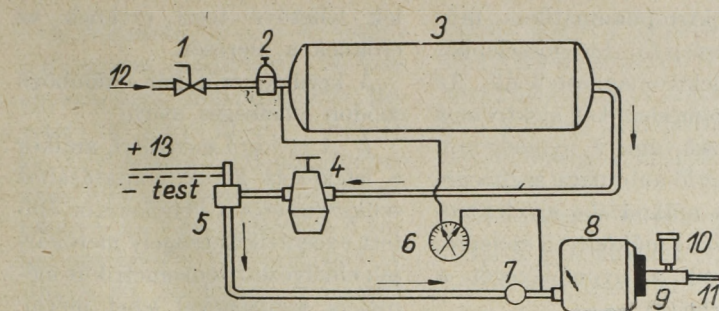
Az útburkolat érdességmérő készüléket egy idomacélból készült merev keretszerkezetre paralelogram-elrendezésben szereltük és így biztosítottuk, hogy egyrészt a készülék jól követhesse az útfelület egyenlőtlenségét, másrészt, hogy a mérőleges nyomóerő statikus értékét ne torzítsa el.

A szerkezet csavarkötéssel kapcsolódik a vontató gépkocsihoz. A merev keretre csapágyaztuk a kettős vonókeretet. A belső keretben foglal helyet egy excentrikusan kialakított mérőtengely, amelyre két db kúpgörgős csapággal felszereltük a lengőkart. A mérőkereket a lengőkarba beépített tengelyre ágyaztuk, kúpgörgős csapágyakkal.

A mérőkereket a kettős-keret csapágyazott tengelyének szögletesen kiképzett két végére erősített karokkal terhelik.

Ezekhez a karokhoz csatlakoznak egy-egy csavarrugón és lengécsillapítón keresztül a terhelést átadó súlytartó szekrények. A rugózott tömeg változtatható a súlytartó szekrény önsúlyától — kétszer 20 kg-os öntöttvas terhelősúlyokkal — 500 kg-ig. A csavarrugók cserélhetősége lehetőséget nyújt különböző rugóállandójú rugóelemek beépítésére.

Az irodalomból szerzett eddigi ismeretek alapján az útburkolatok érdességének vizsgálatát célszerű rugózatlan mérőberendezéssel végezni. A mérőberendezés ilyen



4. ábra. Az elektro-pneumatikus fékberendezés vázlatos elrendezése:

1. Elzárócsap, 2. Túlnyomásbiztosító-visszacsapó szelep, 3. Légtartály, 4. Nyomáscsökkentő szelep, 5. Elektro-pneumatikus szelep, 6. Kettős nyomásmérő, 7. Gyorsoldó-szelep, 8. Levegő munkahenger, 9. Hidraulikus főfékhenger, 10. Fékfolyadék kiegészítő tartály, 11. Fékcső, 12. A vonójármű kompresszorától, 13. Elektromos kábel a működtető kapcsolóhoz

állapota a rugók helyére beépített merev közdarab beiktatásával minden további nélkül előállítható.

A mérőkerek tengelyén kiképzett furaton keresztülvezetett hajtótengely biztosítja a lengőkarra épített fogaskerékszekrény fogaskerekeinek hajtását. A fogaskerék áttételek különféle úttal arányos jelek levételére teszik alkalmassá a szerkezetet.

A féktárcsát a mérőkerek tengelyére elforgathatóan csapágyaztuk. Ez a megoldás lehetővé teszi a fékezőerő közvetlen mérését.

A kettős vonókeret biztosítja, hogy a mérőkerek a haladás irányára  $20^\circ$ -os ferde állásba elfordítható, ugyanakkor lehetővé teszi azt is, hogy mindenkor a kerék forgási síkjába eső és arra mérőleges erőket közvetlen módon lehessen mérni.

A mérőkereket Volga személygépkocsi első kerekéből alakítottuk ki, felhasználva ehhez a szóbanlevő gépkocsi fékdobját az aggyal és keréktárcsával, valamint a féktartó lemezt fékhengerekkel, fékpofákkal és az összes működtető elemekkel. Az érdességmérő készülék mérőkerekének periodikus fékezését egy elektro-pneumatikus fékműködtető készülékkel kombinált hidraulikus fékberendezés biztosítja, amelyet az áramlási veszteségek lehető kis értéken tartása miatt, a kerék közvetlen közelében, a vonógépkocsihoz

kapcsolódó merev keretszerkezeten helyeztünk el.

Az elektro-pneumatikus fékműködtető berendezés feladata a mérőkereknek a vontató mérőkocsi műszerteréből történő fékezése, illetve az, hogy egy vezérlőszervezet közbeiktatásával biztosítsa a folyamatos automatikus fékműködtetést. A fékberendezés vázlatos elrendezését a 4. ábra szemlélteti.

A vontatást végző közúti mérőkocsi légsűrítőjéből nyomólevégőt vezetünk a fékberendezéshez, az 1-es jelű elzárócsapnál csatlakoztatva, hajlékony pótkocsikapcsoló vezeték közbeiktatásával.

Az átömlést a 2-es jelű visszacsapó-szelep biztosítja, amelynek szabályozásával el lehet érni, hogy a levegő átáramlása meghatározott nyomással kezdődhessék meg. Ehhez a szelephez kapcsolódik még egy túlnyomás-biztosító szelep.

A légtartályból (3) kilépő csővezeték a nyomáscsökkentő szelephez (4) vezet. Ez a szelep — amely fokozat nélküli állításra nyújt lehetőséget — biztosítja, hogy kisebb nyomásokat tudjon továbbítani a levegő-munkahengerbe, mint amilyen a légtartályban fennáll. A nyomáscsökkentő szelep segítségével a fékműködtetéshez kivezértelt nyomást nullától a tartálynyomásig lehet változtatni.

Az elektro-pneumatikus működtetőszep (5) levegőszepelből és egy elektromágnesből áll. Az elektromágneshez két elektromos kábel vezet, amely nyomógomb vagy vezérlő-automata segítségével hozza működésbe az elektro-pneumatikus működtető szelepet, és beengedi a nyomólevegőt a fékhengerbe (8).

A gyors-kioldószelep (7) feladata az, hogy a nyomólevegő munkahengerét (8) gyorsan légtelenítse, hogy ezáltal az egymást követő fékezések rövidebb idő alatt következhessek be, illetve a feloldási idő csökkentése révén az egy fékezéshez és oldáshoz szükséges összes idő csökkenjen.

A (6) kétmutató manométeren a fekete színű, a légtartályban uralkodó nyomást, a vörös pedig a fékező levegő nyomását mutatja. A fékező levegő nyomását (a nyomólevegő munkahengerébe továbbított nyomást) a nyomáscsökkentő szelep (4) megfelelő beállításával biztosítjuk. A beszállítást a fékszerkezet működtetése közben lehet elvégezni.

A nyomólevegő munkahengerhez kapcsolódik a hidraulikus főfékhenger (9), amelynek átmérője 1" és lökete 36 mm. A főfékhengeren helyeztük el a fékfolyadék tartályt és a fékcsövet (11), amely a mérőkerékhez csatlakozik. A hidraulikus rendszer légtelenítését a gépkocsiknál szokásos módszerrel végzik.

### 1. A készülékek működése

A tapadó és csúszósúrlódási tényező kísérleti meghatározásához szükséges — a kerékabroncon fellépő — *kerületi erőt* az állandó sebességgel vontatott mérőkerék sorozatos befékezése útján állítják elő. Mivel a tapadó és csúszósúrlódási együttható meghatározásánál a kerületi erő, illetve oldalero és az útfelületre merőleges nyomóerő közötti viszony mérése szükséges, a készü-

lék lehetővé teszi ezeknek az erőknek a mérését.

A kerületi erőt két különböző módon lehetséges mérni:

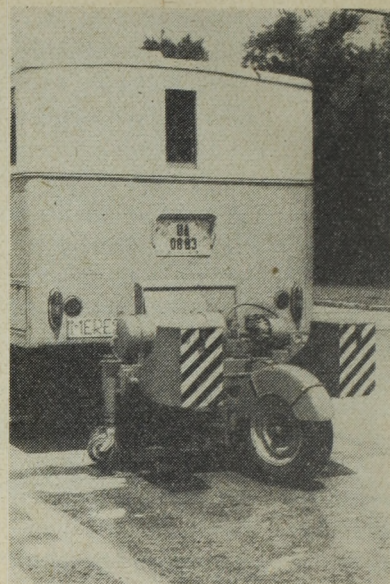
1. *A vonóerő mérésével*, amikor a lefékezett kerék vontatásához szükséges erőt a vonókeretbe épített excentrikus tengely mérőkarján elhelyezett tenzometrikus mérőelem segítségével lehet mérni.

2. *A fékezési erő mérésével*, amikor a kerékre ható kerületi erőnek a fékezésnél kifejtett reakcióerejét a lengőkarba forgathatóan beépített féktartó lemezen elhelyezett erőmérő kar segítségével mérjük. A féktartó lemez a mérőkerék tengelyre forgathatóan ágyazott. Ha a féket működtetjük, a mérőkerék forgását a fékdobon és fékpofákon keresztül át akarja vinni a féktartó lemezre. A féktartó lemez elfordulását azonban egy tenzometrikus mérőelem közbeiktatásával akadályozzuk meg, ami által a fékezési erő közvetlenül mérhető. A gumiabroncs és az útfelület érintkezésénél teljesen ható vízszintes erő ekkor egyenlő a gördülő ellenállási erő és a gördülősugárra vonatkoztatott fékezési reakcióerő összegével. Megcsúszott kerék esetén a gördülési ellenállás eltűnik és a kerületi erő közvetlen a fékezési erőből fog kiadódni.

Az *oldalirányú erők* mérésére a mérőkerék a haladás irányától 20°-os ferde állásba elfordítható. A kettős mérőkeret biztosítja, hogy mindenkor a kerék forgási síkjában ható és arra merőleges erőkomponenseket közvetlenül lehessen mérni.

Az 5. ábra a mérőkerék ferdén állított helyzetét mutatja.

A gumiabroncs és az útfelület érintkezésénél a *normál erő* a mérőkerék és összes tartozékainak önsúlyából, a lengőkarnak és terhelőkaroknak a kerékre eső súlyából, valamint a terhelősúlyok által képviselt súlyból tevődik össze. Mivel a normálerő beféke-



5. ábra. Az útburkolat érdességmérő készülék ferdén állított mérőkeréke

zett keréknél menetközben nem mérhető, így azt *statikus* állapotban kell meghatározni.

A *dinamikus erők* nagyságát és időbeni lefolyását *elektromos mérési módszerrel* határozzuk meg. Ez a mérési módszer a gyorsan lejátszódó folyamatok mérésére tehetetlenségmentessége és egyéb előnyei (nagyfokú érzékenység, távmérő elrendezés, több jelenség egyidejű regisztrálhatósága stb.) folytán rendkívül alkalmas. A mérőberendezés a mérőátalakító-ból a vivőfrekvenciás mérőerősítőtől és fénysugaras oszcillográfból áll.

Az erőmérésre szolgáló mérőátalakító tenzometrikus elven működik. Mérőelemét egy kiváló minőségű acélból kialakított mérőrúd képezi, amelyre nagy állékonyságú nyúlásmérő szalagokat ragasztottak fel. A nyúlásmérő szalagok Wheatstone-hídba vannak kötve. Erőhatásra a mérőelem deformálódik, miáltal a nyúlásmérő szalag ellenállása megváltozik. Az ellenállásváltozás a terhelés nagyságával arányos. Statikus terhelés esetén az erő nagyságát a vivőfrekvenciás mérőerősítő mutató mőszerén közvetle-

nül leolvashatjuk, dinamikus erők mérésekor pedig regisztráló műszerrel feljegyezhetjük. Az erőmérőbe korrekciós és kompenzációs ellenállások vannak beépítve, amelyek a hőmérsékleti befolyások kiküszöbölésére szolgálnak és emellett jó nullpontstabilitást és nagyfokú érzékenységet biztosítanak. Az erőmérő húzó és nyomóerő mérésére egyaránt alkalmas. A beépítés olyan, hogy húzó igénybevételű, mind a fékerő, mind a vonóerő, mind az oldalerő mérése esetén. Az elektronikus mérőberendezés vázlatos elrendezését a 6. ábra szemlélteti.

A vivőfrekvenciás mérőerősítő tranzisztorszálalt 12 V-os tápfeszültségről működik. Fogyasztása 2 W. Súlya 4,5 kg. Méretei: 15 × 30 × 21 cm. A műszer a nyúlásmérő szalagokból összeállított hidat 5 V-os 5 kHz-s feszültséggel táplálja.

A regisztráló műszer 6 hurkos fényugaras oszcillográf. 24 V-os egyenáramról működtethető. Méretei: 35 × 20 × 14 cm. Súlya 12 kg. Egyidejűleg 6 jelenség változása fényképezhető fotoregiszter papírra, melynek szélessége 6 cm. Szalagsebessége 10 lépcsőben 0,05 dm/p—50 cm/mp-ig változtatható. Méréseinknél 2,5 cm/mp-s szalagsebességgel dolgozunk. Az oszcillográf beépített idő-adóval rendelkezik, mely 0,01 mp frekvenciájú időjelet fényképez a fotoregiszter papírra.

A fékezések egymásra következésének automatizálását a gépkocsi haladásakor méterenként adott impulzusokkal vezérelt forgótárcsával és fénykapuval oldottuk meg oly módon, hogy a fékezési és feloldási intervallumoknak megfelelően kialakított tárcsa a fénykaput periodikusan sötétre vagy világosra váltja és

venni, hogy a gépkocsiüzemeltől eltérően a mérőkerék fékezésekor nem következik be annak lassulása; a mérés gyakorlatilag konstans sebességek mellett történik.

a) *Vontatott üzemállapot*

Ha a légellenállást elhanyagoljuk és a sebesség állandó, akkor a vontató gépkocsi által a mérőkerékre kifejített vonóerő egyensúlyt tart a kerék gördülési ellenállásával.

A kerékre a haladás irányával megegyező  $P$  vonóerő ellentétes értelmű az  $S$  súrlódóerővel. Az  $Y$  reakcióerő a kerék felfekvési pontjától „ $a$ ” távolságra hat és egyensúlyt tart a  $G$  függőleges terhelőerővel. Részletesebb magyarázatot ad a 8. ábra és az alábbi összefüggések:

Az erők egyensúlya  
 $G - Y = 0$   
 $P - S = 0$

A nyomatéki egyensúly:

$$Sr - Ya = 0$$

ebből

$$\frac{S}{Y} = \frac{a}{r}$$

továbbá

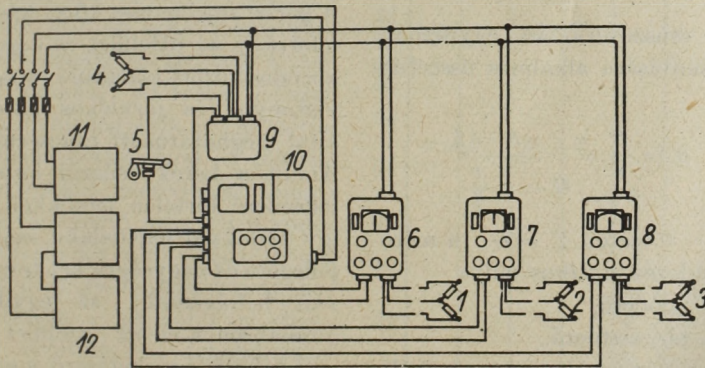
$$\frac{S}{Y} = \frac{P}{G} = \frac{a}{r} = f$$

innen  $P = Gf$ ,

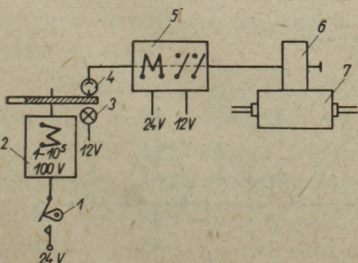
ahol  $f$  a gördülési ellenállás tényezője.

b) *Fékezett üzemállapot*

A kerékre a haladási iránnyal ellentétes fékezőnyomaték hat.



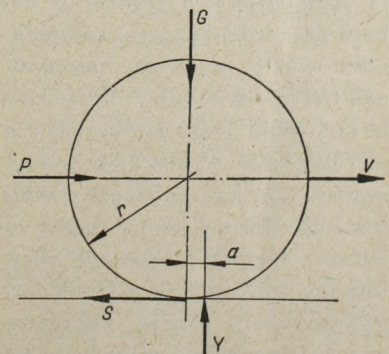
6. ábra. Az elektronikus mérőberendezés vázlatos elrendezése: 1. Tenzometrikus mérőelem fénynyomaték méréshez. 2. Tenzometrikus mérőelem vonóerő méréshez. 3. Tenzometrikus mérőelem oldalerő méréshez. 4. Fél-híd, útjel markirozásához. 5. Útjeladó. 6. Mérőerősítő. 7. Mérőerősítő. 8. Mérőerősítő. 9. Mérőhíd. 10. Fényugaras oszcillográf. 11. 12 V-os akkumulátor. 12. 24 V-os akkumulátor



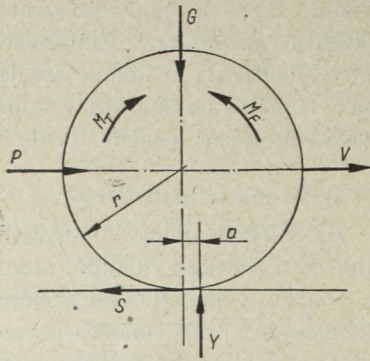
7. ábra. A fémműködtető automata vázlatos elrendezése: 1. Megszakító. 2. Elektromechanikus számláló. 3. Izzólámpa. 4. Fotocella. 5. Tranzisztoros kapcsoló. 6. Elektro-pneumatikus fémműködtető. 7. Fékrendszer

az így vezérelt kapcsolások a fékrendszer elektromos kapcsolója útján működésbe hozzák a hidropneumatikus fékrendszert. A vezérlőberendezés vázlatos elrendezése a 7. ábrán látható.

A mérőkerék kinetikai viszonyait elemezve, a felhasználási cél szem előtt tartásával két jellegzetes mozgásállapotot vizsgálunk: a *vontatott* és *fékezett* üzemállapotot [8]. Figyelembe kell továbbá



8. ábra. A vontatott kerék vázlata:  $V$  — a haladás iránya;  $P$  — vonóerő;  $G$  — függőleges terhelőerő;  $Y$  — reakcióerő a kerék felfekvési pontjától „ $a$ ” távolságra;  $S$  — súrlódóerő;  $r$  — keréksugár



9. ábra. A fékezett kerék vázlata:  $V$  — a haladás iránya;  $P$  — vonóerő;  $G$  — függőleges terhelőerő;  $Y$  — reakcióerő a kerék felfekvési pontjától „ $a$ ” távolságra;  $S$  — súrlódóerő;  $r$  — keréksugár;  $M$  — fékezónyomaték;  $M_T$  — tehetetlenségi nyomaték

A vontatási sebesség most is állandó, így tehetetlenségi erővel nem kell számolni.

Az  $\omega$  szögsebességgel forgó kerék azonban  $\omega = 0$  szögsebességre kell lelassítani, miközben az  $M_F$  fékezónyomatékkal ellentétes értelmű  $M_T$  tehetetlenségi nyomaték keletkezik.

A 9. ábra jelöléseivel az alábbi összefüggések érvényesek:

Erők egyensúlya:

$$\begin{aligned} G - Y &= 0 \\ P - S &= 0 \end{aligned}$$

A nyomatéki egyensúly:

$$M_T - M_F - Ya + Sr = 0$$

A  $\varphi$  tapadási tényező bevezetésével  $S = Y\varphi$  és a nyomatéki egyensúly:

$$M_T - M_F - Y(a - \varphi r) = 0$$

A mérőkerékre ható erők és nyomatékok elemzése után további vizsgálatot kell végezni az útburkolat érdességmérő készülék, mint egység kinetikai viszonyainak tisztázása céljából. Figyelembe kell venni, hogy vontatáskor a mérőkeréktől a készülék felfüggesztési pontjára súlyáthelyeződés történik. Már a 9. ábrából könnyen látható, hogy a fékezéskor kifejtett fékezónyomaték a kerék forgásirányában akarja elforgatni annak képzeletbeli tengelyét. Ez a forgatónyomaték a készülék felfüggesztésén egy felfelé mutató reakcióerőt eredményez. Mivel az

útburkolat érdességmérő készülék súlya állandó, a felfüggesztési ponton gyakorolt, talajfelé mutató támadóerő azt eredményezi, hogy a mérőkerék felfekvési pontjában az  $Y$  reakcióerő kisebb lesz.

Fenti áttekintés után az erőátadás problémáját érthetőbbé teszük az alábbi ábra, továbbá az erők és nyomatékok egyensúlyi egyenletei. A vontatógépkocsi és az útburkolat érdességmérő készülék vázlatos elrendezését a 10. ábra szemlélteti.

A levezetés egyszerűsítése céljából a mérőkerékre áthelyezett  $G$ -vel számolunk.

Erők egyensúlya:

$$P_x - S = 0$$

$$G - Y - P_y = 0$$

Nyomatéki egyensúly:

$$M = Gl - Sr - Yl = 0$$

ebből

$$Y = G - S \frac{r}{l}$$

A csúszósúrlódási együttható kiszámítására alkalmas összefüggés:

$$\mu = \frac{S}{Y} = \frac{S}{G - S \frac{r}{l}}$$

$S = 0$  esetén  $Y = G$ ; a mérőberendezés statikus súlya.

$P_x$  a vonóerő,

$P_y$  a támasztóerő,

$G$  a mérőkerék és a terhelés statikus súlya,

$S$  a súrlódóerő,

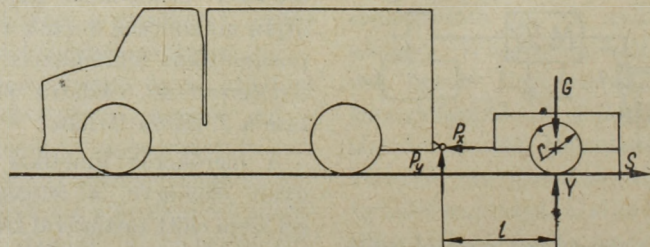
$Y$  a reakcióerő a kerék felfekvési pontjában,

$l$  a felfüggesztés és a kerék forgástengelyének távolsága,  $r$  a kerék sugara.

### Próba- és kísérleti mérések

Bár e közlemény fő céljának a mérőberendezés ismertetését tekintettük, mégis bemutatjuk a próbamérések eredményeként rendelkezésünkre álló oszcillogramok egyikét.

A 11. ábrán a mérőátalakítótól továbbított és a regisztráló oszcillográffal kapott feljegyzéseket szemléltetjük. Az „ $a$ ” görbe a fékezőerő, a „ $b$ ” pedig a vonóerő lefolyását mutatja, egyetlen fékezési periódus alatt. A függőleges vonalak 0,1 mp-es időjelek, a felső szögletesre formált jelek egy-egy hulláma pedig 1 m-es út lefutását mutatja. A „ $a$ ” görbe kezdetén látható alsó vízszintes vonal a nulla fékezőerőt szemlélteti. Amint a mérőkerék fékezése megkezdődik, a görbe felfelé mozog. A görbe emelkedése közel lineáris lefolyású, az útfelület és a gumiabroncs között kialakuló tapadási viszonyok és járulékos hatások által meghatározott csúscértékig. Amint a kerék csúszni kezd, a fékezőerő hirtelen lecsökken. Az így kialakuló hajtúalakú szakasz jellegére és nagyságra két tényező van befolyással; az egyik a gumiabroncs és az útfelület között kifejlődő súrlódóerő, a másik a fékezónyomatékkal ellentétes értelmű inercia-nyomaték folytán kifejlődő tehetetlenségi erő. Ez utóbbi nagymértékben függ a



10. ábra. Az útburkolat érdességmérő készülék vázlata, a vontató gépkocsiohoz kapcsolt állapotban:  $P_x$  — vonóerő;  $P_y$  — támasztóerő;  $G$  — a mérőkerék és a terhelés statikus súlya;  $S$  — súrlódóerő;  $Y$  — reakcióerő a kerék felfekvési pontjában;  $l$  — a felfüggesztés és a kerék forgástengelyének távolsága;  $r$  — a kerék sugara

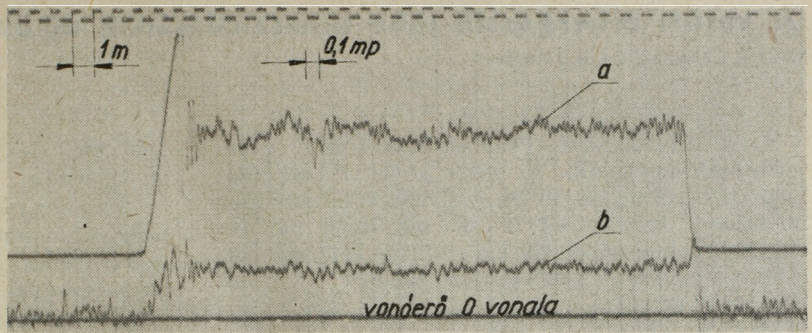
szöglassulástól; megfelelően megválasztott fékintenzitás esetén zavaró hatása a minimálisra csökkenthető.

A csúszási szakasz kezdetén meglehetősen nagy — 15—30 Hz — oszcilláló mozgás figyelhető meg, amely a kerék inercianyomatékának hatására alakul ki. Ezt a megfigyelést alátámasztják a próbapadi mérések is, amikor a fékintenzitás változtatásával — ami egyben a kerék inercianyomatékának változását is eredményezi — előállítottunk különböző nagyságú oszcilláló mozgást.

A csúszósúrlódási tényező közvetlenül a kerék megesúszása után kialakuló fékezőerő átlagolása alapján számítható.

A „b” görbén néhány jellegzetesség figyelhető meg. A nulla vonal és a görbe fékezés előtti szakaszának különbsége a gördülési ellenállás miatt kifejtett vonóerőt mutatja. A fékezés megkezdésekor szintén közel lineáris lefolyású emelkedés látható. A csúszási szakasz lefolyása jellegét tekintve megegyezik az „a” görbe megfelelő szakaszával. A fékezés befejezésekor meredeken kiugró csúcs figyelhető meg. Ez a vonóerő növekedés most a csúszókerék hirtelen felgyorsulása miatt bekövetkező — az előbbivel ellentétes értelmű — tehetelenségi nyomaték hatására jön létre. Ebben az esetben a csúszókerék nulla kerületi sebességének a vontatógépkocsi V sebességét kell felvenni. A további szakasz a gördülési ellenállással egyenlő vonóerőt mutatja.

A próbamérések befejezése után elkezdjük a különösen nagyforgalmú és a biztonságos közúti közlekedés szempontjából elsőrendűen fontos fővárosi és vidéki útszakaszok érdességének vizsgálatát.



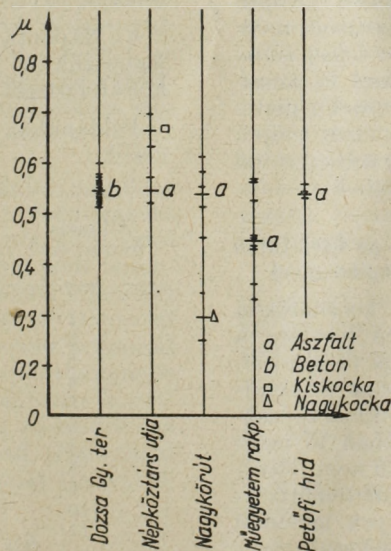
11. ábra. A regisztráló oszcillográf egy szalagdarabja: a — fékezőerőt jelző görbe; b — vonóerőt jelző görbe; t — időjel, 0,1 mp; s — útjel, 1 m

A 12. ábra a főváros különböző útszakaszain végzett kísérleti mérések eredményeit szemlélteti. Az oszlopokban feltüntetett rövid jelek az egyes mérések eredményeit, a hosszabbak pedig több mérés középértéket mutatják, útburkolat fajtánként. A méréseket 30 km/ó állandó sebesség mellett végeztük, nedvesített útfelületen. A mérések csekély száma miatt

Ahogy a bevezetőben említettük, a közlekedésbiztonság fokozása szempontjából nagy jelentőséget kell tulajdonítani az útburkolatok felületi minőségének. Az útburkolat érdességmérő készülék kialakításával megteremtettük az alapját az útburkolatok rendszeres ellenőrző vizsgálatának. A mérési eredmények alapján megfelelő intézkedéseket lehet tenni az útfelület minőségének megjavítására, illetve az új burkolatok kiképzésére és ezzel a balesetmegelőzés hatásosságának fokozására.

IRODALOM

- [1] G. Mathieu : Methodes et Types d'Appareils utilises pour la mesure de la glissance routiere, R.G.C. 1959. évi 10. sz.
- [2] P. Deusing : Messegerät zur Ermittlung von Kraftschlussbeiwerten, ATZ 1954. évi 4. sz.
- [3] K. Gözl : Griffigkeitsmessungen an Strassendecken, Strasse und Autobahn, 1957. évi 5. sz.
- [4] F. Gauss : Der Gleitbeiwert als Mass für die Griffigkeit, Strasse und Strassenverkehrstechnik, Forschungsberichte, 1959. évi 1. sz.
- [5] S. Banamo : Griffigkeitsmessungen mit dem Rugosimeter, Mitteilung, 13. sz. 1961. Forschungsauftrag : Rauhgkeitsmessungen.
- [6] H. P. Zoeppritz : Reifen und Fahrbahn in ihrer Wechselwirkung, ATZ, 1960. évi 2. sz.
- [7] Moharos K. : Útburkolat érdességmérő készülék kialakítása, kutatási zárójelentés, Bp. 1962.
- [8] Dr. Lévai Z. : Gépjárműmechanika, Bp. 1962.



12. ábra A kísérleti mérések eredményei (μ = csúszósúrlódási tényező)

ugyan az eredmények még nem alkalmasak végső következtetések levonására, azonban tájékoztató jelleggel megmutatják az egyes útburkolatfajták közötti minőségi különbséget.

\*

## A vasúti teherkocsik jobb kihasználásának újabb útjai

WINKLER PÉTER (Moszkva)

Az áruszállítás a magyar vasutakon évről-évre jelentősen emelkedik. Az egyre növekvő szállítási feladatok szükségessé teszik új, korszerűbb munkamódszerek bevezetését, mert csak ilyen módon elégíthetők ki a népgazdasági szállítási szükségletei a lehető legkisebb költségfordítással.

Az utóbbi években a közlekedésben mind külföldön, mind nálunk több kísérlet történt új matematikai módszerek meghonosítására, melyek segítségével biztosítható egyes szállítási és üzem-szervezési feladatok minimális költséggel történő megoldása.

Az optimális szállítástervezésnek, valamint a járművek maximális kihasználásának biztosítására különösen a lineáris programozás modelljei alkalmazhatók. E módszerek alkalmazásának jelenleg legfőbb akadályai, hogy nagyméretű feladatok — a vasútüzemre általában ezek jellemzők — csak elektronikus számológépek segítségével oldhatók meg, valamint hogy a feladatok megoldásához szükséges adatok határidőre történő begyűjtése és a programoknak végrehajtására időben történő kiadása csak igen fejlett hírhálózattal biztosítható.

Az alábbiakban a vasúti teherkocsi-elosztás optimális megoldásainak biztosítására javasolt módszerek a lineáris programozás leegyszerűsített változatai. E módszereket a kocsintézéssel és kocsi-elosztással foglalkozó dolgozók különösebb matematikai felkészültség nélkül is alkalmazni tudják és azok egyszerű számításokkal, sok esetben rövid időn belül a kívánt eredményre vezetnek.

### 1. A kocsintézési feladat megoldása az üres futás minimalizálásával, hálózati séma segítségével

A magyar vasutak F. 51. sz. kocsintézési utasítása előírja, hogy a kocsintéző feladata a kocsiállítások biztosítása, minimális üres kocsi-futással. A jelenlegi gyakorlat szerint a kocsintézéssel foglalkozó dolgozók nagy szakmai tapasztalatuk révén ezt a feladatot általában jó megközelítéssel meg is oldják. Ez azonban nem jelenti azt, hogy nem szükségesek egzakts — matematikailag bizonyított — módszerek, amelyek lehetővé teszik a kocsintézői munkában meglévő szubjektív tényezők kiküszöbölését.

A kocsintézési feladat megoldására bizonyos egyszerűsítések elfogadásával alkalmazható a lineáris programozás ún. „szállítási feladatának” modellje. Ez a modell megoldható különféle módszerek segítségével, matrix-formában (potenciálok módszere, magyar módszer stb.). E módszerekkel részletesen foglalkozik Jándy Géza és Kerekó Béla [1, 2]. A „szállítási feladat” optimális megoldása matrixok segítségével általában különösebb komplikációt nem jelent és egy  $10 \times 15$  méretű feladat (10 kocsi-föllessel rendelkező pontról 15 kocsihiánnyal rendelkező pontra történő kocsielosztás) optimalizálása a disztribúciós módszer segítségével,

gépi technika nélkül is 30—40 perc alatt általában elvégezhető.

A szovjet irodalom [3, 4, 5, 6] az utóbbi években több alkalommal foglalkozott a „szállítási feladat” modelljének hálózati séma segítségével történő megoldásával. A szerzők ezt az eljárást, mint a szállítástervezés egyik módszerét ismertetik, de véleményünk szerint alkalmas a kocsintézői munka megjavítására is.

A módszer nagy előnye a matrixok segítségével történő megoldással szemben, hogy a sémán megkapjuk az egyes hálózati szakaszokon áthaladó üres kocsimennyiséget is és így a kocsintézéssel egyidejűleg lehetőség nyílik az üres kocsik vonat-közlekedési tervének elkészítésére.

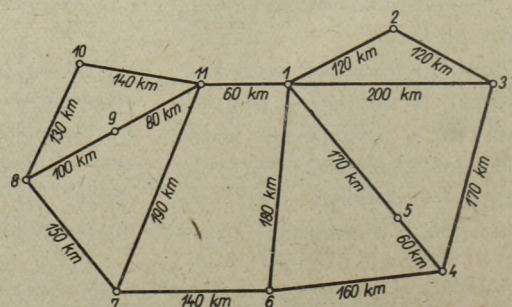
A kocsielosztási program összeállításának menete a javasolt módszerrel a következő:

a) Elkészítjük az adott hálózat sémáját és ezen feltüntetjük az egyes állomások (körzetek), továbbiakban „hálózati csúcspontok” közötti távolságot. Ezt a munkát csak egyszer kell elvégezni, s utána célszerű előre sokszorozósított sémákkal dolgozni. A módszer alkalmazására bemutatott példánk sémáját az 1. ábra tartalmazza.

b) Naponta a kocsintézés során a sémára feljegyezzük a „hálózati csúcspontokhoz” tartozó kocsi-fölösleget (+), illetve kocsihiányt (—).

Példánkban ezek az értékek legyenek a következők:

Állomás (csúcspont)	Kocsifölös (+)	Kocsihiány (—)
1	450	—
2	—	50
3	—	310
4	70	—
5	30	—
6	—	40
7	—	110
8	—	120
9	—	30
10	60	—
11	50	—



1. ábra

c) Elkészíthetjük a kiinduló megoldást az eddigi kocsintézői tapasztalatok alkalmazásával. A csúcspontok számát  $n$ -nel jelölve, a kiinduló megoldásba bevonunk  $(n - 1)$  vonalszakaszt. Vonalszakasznak nevezzük a továbbiakban a szomszédos két csúcspont közötti útvonalszakaszt (pl. ilyen a sémán az 1—2, 8—9, 6—7 stb. vonalszakasz).

Példánkban a csúcspontok száma 11 és így az induló programba 10 vonalszakaszt vonunk be. Az optimális megoldás minden esetben bázismegoldás, és mivel a bázismegoldások csak azok, amelyeknél a bevont vonalszakaszok száma  $(n - 1)$ , elegendő ezeket vizsgálni. Az alábbiakban adott módszer lehetővé teszi, hogy lépésről-lépésre haladva, valamennyi bázis-megoldás megvizsgálása nélkül, rövid idő alatt az optimális program összeállítható legyen.

Példánkban a kiinduló megoldást a 2. ábra tünteti fel, ahol a nyilak jelzik, hogy mely vonalszakaszokon találkozunk üres kocsiaramlatokkal. A nyilak mellett levő számok az áramlatokhoz tartozó kocsimennyiséget jelölik.

d) A hálózati csúcspontokat ellátjuk potenciálokkal (jelzőszámokkal) és ezek segítségével ellenőrizzük, hogy a kiinduló program hol javítható.

A potenciálokat (a 2. ábrán a csúcspontok mellett levő bekeretezett számok) egy tetszőleges kocsifelesleggel rendelkező csúcspontból (példánkban az 1. csúcspontból) kiindulva határozzuk meg. Azért, hogy negatív potenciál értékkel ne találkozzunk, célszerű ezt az első, szabadon választott kiinduló potenciált nem 0-nak, hanem egy tetszőleges, viszonylag nagy kerek számnak (példánkban 400) felvenni.

E pontból kiindulva, a kiinduló megoldás áramlatainak irányában haladva, a vonalszakasz következő csúcspontjához tartozó potenciál értéket úgy kapjuk meg, hogy a kiinduló pont potenciál értékéhez hozzáadjuk a vonalszakasz kilométer távolságát. Példánkban a 2. csúcspont potenciál értéke  $400 + 120 = 520$ , a 3. csúcspont potenciál értéke  $400 + 200 = 600$ , a 11. csúcspont potenciál értéke  $400 + 60 = 460$ . A továbbiakban a következő csúcspont potenciálja, ha a szakaszon az áramlat iránya megegyező a szabad potenciállal ellátott csúcspontból kiinduló áramlat irányával,

az előző csúcspont potenciáljának és a szakasz távolságának összege; abban az esetben, ha az áramlat ellenkező irányú, az előző csúcspont potenciáljának és a megfelelő szakasz kilométer távolságának különbsége. Így példánkban a 4. csúcspont potenciálja  $600 - 170 = 430$ , az 5. csúcspont potenciálja  $430 - 60 = 370$ , a 6. csúcspont potenciálja  $430 + 160 = 590$ , a 7. csúcspont potenciálja  $460 + 190 = 650$ , a 9. csúcspont potenciálja  $460 + 80 = 540$ , a 8. csúcspont potenciálja  $540 + 100 = 640$ , a 10. csúcspont potenciálja  $640 - 130 = 510$ . Ilyen formán valamennyi csúcspontot ellátunk potenciállal.

Az optimális megoldásnak az alábbi egyenlőségeknek, illetve egyenlőtlenségeknek kell eleget tennie:

$$v_j - v_i \leq c_{ij}, \text{ ha a megfelelő szakaszon nincsen program,}$$

$$v_j - v_i = c_{ij}, \text{ ha a megfelelő szakaszon van program.}$$

Ezekben az összefüggésekben  $v_j - v_i$  bármelyik szakasz potenciáljainak különbsége és  $c_{ij}$  a szakasz távolsága kilométerben.

Példánkban az 1—5. szabad szakaszon  $590 - 400 > 180$ , így ennek a szakasznak a programba történő bevonása javítja a program értékét, azaz csökkenti az üres futási teljesítményt.

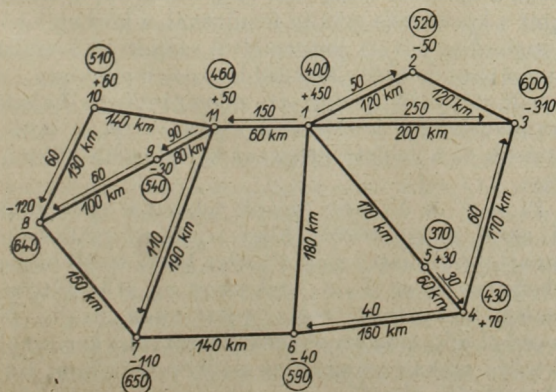
e) A program javítása a következőképpen történik: megkeressük a kört, amelyik az adott szabad vonalszakaszhoz tartozik. Példánkban ez a kör az 1—3—4—6—1. szakaszokból áll. A szakaszhoz, amelynek programba történő bevonása javítja a program értékét, oly módon kell a kört kiválasztani, hogy csupa olyan szakaszt választunk ki, amelyen áramlat már van; kivéve a kérdéses szabad szakaszt. Abban az esetben, ha a programba bevont szakaszok száma  $(n - 1)$ , ilyen kör mindig található.

A programot maximálisan annyi kocsinak az új útvonalra helyezésével lehet javítani, amennyi a körben levő, a szabadon felvett potenciáltól számított áramlat irányában haladó legkisebb kocsimennyiség. Példánkban ez a 4—6 szakaszon levő 40 kocsi. Ezt a kocsimennyiséget hozzá kell adni az összes szembehaladó áramlathoz és le kell vonni az összes, a szabadon felvett potenciáltól számított áramlás irányába haladó kocsimennyiségből.

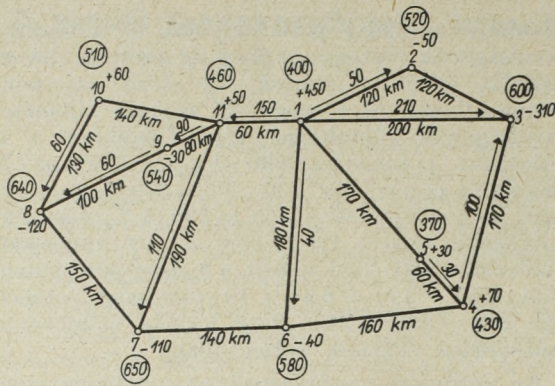
Az új programba tehát az 1—6. szakaszra 40 kocsit, a 4—3. szakaszra 100 kocsit és az 1—3. szakaszra 210 kocsit programozunk. A végleges optimális programot a 3. ábra tartalmazza. Ebben a programban valamennyi szakasz kielégíti az optimalitás feltételeit. A kiinduló programhoz képest a megtakarított üres kocsifutás értéke 400 kocsikilométer.

Néhány szempont a programok elkészítéséhez

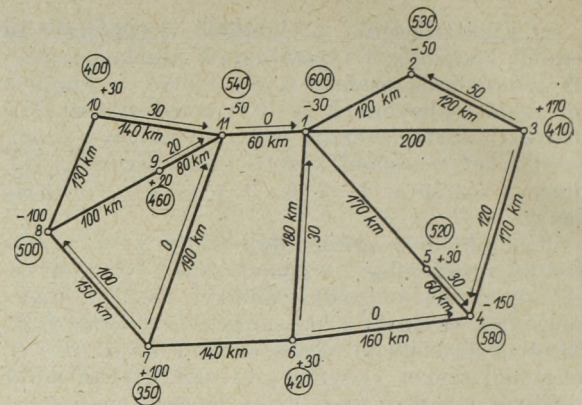
Az optimális programban sehol sem találkozunk zártkörű áramlatokkal. Ez következik abból, hogy az optimális megoldásban mindig  $(n - 1)$  szakaszt kell bevonni és így egy-egy körön belül egy szakasz mindig üres.



2. ábra



3. ábra



4. ábra

Olyan hálózatrészen, ahol a vonalszakaszok zárt köröket nem alkotnak, az optimalitás feltételének biztosítása igen könnyű, csak arra kell vigyázni, hogy üres áramlatok egymással szemben ne fussanak. A zárt körökkel rendelkező hálózatrészek az optimális programnak ez szükséges, de nem elégséges feltétele.

A sémák elkészítésénél elégséges csak azokkal a csúspontokkal dolgozni, amelyek zárt hálózatot alkotnak; a szárnyvonalak adatait azok kiegyenlítése után, a csatlakozó csúspont adataival együtt kell a programozásnál figyelembe venni. A szárnyvonalakon feladat csupán a szembehaladó üres áramlatok kiküszöbölése.

*A degeneráció esete*

Az induló program összeállításánál előfordulhat, hogy két (vagy több) egymással össze nem függő áramlatsoport keletkezik, mert az áramlattal rendelkező szakaszok száma kisebb, mint  $(n - I)$ . A feladat ilyen esetben is megoldható olyan formán, hogy a két áramlatsoportot (vagy az áramlatsoportokat) egy képletes 0 kocsis áramlattal egyesítjük. Pl. ha a sémánkon az egyes csúspontokhoz az alábbi kocsihiány és kocsi felesleg adatok tartoznak, a degeneráció esetével találkozunk:

Csúspont (állomás)	Kocsielőleség (+)	Kocsihiány (-)
1	—	30
2	—	50
3	170	—
4	—	150
5	30	—
6	30	—
7	100	—
8	—	100
9	20	—
10	30	—
11	—	50

A kocsielosztást és a kocsiáramlatokat e helyzetnek megfelelően a 4. ábra tartalmazza.

*Az átbocsátóképesség korlátozásának esete*

Sok esetben előfordul, hogy a vonal átbocsátóképessége, vagy egyéb vonatforgalommal kapeso-

latos tényezők korlátozzák az egyes szakaszokon átbocsátható kocsimennyiséget. Az ilyen korlátozások általában az üres kocsi futás növekedéséhez vezetnek. A kapott eredmény ez esetben a feladat feltételeihez képest ad optimális megoldást és a korlátozások megszüntetésével az eredmény általában javítható.

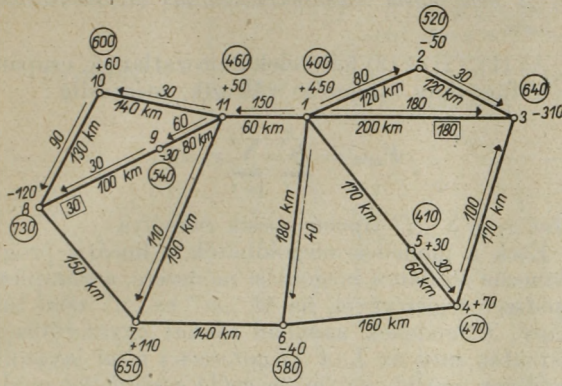
A feladat megoldása ez esetben az alábbi: elkészítjük a kiinduló programot a már ismertettek szerint, ügyelve arra, hogy a korlátozott szakaszokra maximálisan a korlátozásnak megfelelő kocsimennyiséget programozzuk. A programmal rendelkező szakaszok mennyisége ilyen feladatoknál nagyobb, mint  $(n - I)$ .

A potenciálok felvétele ez esetben is a programmal rendelkező szakaszok közül  $(n - I)$ , bázis szakasznak kiválasztásával történik. A bázis szakaszok közé feltétlenül felveendő a korlátozás nélküli, programmal rendelkező szakaszok. Az optimalitás feltételei ez esetben a következők lesznek:

- $v_j - v_i \leq c_{ij}$ , ha a szakaszon program nincsen,
- $v_j - v_i = c_{ij}$ , ha a szakaszon program, van, ez azonban kisebb a korlátozásnál,
- $v_j - v_i \geq c_{ij}$ , ha a program értéke a korlátozással egyenlő.

Azokon a szakaszokon, ahol ezek a feltételek nem teljesülnek, a program javítandó. A program javítása úgy történik, ahogyan azt a korábbiak során leírtuk, kiegészítve azzal a követelménnyel, hogy a javítás maximális értékét most két tényező közül a kisebbik határozza meg. Az egyik tényező, mint a korlátozás nélküli feladatnál, a körben levő, a szabadon felvett potenciáltól számított áramlat irányában haladó legkisebb kocsimennyiség, a másik tényező pedig az ellenirányban haladó áramlatoknál a korlátozott szakaszokon, a korlátozások és a felvett programok legkisebb különbsége.

Pl. a 2. és 3. ábrán közölt feladatot egészítsük ki azzal a kikötéssel, hogy a 9—8. szakaszon, vonathiány miatt, csak 30 üres kocsi továbbítása lehetséges és az 1—3. szakaszon az átbocsátóképesség korlátozott volta miatt csak 3 db, 60 kocsi álló üres szerelvény bocsátható keresztül. A többi szakaszon az átbocsátóképesség nem korlátozott (5. ábra).



5. ábra

(Az átbocsátóképesség korlátozását a korlátozott szakaszokon négyszögbe zárt szám jelzi.)

Az 5. ábrán közölt megoldás kielégíti az optimalitási feltételeket, így a feladat követelményeirehöz képest optimális megoldást jelent.

Az ismertetett módszer jól alkalmazható kisebb hálózati egységek területére (igazgatóság, körzet, intézői szakasz), de hálózati szintű feladatok megoldására is alkalmas abban az esetben, ha egy adott kocsitípus viszonylag kevés ponton koncentráltan kerül felhasználásra, s ugyanakkor a leadások koncentrációja is jelentős.

A módszer a magyar vasutak hálózatán — tekintetbe véve, hogy összekötővonal kevés van, s így a variánsok száma korlátozott — a dolgozók megfélelő begyakorlottságának figyelembevételével lehetővé teszi 35—40 csúspont között a kocsiosztás viszonylag rövid idő alatti elvégzését. A gyakorlati számításoknál a kis kocsifelesleggel, vagy kocsihánnyal rendelkező állomások adatait az adott vonalrész helyi igényeinek kiegyenlítése után, a legközelebbi, a természetesen üres kocsiaramlás útjában fekvő, nagy hiánnyal vagy fölösleggel rendelkező csomópontnál kell figyelembe venni.

## 2. A maximális kocsikihasználás, vagy maximális raksúlykihasználás biztosítása a berakó állomásokon a kocsik módszeres válogatásával

*A kocsik célszerű válogatásának szükségessége és jelentősége*

A MÁV kocsiparkja, mint ismeretes, igen sokféle kocsitípusból áll. E kocsitípusok közül általában egy-egy árunem fuvarozására többfajta is felhasználható, azonban tekintettel arra, hogy a kocsik térfogata és raksúlya jelentősen eltér, adott árunemnél a különféle típusú kocsik felhasználása eltérő kocsikihasználási adatokat eredményez, az áru fajsúlyától függően. Az árunemen kívül a továbbítási útvonalon levő *tengelynyomás-korlátozások* is célszerűvé teszik a kocsik válogatását a jobb kocsikihasználás biztosítása céljából.

A teherkocsik kiválogatása történhet oly módon, hogy a teherkocsik *maximális statikus terhelésére* törekszünk, vagy pedig úgy, hogy a kocsik *raksúlykihasználását* kívánjuk *maximálisan biztosítani*.

Megjegyezzük, hogy e két szempont szerinti változtatás eltérő eredményre vezet.

A vasúti szállítás önköltségét az esetek legnagyobb részében a statikus kocsiterhelés jobban befolyásolja, mint a teherkocsik raksúlykihasználása, így az önköltségi szempontok általában a statikus kocsiterhelés szerinti optimalizálást indokolják. Kocsihányos időszakokban azonban, amikor az önköltségi szempontokon túlmenően a népgazdaság szállítási szükségleteinek maradéktalan kielégítése kerül előtérbe, mint optimalizálási tényező alkalmazható a maximális raksúlykihasználás.

Az a megállapítás, hogy a statikus terhelés nagyobb mértékben befolyásolja a vasúti szállítás önköltségét, mint a raksúlykihasználás, a következőképpen látható be:

Adott szállítási feladathoz tartozó elegytonna-km teljesítmény az alábbi összefüggés szerint alakul:

$$Etkm = A \cdot S_r + \frac{A}{k_0} \cdot S_r \cdot (1 + \alpha) \cdot \omega,$$

ahol  $A$  = a szállítási feladat tonnában kifejezve,

$S_r$  = a szállítási távolság,

$k_0$  = a raksúlykihasználás együtthatója (raksúlykihasználási százalék osztva 100-zal) az adott szállításnál,

$\alpha$  = az üres és a rakott teherkocsifutás viszonya,

$\omega$  = az adott kocsitípusnál az 1 tonna raksúlyra eső kocsinönsúly tonnában.

Nagyobb raksúlyú teherkocsik használata esetén általában jelentősen csökken az  $\omega$  értéke. A magyar vasutak teherkocsiparkját figyelembe véve, pl. a  $K$  fősorozatú kocsik mutatószámait vizsgálva, az alábbi értékeket kapjuk:

Kocsitípus	Önsúly (tonna)	Raksúly (tonna)	$\omega$
Kt	6	10	0,60
K	7	15	0,47
Kz	8	20	0,40
Ky	10	28	0,36

A vasúti kocsik jellemzőinek ez a törvényszerűsége azt eredményezi, hogy a nagyobb raksúlyú kocsik alkalmazása legtöbb esetben — ha az statikus terhelésnövekedéssel jár együtt — csökkenő raksúlykihasználási mutató mellett is célszerűbb, mint kisraksúlyú kocsik alkalmazása 100%-os kihasználás mellett.

A fenti képletet kissé átalakítva, az alábbi összefüggéshez jutunk:

$$Etkm = A \cdot S_r \left[ 1 + \frac{(1 + \alpha) \cdot \omega}{k_0} \right]$$

Ebből az összefüggésből látszik, hogy mindaddig, amíg nagyobb raksúlyú kocsik esetében a raksúlykihasználás nem csökken nagyobb mértékben, mint az 1 tonna raksúlyra eső tárasúly, nagyobb raksúlyú kocsik alkalmazása még kisebb raksúlykihasználás esetén is célszerű.

Pl. ha  $K$  sorozatú helyett,  $Ky$  sorozatú kocsit használunk fel, és ugyanakkor a raksúlykihasználás 100%-ról 85%-ra romlik,  $\alpha = 0,40$  érték mellett, az elegy tonnák teljesítmény adott szállítási feladatnál 9,9%-kal csökken.

Általános alakban az elegy tonnák megtakarítás %-ban az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$M\% = 100 - \frac{[\omega' + (1 + \alpha)\omega'] \cdot k'_0 \cdot 100}{[\omega + (1 + \alpha)\omega] \cdot k_0}$$

ahol  $\omega'$  = a nagyobb raksúlyú kocsik, míg

$\omega$  = a kisebb raksúlyú kocsik tárasúlyának viszonya a raksúlyhoz és

$k'_0$  = a nagyobb raksúlyú kocsik, míg

$k_0$  = a kisebb raksúlyú kocsik raksúlykihasználása.

*A kocsik célszerű válogatásának matematikai modelljei*

Egy állomáson, ahol különféle árunemeket rakodnak, különböző engedélyezett tengelynyomású pályákra, különféle egymással — az áru természete szempontjából — helyettesíthető kocsitípusokban, a kocsik célszerű kiválogatása az alábbi modellek segítségével végezhető el:

a) *A maximális kocsiterhelés biztosításának esete*

A feladat feltételei és a célfüggvény az alábbi módon fejezhető ki:

$$\sum_{j=1}^n q_{ij} x_{ij} = Q_i \tag{1}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq B_j \tag{2}$$

$$x_{ij} \geq 0 \tag{3}$$

$$F_{\min} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m x_{ij} \tag{4}$$

ahol

$(i = 1, 2 \dots m)$  = az árucsoportok száma (minden, az állomáson rakódó árut annyi csoportra kell bontani, ahány különféle tengelynyomású pályára történik a rakodás),

$(j = 1, 2 \dots n)$  = a különféle, egymással helyettesíthető kocsitípusok száma,

$q_{ij}$  = az „ $i$ ” árucsoport statikus kocsiterhelése „ $j$ ” típusú kocsiban,

$x_{ij}$  = az „ $i$ ” csoportú áruval megrakott „ $j$ ” típusú kocsik száma,

$Q_i$  = az „ $i$ ” árucsoport elszállítandó árumennyisége tonnában,

$B_j$  = a „ $j$ ” típusú kocsikból rendelkezésre álló mennyiség.

b) *A maximális raksúlykihasználás biztosításának esete*

Az (1), (2) és (3) feltételek változatlanok, csupán a célfüggvény kifejezése változik, mégpedig:

$$F_{\min} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m r_j x_{ij}$$

ahol  $r_j$  = a „ $j$ ” típusú kocsik raksúlya.

Ezek a modellek megoldhatók a lineáris programozás általános megoldási módszere, a szimplex módszer segítségével, ha az „ $m$ ” és „ $n$ ” nem túl nagy. A modellek azonban sokkal egyszerűbben oldhatók meg az *L. V. Kantorovics* által javasolt módszer szerint, az ún. *megoldó együtthatók* módszerével [7].

*A feladat megoldásának módszere*

A módszer alkalmazását példán keresztül mutatjuk be.

Egy állomáson a következő árumennyiségek várnak berakásra:

Szén (fővonalra) .....	1200 tonna
Szén (12,5 tonna tengelynyomású pályára) .....	200 tonna
Kokszt (fővonalra) .....	700 tonna

Az állomáson az alábbi kocsitípusok állnak rendelkezésre:

Kocsi típus	Raksúly	A kocsi térfogatának együtthatója	Önsúly tonna	Rendelésre áll, db
K	15	1,0	7	28
Kz	20	1,2	8	30
Ky	28	1,5	10	50

A kocsikihasználási normák az alábbiak:

Árunem	Kocsikihasználás		
	K	Kz	Ky
sorozatú kocsiban			
Szén (fővonalra)	15	20	28
Szén (12,5 tonna tengelynyomású pályára)	15	17	15
Kokszt (fővonalra)	14	17	21

Először Kantorovics módszere segítségével a maximális kocsikihasználást biztosító megoldást keressük meg.

A kocsik elosztása táblázat segítségével történik (1. táblázat).

Mindenekelőtt kiszámítjuk, hogy az egyes kocsitípusokból hány kocsi szükséges az adott árucsoport 100 tonnájára számára (az 1/a táblázat bal oldali része). Ezután elosztjuk a kocsikat olyan formán, hogy minden árucsoporthoz olyan típusú kocsit adunk, melyből minimális mennyiségre van szükség (az 1/a táblázat jobb oldali része). Így a

1. táblázat

Együttható	Kocsi-típus	Kocsiszükséglet 100 tonna áruhoz			Összes kocsiszükséglet			Rendel- kezésre áll, db	±
		szén (fő)	szén (mellék)	kokszt (fő)	szén (fő)	szén (mellék)	kokszt (fő)		
		db			db				
a) 1,00	K	6,7	6,7	7,1	—	—	—	28	+
1,00	Kz	5,0	5,9	5,9	—	11,8	—	30	+
1,00	Ky	3,6	6,7	4,8	43,2	—	33,6	50	—
b) 1,00	K	6,7	6,7	7,1	—	—	—	28	+
1,00	Kz	5,0	5,9	5,9	—	11,8	41,3 (1 - x <sub>1</sub> )	30	—
1,23	Ky	4,4	8,2	5,9	43,2	—	33,6 x <sub>1</sub>	50	0
c) 1,00	K	6,7	6,7	7,1	—	13,4	—	28	+
1,14	Kz	5,7	6,7	6,7	—	(1 - x <sub>1</sub> ) 11,8x <sub>1</sub>	41,3 (1 - x <sub>2</sub> )	30	—
1,23 · 1,14	Ky	5,0	9,3	6,7	43,2	—	33,6 x <sub>2</sub>	50	0
d) 1,00	K	6,7	6,7	7,1	—	13,4	49,7 (1 - x <sub>1</sub> - x <sub>2</sub> )	28	+
1,14 · 1,06	Kz	6,0	7,1	7,1	—	—	41,3 x <sub>1</sub>	30	0
1,23 · 1,14 · 1,06	Ky	5,3	9,9	7,1	43,2	—	33,6 x <sub>2</sub>	50	0

őzoni szénküldeményeket és a kokszt *Ky* kocsikban, míg a mellékvonali szénküldeményeket *Kz* típusú kocsikban irányozzuk elő elszállítani.

Az elosztásból látjuk, hogy *Ky* kocsiból kevesebb áll rendelkezésre, mint amennyi ilyen típusú kocsit felhasználni célszerű lenne. Ezért arra kell törekedni, hogy a szabad kapacitású kocsikból a *Ky* sorozatú kocsik helyett oly módon vonjunk be a programba kocsikat, hogy ez minimális kocsihasználat veszteséget eredményezzen. Egy *Ky* kocsi helyett a fővonalai szénküldeményeknél  $5,0/3,6 = 1,39$  *Kz* kocsit, míg kokszküldeményeknél  $5,9/4,8 = 1,23$  *Kz* kocsit kell felhasználni. Ezért célszerűbb a kokszküldeményeket részben *Kz* kocsival szállítani.

Az 1,23-as együttható lesz az első ún. megoldó együttható. Ezzel besorozzuk a *Ky* kocsikhoz tartozó fajlagos szükségleti adatokat az 1/a táblázat bal oldali részén, s az 1/b táblázat bal oldali részére beírjuk ezeket a *Ky* kocsik sorába.

A *K* és *Kz* kocsik adatait az 1/a táblázat bal oldali részéből átmásoljuk az 1/b táblázat bal oldali részébe.

Ismét elosztjuk a kocsikat, de most már az új koefficienssek segítségével. Így a kokszt részben *Kz* kocsikba irányozzuk elő berakni. Az egész kocszmennyiség elszállítására 33,6 db *Ky*, vagy 41,3 *Kz* kocsi szükséges. Ha  $x_1$ -gyel jelöljük a kokszt mennyiségéből a *Ky* kocsikban elszállított mennyiség részarányát, *Kz* kocsikban kerül elszállításra a kocszmennyiség  $(1 - x_1)$  része. (Lásd az 1/b táblázat jobb oldalán).

Ebből a táblázatból látható, hogy a szállítási feladat teljesítéséhez a *K* sorozatú kocsikat is be kell vonni a programba, mert a meglévő összes 30 *Kz* kocsi nem elégséges a mellékvonali szénküldemények és a kokszküldemények 80%-ának elszállítására. (Tekintettel arra, hogy  $33,6 x_1 + 43,2 = 50$  egyenletből  $x_1 = 0,20$ , legfeljebb a kokszküldemények 20%-a szállítható el *Ky* kocsikkal.)

*Kz* kocsi helyett *K* sorozatú kocsi a legkisebb kocsikihasználási veszteséggel a mellékvonali szénküldeményeknél vonható be.

Együttható:  $6,7/5,9 = 1,14$ . Az új megoldó együtthatóval besorozzuk a *Kz* és *Ky* kocsiknak az 1/b táblázat bal oldalán található szükségleti adatait és ezeket beírjuk az 1/c táblázat bal oldali részébe. Az új koefficienssek felhasználásával elkészítjük az 1/c táblázat jobb oldalát.

A számításokat a továbbiakban hasonlóképpen folytatjuk mindaddig, amíg olyan táblázathoz nem jutunk, amelynek segítségével valamennyi igényt ki tudunk elégíteni.

Az 1/d táblázat jobb oldali részén  $x_1$  a *Kz* kocsikban, és  $(1 - x_1 - x_2)$  a *K* kocsikban elszállítandó kocszmennyiség aránya.

$x_1$  és  $x_2$  megállapítása az alábbi egyenletek segítségével történik:

$$41,3x_1 = 30 \text{ és } 33,6x_2 + 43,2 = 50, \text{ ahonnan} \\ x_1 = 30/41,3 = 0,726 \quad x_2 = 6,8/33,6 = 0,202$$

Ezek figyelembevételével a maximális statikus terhelést biztosító elosztás (kerékítésekkel) a következő:

Kocsi-típus	Szén (fő)	Szén (mellék)	Kokszt (fő)	Összes
K	—	13	3	16
Kz	—	—	30	30
Ky	43	—	7	50
Mindössze	43	13	40	96

A statikus terhelés értéke  $2100 : 96 = 21,9$  tonna.

Ugyanez a példa megoldható oly módon is — szintén Kantorovics módszere segítségével —, hogy eredményül a maximális raksúlykihasználást kapjuk (minimális raksúlyfelhasználás). Ezt a megoldást a 2. táblázat mutatja.

2. táblázat

Együttható	Kocsitípus	Raksúlyszükséglet 100 tonna áruhoz			Összes raksúlyszükséglet			Rendelke- zésre áll raksúly, tonna	±
		szén (fő)	szén (mell.)	koksz (fő)	szén (fő)	szén (mell.)	koksz (fő)		
		raksúly, tonna			raksúly, tonna				
a) 1,00	K	100	100	107	—	200	749	420	—
1,00	Kz	100	118	118	—	—	—	600	+
1,00	Ky	100	187	133	1200	—	—	1400	+
b) 1,10	K	110	110	118	—	200	749 $x_1$	420	0
1,00	Kz	100	118	118	—	—	826 (1 - $x_1$ )	600	+
1,00	Ky	100	187	133	1200	—	—	1400	+

Az 1b táblázatban  $x_1 = 220/749 = 0,294$ , s ilyen formán a maximális raksúlykihasználást biztosító raksúlyelosztás a következő (kerekítésekkel):

Árunem	Kocsi- típus	Darab	Egy kocsi raksúlya, tonna	Összes rak- súlya, tonna
Szén (fő)	Ky	43	28	1 204
Szén (mellék)	K	13	15	195
Koksz (fő)	K	15	15	225
Koksz (fő)	Kz	29	20	580
Összesen		100		2 204

Érdekes összehasonlítani az ugyanannak a feladatnak kétféle módon optimalizált megoldásához tartozó különféle mutatószámok értékét:

Mutatószám	Maximális statikus terhelést biztosító variáns	Maximális raksúly- kihasználást biztosító variáns
Berakott árusúly, tonna	2 100	2 100
Felhasznált raksúly, tonna	2 240	2 204
Raksúlykihasználási %	93,75	95,28
Berakott kocsi	96	100
Egy kocsi átlagos statikus terhelése (tonna/kocsi)	21,9	21,0
Felhasználható maradt kocsi, db	12 K	1 Kz + Ky
Felhasznált tarasúly, tonna	852	858
1 tonna berakott árusúlyra eső tarasúly, tonna	0,406	0,409

A kocsiválogatás az e pontban közölt módszer segítségével, legfeljebb logarléc alkalmazásával, könnyen elvégezhető abban az esetben, ha a kocsi-típusok száma 3—4 és az árucsoportok száma 4—5. A gyakorlatban általában — figyelembe véve bizonyos összevonási lehetőségeket — ilyen nagy-

ságrendben jelentkeznek a feladatok. A módszer alkalmazási területe a tömegáru rakodó állomások (szénbánya, kőbánya stb.).

\*

A fentiekben kifejtettekkel szemléltetni kívántuk, hogy sok esetben viszonylag egyszerű módszerek segítségével, elektronikus számítógépek nélkül is megoldhatók olyan feladatok matematikailag alátámasztott módszerek segítségével, melyeket ma többnyire az üzem dolgozói tapasztalataikra támaszkodva oldanak meg. Célszerűnek látszik a kocsiintézés és a kocsielosztás területén foglalkozó dolgozók betanítása e módszerekre, melyek egyszerűek és megfelelő gyakorlatot szerevezve biztosítható, hogy a betanított dolgozók a feladatokat a megoldásra rendelkezésre álló időn belül elvégzik.

## IRODALOM

- [1] Jándy Géza: A szállítástervezés elemző módszerei, Bp. 1960. KÖZDOK.
- [2] Krekó Béla: Lineáris programozás, Bp. 1962. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
- [3] Lurje, A. L.: Metodi dosztizsenija naimensevo probega gruzov pri szosztavlenii perevozcnih szhem. Megtalálható: a „Primenenie matematiki v ekonomiceszkijh iszledovanijah” 1959. c. könyvben.
- [4] Lurje, A. L.: O primenenii matematiceszkijh metodov pri planirovanii gruzovih perevozok. Megtalálható: a „Kibernetika i avtomatizacija transzportnih proceszov.” 1960. c. könyvben
- [5] Kantorovics, L. V. és Gavurin, M. K.: Primenenie matematiceszkijh metodov v voproszah analiza gruzopotokov. Megtalálható: a „Problemi povisenija effektivnoszti raboti transzporta” 1949. c. könyvben
- [6] Nyeszterov, E. P.: Transzportnije zadacsi linejnovo programmirovaniija, Moszkva, 1962. Transzszel-dorizdat
- [7] Kantorovics, L. V.: Matematiceszkijje metodi organizacii i planirovanija prorzvodsztva. Megtalálható: a „Primenenie matematiki v ekonomiceszkijh iszledovanijah” 1959. c. könyvben.

## Pihenőállomások tervezése a Német Demokratikus Köztársaság autópályáin\*

SIEGFRIED SCHOLZE (Drezda)

### 1. Bevezetés

A német autópályák építésének kezdetén — 25 évvel ezelőtt — felmerült a szükségessége, hogy az autópálya-használók részére *vendéglátóipari létesítmények* épüljenek.

A forgalom növekedése nemcsak az autópálya-hálózat további kiépítését, hanem — többek között — az autópálya fenntartását szolgáló létesítményeken kívül a forgalomban résztvevők ellátására szolgáló létesítmény építését is megkövetelte.

Az autópálya forgalmának rohamos emelkedése a forgalom biztonságának fokozására intézkedéseket kíván; ehhez járul a pihenőállomások számának és minőségének fokozása is.

Az NDK autópályáinak meglévő *pihenőállomásai* („*Raststätten*”) nem felelnek már meg a jelenlegi igényeknek. Csúcsidőszakban kapacitásuk kevés, a főpályához kapcsolatuk forgalomtechnikailag elavult, és a vendéglátóipari kiszolgálást a változott társadalmi viszonyoknak megfelelően át kell alakítani.

Ilyen körülmények között indokolt, hogy ezeket a pihenőhelyeket részletesebb vizsgálat alá vonjuk és a *további tervezés lényegesebb alapelveit* felállítsuk. Az a körülmény, hogy 25 év leforgása alatt ezek a létesítmények már nem elégítik ki teljes mértékben az igényeket, arra mutatnak, hogy nemcsak a jelenlegi, hanem a várható forgalmi igényeket is ki kell elégíteni, a funkcióknak megfelelően.

A továbbiakban a megoldási módokra kívánunk rámutatni, hogy azokból tervezési irányelvek kidolgozhatók legyenek és a későbbi tipizálást is lehetővé tegyék.

### 2. A pihenőhelyek fejlődésének rövid története

Az autópályák első pihenőhelyeinek építésénél joggal felvetődött annak kérdése, hogy a régi utakon mik voltak ennek elődjai?

A mai autópályák a régi postautaknak felelnek meg.

A római korból ismeretes a „*statio*” fogalma, amely arra mutat, hogy a közlekedési útvonalak mentén állomások, pihenőhelyek voltak. A római-germán idők pihenőhelyei lényegesen különböztek

a maitól, amennyiben azok kivétel nélkül a szolgálatban álló alkalmazottak részére, illetőleg állami megbízásból utazó személyek részére szolgáltak. Az összefüggéseket általánosságban ismerjük, de részletében csak igen hézagosan.

Csak a *postaforgalom* megindulása után ismeretesek olyan intézkedések, amelyek az utazásban rendet és pontosságot igyekeztek biztosítani. A postaszolgálat hozta magával a rendszeres utazást és ebben a vonatkozásban a vendégszobát és — a hozzátartozó panaszkönyvet. Anno 1838. porosz királyi főpostamester az alábbiakat jegyezte be: „Minden állomáson télen fűthető és éjszaka kivilágítható vendégszobának kell lenni a nem postajáráttal utazók és futárok részére. Ki kell függeszteni olyan étel- és itallapot a postai igazgatóság által jóváhagyott árakkal és egy panaszkönyvet is kell tartani.”

A régi idők postájának üzemi berendezései nagyon egyszerűek voltak, ennek ellenére a forgalmi kérdések megoldására irányuló törekvéseik figyelemreméltók.

A *vasúti forgalom* megindulásával az országutak régi vendégfogadói, amelyek a fogatolt forgalmat szolgálták ki, elvesztették jelentőségüket. A *gépjárműforgalom* fejlődésével viszont ezek a régi „váltóhelyek” ismét használatosak lettek, mindössze a lóistálló helyett *töltőállomás és garázs* lett belőlük.

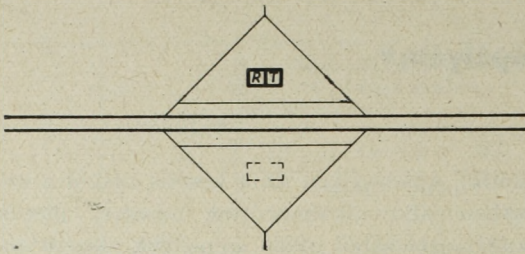
### 3. Az autópálya-pihenőhelyek fejlődése és jelenlegi helyzete

A gépjárműforgalom fejlődésével az utazási távolságok megnövekedtek, a járművek nagy sebességgel közlekednek; ezzel kapcsolatosan a vezető igénybevétele nagyobb, minek következtében az utazások megszakítása és az ezt szolgáló létesítmények szükségessé váltak [1].

Ez a követelmény jellegzetesen lépett föl az *autópályák* építésének kezdetén. Az útépités történetében először történt, hogy a tervezésnél az üzemi létesítményeket eleve figyelembe vették és a vonalvezetés megállapításánál erre a szempontokra is figyelemmel voltak, hasonlóképpen, mint a vasútépitésnél.

1936-ban, az első összefüggő hosszú autópálya-szakasz megnyitása után sürgős igény merült fel az üzemi létesítmények iránt. Az a körülmény,

\* A szerző eredeti német nyelvű cikkét *Jakab Sándor* fordította (Szerk.)



1. ábra. Töltő- és pihenőállomás közös épülete a csomópont alkotta háromszögben

[Az ábrákon alkalmazott rövidítések:  $T$  = tankolóhely, töltőállomás,  $A$  = automata büffé,  $R$  = pihenőállomás vendéglátóipari létesítménnyel,  $G$  = utasszálló,  $P$  = parkolóterület, ( $P$ ) = parkolóterület-bővítés,  $V$  = gyalogos alul-, illetve felüljáró]

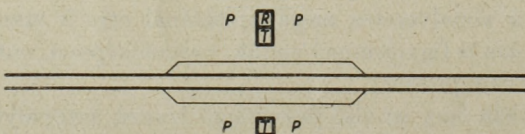
hogyan — az országutakkal ellentétben — az autópálya a településeket elkerüli, megköveteli, hogy a jármű és a vezető minden szükségletét, amely a hosszabb utazás során felmerül, közvetlenül az autópálya mellett kielégítsék. Az autópálya értékét csökkentené, ha ilyen okokból a településeket kellene felkeresni [2].

A tervezésnél ki kellett volna elégíteni a rendszeresen fellépő igényeket, azonban ez esetben ezek előre nem voltak ismeretesek. Az országutakon szerzett ilyen irányú tapasztalatok nagyon korlátozottak és más jellegűek, mint az autópályákon. Az országutak töltőállomásai csak a szorosan vett üzemanyagfelvételre szolgálnak, ezzel szemben az autópálya mellett épülő töltőállomás számos egyéb szolgáltatást is kell hogy biztosítson, amelyeket a községekben a töltőállomástól független helyeken talált meg a vezető. Utalunk itt az éttermi, távbeszélő szolgálatra, továbbá az időjárásjelző és segélyszolgálatra. Az autópálya töltőállomásán azt a sokoldalú feladatot kell teljesíteni, amelyet nemcsak a tankolók, hanem bármely utas is igényelhet [3].

Az úthasználók bizonyos csoportja egészen újszerű üzemi igényekkel kezdett fellépni. Nagyon nehéz volt az autóbusz és a tehergépkocsiforgalom jövőbeni üzemi szokásait előre helyesen megbeesülni. Nem hozott megoldást az a próbálkozás sem, hogy külföldi tapasztalatokat ültessünk át.

Éppen ezért az autópályát használni szándékozókat vonják be a kérdés megoldásába, hogy a német viszonyoknak megfelelő kívánalmakat megállapítsák.

A tervezés szempontjából alapvető adatokat több ezer járműkilométer megtétele után lehetett

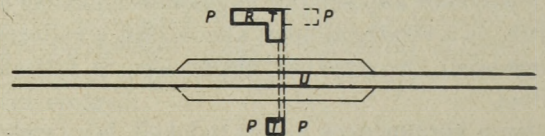


2. ábra. Töltőállomás és büffé közös épülete a tolyópályára merőleges elrendezésben. Az ellenoldalon csak töltőállomás van

megszerezni. Kezdetből fogva kihangsúlyozták, hogy ezeknek a létesítményeknek elsősorban a forgalombiztonságot kell szolgálniuk. Ez az elv érvényesült a létesítmények építési kialakításában, valamint az autópálya hálózaton történő elosztásban is. Ez azonban nem jelenthetett gépies elosztást, mert az állomások iránti igény fárasztó vonalvezetésű, valamint kedvezőtlen klímájú útszakaszokon nagyobb, mint más szakaszokon. Igen lényeges szempont, hogy a szóban forgó szakaszon zömmel rövidtávú, avagy távolsági forgalom bonyolódik-e le, mert az utóbbinál az igény nagyobb. A célforgalom kielégítése csak másodrendű szempont.

Általában nagy „állomásokat” 150 km távolságban igényeltek, amely két órányi utazási távolságnak felel meg. Ezen a távolságon belül kisebb pihenőhelyeket irányoztak elő.

Az első terveknel még nem lehetett tudni, hogy azok végleges megoldásnak tekinthetők-e? Az állomások látogatásával és használatával az üzemi igényeknek megfelelően új szokások alakultak ki.



3. ábra. Töltő- és pihenőállomás közös „L” alakú épülete. Az ellenoldalon csak töltőállomás van, gyalogaluljárós (felüljárós) összeköttetéssel

Autópályákon épülettervezés először a töltőállomásokon történt, ahol rendszerint *étkezőhelység* is épült. A tervezésnél az üzemi és építészeti szempontok egyaránt érvényesültek. Lényeges körülmény volt, hogy a töltőállomások épületeit a magánérdekeltség kikapcsolásával lehetett megvalósítani, s ez a töltőállomás hálózat kifejlesztésénél is érezte előnyös hatását [4].

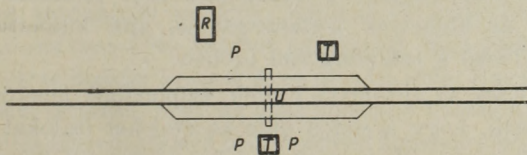
Az első töltőállomásokat az autópálya csomópontoknál kialakuló háromszögekben helyezték el, azzal a megfontolással, hogy az üzemanyagot nemcsak az autópálya, hanem a fel- és lehajtó irányok forgalma is vételezni fogja. Ez az elrendezés továbbfejleszthető volt az „ideális alaprajz” irányába, ahol minden helyet célszerűen ki lehetett használni [5] (1. ábra). Üzemelés közben derült ki, hogy ezzel a megoldással a vezetők nem értenek egyet. Forgalmi nehézségek keletkeztek a belső mozgásokban, a fel- és lehajtó forgalom kevésbé vette igénybe a kutakat, mint ahogyan azt eredetileg feltételezték. A kis étkezőhelyiség, amely eredetileg csak frissítők kiszolgálására készült, nem tudta ellátni a hideg és

meleg ételek iránti keresletet A parkolási lehetőségek hiánya és a háromszögben forgalomtechnikailag hátrányos elhelyezés ennek a típusnak további alkalmazását nem tette lehetővé.

A következő lépés a *folyópályára merőlegesen elhelyezett épület* volt, amely kizárólag az autópálya forgalmát szolgálta ki. Kisebb változtatásokkal ez az elrendezés vált tipikussá (2. ábra).

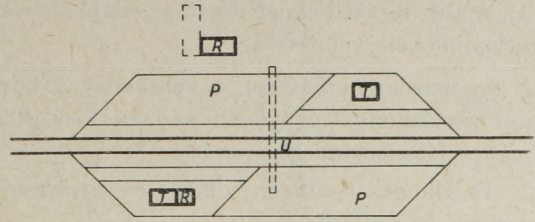
Az autópályahálózat fejlődésével és az ezzel kapcsolatban növekvő távolsági utazásokkal a pihenés iránti igény nagyobb lett és a kis büféhelyiség már nem volt kielégítő. Egyszerű építészeti megoldás érdekében megkísérelték az üzemanyag-kiszolgálás, illetve a vendéglátóipari célt szolgáló helyiségeket *egyetlen épületben* összefogni (3. ábra). Az autópálya két oldalán létesült töltőállomásokat *gyalogos alagúttal* kötötték össze, hogy az egyik oldalon épülő éttermet az ellenkező oldalról is az autópálya szintbeni keresztezése nélkül gyalogosan el lehessen érni. A gyalogos alagút fel-, illetve lejárata a töltőállomás épületében kapott helyet, hogy kedvezőtlen időjárás mellett is biztonságosan lehessen használni.

Az üzemanyag-kiszolgálás és vendéglátóipari létesítmények azonban különböző szükségletet elégítenek ki, s így a további megoldásnál *külön épületbe* kerültek [6] (4. ábra).



4. ábra. Töltő- és pihenőállomás külön épületben a folyópályákra merőleges elrendezésben. Az ellenoldalon csak töltőállomás van, gyalogaluljárós (felüljárós) összeköttetéssel

Az autópálya forgalmának további növekedése *nagyméretű töltőállomások* létesítését kívánta meg; hogy a főpálya forgalmát ne zavarják, az állomás előtt és mögött, mintegy 200 m hosszban *lassító, illetve gyorsító sávokat* alkalmaztak. A kutak előtt két irányra bomlott a belső forgalom, dieselüzemű és egyéb járművek szerint. Ezek között települnek a kutak, a megfelelő tömlőkkel felszerelve [7]. Az autópálya két oldalát gyalogos alul- vagy felüljáró köti össze. Tankolás után rendszerint felmerül az igénye a rövid pihenésnek, de fordítva is előfordul, hogy ti. a rövid tartózkodás alatt állapítja meg a vezető, hogy tankolni is kellene. Ilyenformán a tankolás és pihenés között kölcsönhatás állapítható meg, amely az épületek elrendezésénél is kifejezésre jut. A nagyforgalmú állomásokon, különösen a tehergépkocsi-forgalom, többórás tartózkodásra, esetleg éjszakai szállásra



5. ábra. Nagy töltő- és pihenőállomás külön épületben, a folyópályával párhuzamos elrendezésben, független parkolóterülettel. Ellenoldalon töltőállomás és büfé van egy épületben. Gyalogos aluljáró (felüljáró)

is igényt tart. A nagy töltőállomás *szállodai berendezését* az autópályát használók minden fajta csoportja igénybe veszi (5. ábra). Bár a különböző úthasználók igényei eltérőek, nem lenne gazdaságos, ha mindegyik részére külön berendezéseket létsítenénk. Éppen ezért megkísérelték, hogy olyan üzemi létesítményeket alakítsanak ki, amelyekben minden úthasználó kielégítheti sajátos igényeit.

A sokoldalú feladatot azonban csak nehezen lehet egy átfogó típusal megoldani. A forgalom összetétele, a terepviszonyok és a helyi kötöttségek különböző megoldásokat követelnek meg.

#### 4. A további tervezés és a megoldások lehetőségei

A motorizálás gyors fejlődése megcáfolta a forgalmi szakértők számításait, s ennek a töltőállomások elhelyezésére is kihatása van. Egyes autópályaszakaszokon 10 ezer jármű/nap forgalom, illetőleg ünnepnapokon még ennél is nagyobb lép fel és ez a teherforgalom erős növekedése folytán a töltőállomások nagyszabású kiképzését teszi szükségessé.

A töltőállomás közlekedési területe — a régiékhöz képest — 12—15-szörösére növekedett. A közlekedési terület növekedése az építményekre is következetesen kihat. *Kunde* adatai szerint a töltőállomásokat általában a járművek 6%-a veszi igénybe [8]. Az NDK-ban 1961 őszen 5 állomáson végrehajtott számlálások ennél valamivel nagyobb értéket mutatnak. Az autópálya keresztmetszetén áthaladó járműveknek 15%-a parkol az étteremmel ellátott oldalon és 10%-a az ellenkező oldalon. Mindmellelt rá kell mutatni, hogy a valódi összefüggés az igénybe vevő járművek és a haladó járművek között az utazás távolságától függ. Egy irányban 10 ezer jármű/nap forgalom mellett ezek szerint 1—1500 jármű veszi igénybe az állomásokat. A régi töltőállomások már ezt az igényt nem képesek kielégíteni.

Tekintve, hogy az NDK-ban a járműállomány még távolról sem érte el a telítettségi fokot, a forgalom a jövőben is állandóan emelkedni fog, amely az állomások további terhelését jelenti.

Az újabb tervezéseknél tehát az alábbi *elveket* figyelembe kell venni :

1. Az üzemanyagfelvétel, a várakozás, a hosszabb tartózkodás igényének szerves kielégítése az egyes létesítményekkel.

2. Az-állomás területén világos és egyértelmű mozgások biztosítása :

a) a töltőállomás, illetőleg az étterem független megközelíthetősége,

b) különszintű gyalogosforgalmi kapcsolat az autópálya két oldala között.

3. A tankoló és éttermi szolgálat különválasztása önálló épületekben.

4. Az úthasználók igényének megfelelően differenciált kiszolgálás.

Az új állomások tervezésénél nagyobb forgalommal kell számolnunk, mint régebben. A forgalomfejlődés megbízható becslése minden esetben nehéz, mert az autópályán közlekedő járművek számát és összetételét sok tényező befolyásolja, pl. az időjárási viszonyok, az idények, az ünnepnapok, a társasutazások. A régi kiszolgálási forma mellett nem lehet a csúcsgépjárműveket kielégíteni. Nem lenne gazdaságos azonban az állomásokat a csúcsterhelésekre méretezni, s ezeket így egész évben üzemeltetni.

*A töltőállomásokat és éttermeket rendkívüli igénybevételekre is gazdaságosan működtetni : ez a feladat.*

Üzemanyagvételezés után a parkolóhelyen a gépkocsit általában leállítják és az éttermet felkeresik. A szükségletek kielégítésére 3 csoportba sorolható helyiségeket kell létesíteni :

a) *Éttermi helyiségek* kiszolgálással, vagy önkiszolgálással, nyitott terasz, mosdóhelyiségek, elárúsítóhelyek, távbeszélők.

b) *Gazdasági helyiségek*, kamra, raktár, gazdasági udvar.

c) *Személyzeti és igazgatási helyiségek* a személyzet elhelyezésére és tisztálkodására, és lakás az üzemvezető részére.

A pihenőállomásokat a forgalom nagyságának megfelelően különböző nagyságrendűre kell tervezni. Számlálások és a jelenlegi autópályákon szerzett tapasztalatok alapján a pihenőállomás nagyságrendjére egy bizonyos időtávlaton belül következtetni lehet. Ahogyan az úthasználók számának növekedésével az autópálya forgalma növekszik, ugyanúgy kell a *növekvő igényeknek* megfelelően az üzemi létesítményeket *automata buffékkal és pihenőállomásokkal* fejleszteni. A legkritikább esetekben lép fel a végleges igény az autópálya üzemének kezdeti időpontjában.

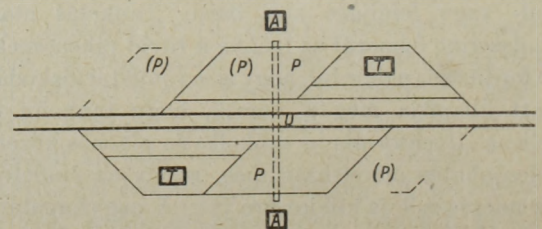
A múltban megkísérelték, hogy a növekvő igényeket egyszerűen a férőhelyek szaporításával elégítsék ki. Ez a megoldás irreális. A férőhelyszám ugyanis a gazdasági és mellékhelyiségek alaprájzával kötöttnek tekinthető. Ha az éttermek ülőhelyeit egyoldalúan szaporítjuk, aránytalanság áll elő a helyiségesoportok között és a hiányzó parkoló-kapacitás zavarólag fog hatni. Olyan kiszolgálási formát kellett keresni, amely rugalmasabb, mint a régi és ugyanakkor gazdaságosabb is. A sietős utasnak a kiszolgálását a csúcórakban is biztosítani kell. A jövőben olyan részleges, vagy teljes kiszolgálási formát kell alkalmaznunk, amelyek következményeit a funkcionális alaprájzi megoldások is követik.

A követelményeket megközelíti az *önkiszolgáló, vagy automata bufférendszer*. Ez feltételezi, hogy rövid időn belül higiénikusan csomagolt ételeket és italokat tudnak az automaták szolgáltatni. A Mitropa hasonló megoldásokat alkalmaz a vasutakon. Az önkiszolgálás az étkeztetés megszervezését leegyszerűsíti. A pihenőállomásokon a jövőben az önkiszolgáló rendszert egymagában, vagy a hagyományos kiszolgálás móddal kombinálva fogják alkalmazni.

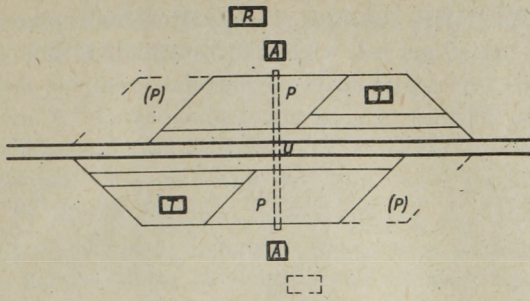
Ez a rendszer hideg és meleg ételek, italok korlátozott, de kielégítő választékát fogja nyújtani. Az önkiszolgálás a várakozási időt lecsökkenti és az ülőhelyek foglaltságát is, ami különösen kedvező a csúcsgépjárművek időben.

Ezek az automata buffék, talponállók lehetővé teszik, hogy a sietős utas az ételeket italokat a helyszínen elfogyassza, illetőleg csomagolt formában a kocsi magával vigye. Az automata buffék nem tekinthetők ideiglenes létesítményeknek. Ezeket az autópálya mindkét oldalán kell megépíteni, olyan elrendezéssel, hogy később egy komplex pihenőállomás részeként is működ-hessék.

Az autópálya két oldalát gyalogos aluljáróval (felüljáróval) össze kell kötni. Az automata buffé áru ellátása (feltöltése) a legközelebbi pihenőállomásra történik (6. ábra).



6. ábra. Nagy töltőállomás bufféval, mindkét oldalon külön épületben. Független parkolóterület. Gyalogos aluljáró (felüljáró)



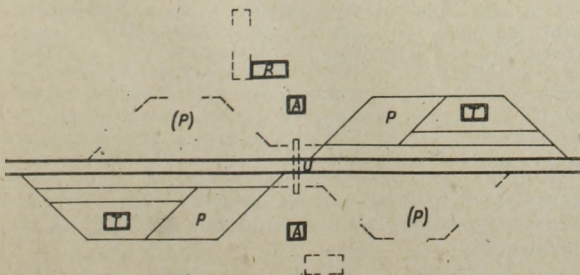
7. ábra. Nagy töltőállomás automata büffével, mindkét oldalon külön épületben. Független parkolóterület. Pihenőállomás az egyik oldalon, a büffével funkcionálisan kapcsolva. A parkoló-terület a töltőállomás mellett. Gyalogos aluljáró (felüljáró)

Az autópályák magaséptípményeinek létesítése a jövőben is a *töltőállomásokkal* kezdődik. Üzemi és gazdasági szempontból először a töltőállomások épülnek meg, de akkor is úgy kell azokat elhelyezni, hogy később a tervezett pihenőállomásokkal összhangba kerüljenek.

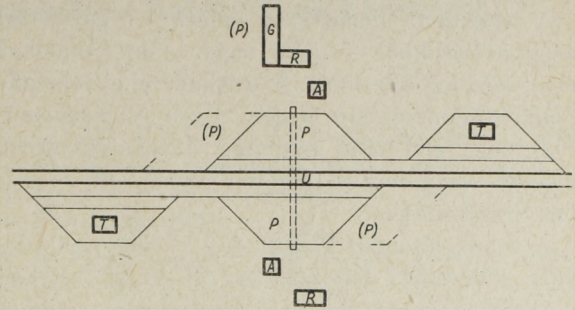
A pihenőállomások fokozatos kiépítése során következő lépés az *autópálya egyik oldalán pihenőállomást* építeni, amely annál is inkább (a legtöbb esetben) kielégítő, mert hiszen büfészolgálat mindkét oldalon létesült. A gyalog-aluljáró lehetővé teszi, hogy a pihenőállomást az ellenkező oldalról is felkereshessék. A 7. és 8. ábra két elrendezési változatot tüntet fel.

Tapasztalat szerint a forgalom növekedésével felmerül a *szálloda* iránti igény is. A mi korunkban az autópályák az egyes államok és kontinensek között összekötő kapcsot jelentenek. Megnövekednek az utazási hosszok és az utazási idők. Emellett nem célszerű, hogy az utas hosszabb utazás után, mint idegen, a közeli helységekből keressen éjszakai szálláslehetőséget, ha következő reggel az autópályán folytatja útját.

Csaknem kivétel nélkül elegendő lesz az autópályák egyik oldalán szállodát létesíteni. Kívánatos, hogy az ellenirányú forgalom járművei részére a közelben egy külön szintű *útátjáró* rendelkezésre álljon. Gazdasági és üzemi funkció szempontjából a szálloda az éttermi részekkel kapcsolódik. Ez a



8. ábra. Nagy töltőállomás önkiszolgáló étkezdével, mindkét oldalon külön épületben. Független parkolóterület. Pihenőállomás az egyik oldalon, a büffével funkcionálisan kapcsolva. A parkoló-terület a töltőállomás mellett. Gyalogos aluljáró (felüljáró)



9. ábra. Nagy töltő- és pihenőállomás önkiszolgáló étkezdével, külön épületekben. Független parkolóterület. Az utasszálló az egyik oldalon, a pihenőállomással funkcionálisan kapcsolatban. A töltőállomástól függetlenül elhelyezett parkolóterület. Gyalogos aluljáró (felüljáró)

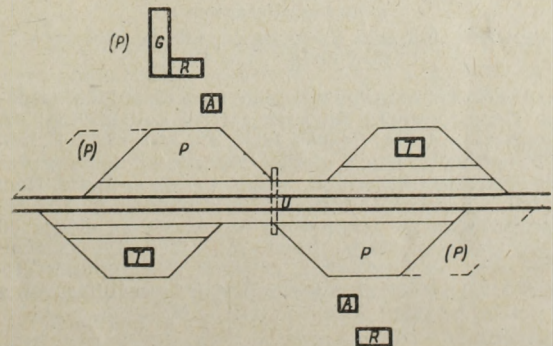
hagyományos módszer szerint függőleges értelemben lehetséges (emeletes szálloda) vagy vízszintes értelemben, mint motel. A szálloda, illetve a motel az éttermekkel, büffével együtt *komplex pihenőállomást* alkot (9—10. ábra). A szálloda vendégei részére a közelben megfelelő parkolóállások biztosítandók.

## 5. A pihenőállomások

### nagyságrendjének megállapítása az NDK-ban

A pihenőállomások nagyságrendjét, számát, valamint egymástól való távolságát egységes elvek szerint megállapítani nem lehet, mert az autópályák forgalma igen váltakozó és sok tényezőtől függ. Az elmúlt 25 év alatt épült ilyen jellegű létesítményeknél szerzett megfigyelések és vizsgálatok alapján azonban megkíséreljük a *jövőben várható igényeket* nagyságrendileg meghatározni.

A nagyságrend lényeges a pihenőállomások gazdasági kihasználási fokának a megbecslésénél. A *büffé-szolgálattal* biztosítjuk az étkezési igények alsó fokát. Ezeket a parkolóterület közelében és a tervezett éttermi szolgálattal összhangban kell megtervezni. Az automata büfék egymástól való távolsága a töltőállomások telepítésétől függ és általában 30—50 km.



10. ábra. Azonos a 9. ábra megoldásával, csak a parkoló-területek egy magasságban vannak

A forgalom ingadozása miatt — gazdasági megfontolásból — igen nagy komplexumokat nem célszerű létesíteni. A legtöbb pihenőállomás tehát közép nagyságú legyen. *Nagy pihenőállomások* csak igen erős forgalmú autópályaszakasz mellett, vagy fontos forgalmi csomópont közelében indokoltak.

A vendéglátóipari létesítmény férőhely-szükségletét különböző feltételezésekből kiindulva kell megközelíteni. Az alsó határt a korszerű konyha-berendezés szabja meg, amely a megfelelő ételek és italok előállításához még szükséges; s ez *legalább 100 ülőhely (teríték) az étteremben.*

A *csúcsidőszakban*, amely az egész napi forgalomnak csak egy kis százalékát teszi ki, a férőhely-igény lényegesen nagyobb, s ez a mértékadó. Hogy a gazdaságosságot és a csúcsban mutatkozó igényt megközelítsük, szükséges bevezetni az *önkiszolgálást*. Ezzel a hagyományos kiszolgálási formához képest 2—3-szorosára emelhetjük a férőhely-kihasználást.

Ilyen megfontolásokkal a nagy pihenőállomások is *legfeljebb 250 ülőhelyre* tervezzük. Figyelemmel arra, hogy a csúcsigények a nyári időszakban lépnek fel, a férőhelykapacitást terrasz-ülőhelyekkel bővíthetjük, éspedig a terrazon hagyományos kiszolgálás mellett 25%, önkiszolgálás mellett 50% ülőhely biztosítandó az alapképesség felett.

A zavartalan pihenés érdekében a pihenőállomás a parkolóhelytől 120—150 m-re helyezendő.

A nagy pihenőállomások távolsága 100—120 km, míg a közepesek egymásközi távolsága a forgalomtól és a töltőállomások távolságától függ, s ennek megfelelően sűrűsíthető.

Az NDK autópályái mellett levő pihenő-állomások ma már a közlekedéstechnikai, funkcionális, vendéglátóipari és higiéniai szempontokból nem felelnek meg a követelményeknek. A megváltozott társadalmi formának az önkiszolgáló rendszer felel meg. A létesítmények nagyságrendjét a gazdaságossági szempontoknak és a rugalmas kiszolgálási formának megfelelően kell megállapítani. Az autópályák étkezőhelyein az automata büfé-szolgálat fejlődik ki.

A töltőállomások és a pihenőállomások üzemi szükségleteiknek megfelelően világosan szétválasztott forgalmi nyomok az egész létesítményt áttekinthetővé teszik.

#### IRODALOM

- [1] *Wehner, B.*: Reichsautobahnverkehr fordert Rastanlagen, Schriftenreihe „Strasse“, Berlin 13. sz. 14—16. old.
- [2] *Wehner, B.*: Rastanlagen an der Reichsautobahn, Die Strasse, 1938. évi 6. sz. 167. old.
- [3] Rastanlagen an der Reichsautobahn, Die Bauzeitung, 1938. évi 27. sz. 416—420. old.
- [4] *Wehner, B.*: Hochbauten der Reichsautobahn, Zentralblatt der Bauverwaltung, 1941—1942. évi 62. sz. 117—126. old.
- [5] *Wehner, B.*: Betriebsanlagen an der Autobahn, Monatshefte Baukunst und Städtebau, 1938. évi 7. sz. 215—224. old.
- [6] *Bode, P.*: Autobahn-Raststätte Camberg, Deutsche Bauzeitschrift, 1957. évi 8. sz. 922—925. old.
- [7] *Oesterlein, D.*: Autobahn—Tankstelle mit Imbissstube am Blauen See bei Hannover, Deutsche Bauzeitschrift, Gütersloh, 1956. évi 8. sz. 860—866. oldal
- [8] *Kunde, H.*: Neue Bauten an Bundesfernstrassen, Strasse und Autobahn, 1958. évi 8. sz. 283—288. old.

## Könyvszemle

**Váradai János (szerk.): Traktorok és autók üzemeltetése a mezőgazdaságban**

Bp. 1964. Műszaki Könyvkiadó, 440 old. 216 ábra  
(ára kötve: 35,— Ft)

E könyvet az Agrártudományi Egyetem Mezőgazdasági Gépészmérnöki Karának szerzői kollektívája: *dr. Beregszászy Attila, Bodolai Imre, dr. Jeszenszky Zoltán* és *Váradai János* írta, a mezőgazdaságban dolgozó gépész szakemberek, traktorosok, brigádvezetők számára. Nem foglalkozik a mű a traktorok és gépkocsik működésének leírásával; e tekintetben az olvasót az eléggé bő szakirodalomra utalja. Részletesen tárgyalja azonban mindazokat a kérdéseket, amelyek a géptípusok cél-szerű kiválasztásával, a gépcsoportok összeállításával, a

gépláncokkal és rendszerekkel, a munka szervezésével, a gépek beállításával, karbantartásával, tárolásával kapcsolatosak.

A négy részből álló kötet I. része a *traktorokat*, ezek típusait, főbb adatait, teljesítményeit és üzemi munkáját, karbantartását stb. ismerteti. A II., rövidebb rész ad általános tájékoztatást a *magánjáró gépek üzemeltetéséről* a mezőgazdaságban. A III. részben foglalkozik a könyv a *gépcsoportok* üzemeltetésével és biztonságtechnikájával, míg a IV. rész a *gépkocsikra és egyéb szállítóeszközökre* vonatkozóan foglalja össze a mezőgazdasági üzemeltetési ismereteket. A könyv végén a mezőgazdasági traktorokra és pótkocsikra vonatkozó adatok, a mezőgazdasági gépi normák összeállítása stb. található.

## Hozzászólás Bognár István „A városi közlekedés helyzete és problémái” c. cikkéhez\*

Bognár István figyelemre méltó cikkében röviden ismerteti a városi közlekedés legfontosabb időszzerű problémáit. Hozzászólásomban, néhány kisebb kiegészítésen és észrevételen kívül, a cikk befejező részével — a városi közlekedési kutatások problémáival — szeretnék részletesebben foglalkozni.

Külön kiemelem azt a megállapítást, hogy a hangsúlyt a tömegközlekedés előmozdítására kell helyezni. A főváros nemrég elkészült 20 éves közlekedésfejlesztési tervében ezt úgy fogalmaztuk meg, hogy a tömegközlekedést és a gépkocsiközlekedést egymással összhangban kell fejleszteni, ezen belül azonban biztosítani kell a tömegközlekedés elsődlegességét. Ahol helyszűke miatt — különösen a tágabb értelemben vett belvárosban — az együttes fejlesztés már nem lehetséges, a személygépkocsi forgalmat kell korlátozni. A gépkocsi mozgásának biztosítása tehát nem lehet öncélú, hanem az utazni kívánó tömeg elszállítása a lényeg, és ez elsősorban megfelelően megválasztott tömegközlekedési eszközökkel érhető el. A szocialista elvekkel ellentétes a kényszer alkalmazása, ezért a tömegközlekedés igénybevételét elsősorban a tömegközlekedés vonzóvá tételével kell elősegíteni, s a korlátozások ezt csak kiegészítik. Ennek számos módja van, pl. sebességnövelés helyes forgalomirányítással, vagy második szint építésével (burkolat alatti villamos), a zsúfoltság elviselhető mértékre való csökkentése nagy befogadóképességű járművekkel stb. Ezeket nem kívánok részletesen foglalkozni, mert külön cikk keretébe kívánkozok; ezúttal csupán távlati közlekedésfejlesztési tervünk legfontosabb alapelveit kívántam kiemelni.

Röviden foglalkozik a cikk a második tömegközlekedési szint magas vezetésű kialakításával, tehát a *függő- és magasvasutakkal* is. A hazai tervezésű magasvasút alkalmazási lehetőségét a főváros már megvizsgáltatta, mind forgalomtechnikai, mind gazdaságossági szempontból és kisminta kísérletet is tervez. Kétségtelenül csábító a magasvasutak létesítésének gondolata, azonban az eddigi vizsgálatok szerint megépítése csak különleges esetekben lehet indokolt; nem biztos, hogy a villamos, trolibusz, autóbusz, földalatti gyorsvasút, elővárosi gyorsvasút stb. mellett célszerű lesz egy további tömegközlekedési fajta bevezetése, a többitől erősen eltérő üzemeltetéssel. Számos ezzel kapcsolatos problémára csak a kisminta kísérlet ad választ. Vigyázni kell tehát arra, hogy a magasvasút ne váljék olyan divattá, mint régebben más országokban a villamosközlekedés megszűntetése, vagy a trolibusz meg gondolatlan, túlzott népszerűsítése és alkalmazása.

Bognár István a cikk végén független tudományos kutató intézet létesítését sürgeti, amely országos szinten foglalkoznék a városi közlekedéssel.

A szerző szerint jelenleg elmarad az országos összefüggések vizsgálata és az egyes tárcáknál folyó kutatások összehangolása, mert hiányzik a koordináló szerv.

E megállapítással ellentétben országos szintű koordinálás ma is van, azonban kétségtelen, hogy a szakemberek — kellő tájékoztatás hiányában — nem ismerik a városi közlekedési kutatás jelenlegi helyzetét és az elért eredményeket. Az Orsz. Távlati Tudományos Kutatási Terv 30. sz. főfeladatának koordináló bizottsága részéről ezért szükségesnek tartom, a cikk kiegészítéseképpen, nyilvánosság elé tárni a városi közlekedési kutatások helyzetét.

Kormányzatunk néhány évvel ezelőtt az országban folyó legfontosabb tudományos kutatások összefogását célzó rendeletében külön főfeladatot jelölt ki „A nagyvárosi közlekedés korszerűsítése” címmel. A kormányrendelet alapján 1961-ben indult meg a munka, de a kutatóbázist — ha szerény keretek között is — már a kormányrendelet megjelenése előtt kialakította a főváros a *Fővárosi Mélyépítő Tervező Vállalatnál*. A továbbiakban más kutatóhelyeket: kutatóintézeteket és egyetemi tanszékeket is sikerült bevonni a munkába. Időközben az Orsz. Távlati Tudományos Kutatási Tervből több főfeladatot töröltek, a városi közlekedés azonban változatlanul szerepel az országosan összefogott és irányított kutatások között, és a főfeladat végül a 30-as számot kapta.

A kutatások felelőse a *Fővárosi Tanács* (minden főfeladatért valamelyik minisztérium, vagy főhatóság felelős), az operatív irányítást pedig *koordináló bizottság* végzi. A koordináló tevékenység egyaránt szükséges egyrészt a főváros által különböző helyeken végeztetett kutatások összehangolása, másrészt az egyes tárcák által végzett hasonló jellegű kutatásoknál a fővárosi kutatásokkal való egyeztetés végett.

A kutatási ráfordítások volumene 1961-ben 1 millió Ft volt, jelenleg évente 2,5—3 millió Ft. Ez jelentős összeg, de a városi közlekedési feladatok sürősödése miatt az igény lényegesen nagyobb lenne.

A fővárosi forgalom nagyságából és súlyos problémáiból következik, hogy a kutatások nagyobb része *Budapest* közlekedési problémáinak megoldását szolgálja, azonban egyrészt az eredmények vidéki városainkban is hasznosíthatók, másrészt egyes fontos témák kidolgozásánál a kutatóhelyek külön is figyelembe veszik a speciális *vidéki* problémákat. Így pl. „A tömegközlekedési eszközök alkalmazási területe” vagy „A tömegközlekedési eszközök végállomásainak és megállóhelyeinek kialakítása, különös tekintettel az egyirányú villamoskocsi alkalmazási lehetőségének vizsgálatára” c. kutatások kifejezetten a vidéki követelmények figyelembevételével folytak.

\* Lásd *Közlekedéstudományi Szemle*, 1963. évi 10. sz.

E hozzászólás keretében minden befejezett és folyamatban levő kutatást nem sorolhatok fel, mert a különböző kutatóhelyeken jelenleg is 20–30 témán dolgoznak, — viszont szükségesnek tartom ismertetni a kutatásra kijelölt témák kiválasztásának elveit.

A kutatások két főirányban haladnak. Nagyobb részük a *távlati közlekedésfejlesztési tervek tudományos megalapozását* szolgálja. Ezeket közvetlenül a Fővárosi Tanács irányítja. E kutatások nemcsak alapját képezik a fejlesztési tervnek, hanem sokszor össze is fonódnak vele. Sok esetben a kutatás és a tanulmányi terv szét sem választható egymástól. A jövőben az ilyen jellegű kutatások egyre nagyobb súllyal szerepelnek a főváros által közvetlenül irányított kutatások között és volumenüket tekintve is a 30. sz. főfeladat nagyobb részét alkotják.

A kutatások másik része a *közlekedési vállalatok* mindennapi munkáját segíti; ezek forgalomirányítással, üzemvitellel, járműkarbantartási problémákkal stb. foglalkoznak. Nagy részük erősen vállalati szintű, ezért e kutatásokat a vállalatok végzik, vagy végzetik. Kiemeltük közülük döntő jelentősége miatt a forgalomirányítással kapcsolatos kutató munkát, és azt fővárosi szinten irányítjuk. A munka koordinálásával nem közlekedési vállalatot, hanem központi kutató szervet bízunk meg.

Egyelőre még a kutatások harmadik csoportját alkotják a *korszerű járművek és fődarabok* kialakítására vonatkozó olyan kutatások, amelyeket nagyrészt az ipar helyett végeztetünk. Ezeket a jövőben fokozatosan át kívánjuk adni a járműgyártó vállalatoknak, illetve ilyen profilú kutató intézeteknek.

Néhány befejezett, vagy befejezés előtt levő *kutatási téma*: Korszerű tömegközlekedési járművek kialakításának irányelvei.

A közúti forgalom jellemzőinek és összefüggéseinek vizsgálata, jármű-egyenértékek meghatározása.

Budapesti tömegközlekedési és közúti forgalomirányítási rendszer kidolgozása.

A budapesti csomópontok kapacitástartalékának vizsgálata.

A budapesti városközpont szerepének vizsgálata.

Gumirugózás kialakításának vizsgálata villamos járművekhez.

Fékkrendszerek és fékezési viszonyok vizsgálata villamos járműveken.

A kutatások volumene és tematikája azt mutatja, hogy ma már senki sem vitatja a közlekedésfejlesztési tervek tudományos megalapozásának fontosságát, és hogy a városi közlekedési kutatómunka megindult és gyors ütemben folyik. Hiba és probléma azonban még sok van, s itt szeretnénk kapcsolódni Bognár István cikkének megállapításaihoz.

A hibák egy része általános jellegű és csaknem valamennyi kutatási főfeladatnál jelentkezik, függetlenül a főfeladat jellegétől. Ezek abból erednek, hogy az Orsz. Távlati Tudományos Kutatási Terv kialakítása az első lépés volt a népgazdaság

különböző területein folyó fontos kutatások összefogására. Hiányoztak a tapasztalatok és nemcsak a terv készítői vártak útmutatást a *Tudományos és Felsőoktatási Tanácstól*, hanem az egész munkát összefogó Tudományos és Felsőoktatási Tanács is messzemenően támaszkodott az egyes bizottságok menet közben szerzett tapasztalataira. Így a helyes módszer a munka során alakult ki, s ez sokszor átcsoportosítással és módosításokkal járt. A munka újszerűségével függ össze, hogy a kutatásokkal kapcsolatban sok az adminisztráció. Ez nehézséget okoz, de belátható, hogy éppen a munka újszerűsége miatt a felsőbb szerveknek részletes adatszolgáltatásra kell támaszkodniuk. Általános hiba volt az is, hogy a rendelkezésre álló erőket nem sikerült a legfontosabb kutatási témacsoportokra, feladatokra koncentrálni.

A városi közlekedési kutatásoknál fennálló hibákat ismerjük, ezek feltárását éppen a közelmúltban — részben a *városi közlekedési konferenciával* kapcsolatban — kezdte meg a koordináló bizottság. Remélhető, hogy 1964-ben a feltárt hibák nagyrésze megszüntethető. A *hibákat és okait* a következőkben foglalhatjuk össze:

1. A koordináló bizottság tagjainak sok egyéb elfoglaltságuk miatt kevés idejük jut a *koordinálásra*. Ezen úgy segítünk, hogy az egyes témacsoportok koordinálásával a témacsoport kutatásában résztvevő kutatóhelyet, s azon belül egy felelős személyt bízunk meg.

2. A legnagyobb hiba, hogy hiányzik a *kutatások propagálása és a szakemberek által való megvitatása*. Ezért elkészítettük az elvégzett és előrehaladott állapotban levő kutatások jegyzékét és tartalmi kivonatát. Ez a kiadvány terveink szerint többnyelvű lesz, és a továbbiakban évente ki-egészítjük.

Nem kielégítő — mert kevés a létszám — a kutatások menetközbeni irányítása, a kész munka elbírálása, nyilvántartása és terjesztése. A koordináló bizottság a közeljövőben kíván javaslatot tenni a kérdés rendezésére.

3. Kevés a kutatásra hivatott *városi közlekedési szakember*, s ezek is sokszor csak munkaidejük egy részét tölthetik képességüknek megfelelő szintű munkával. További nehézséget okoz, hogy a tervező vállalatnak megfelelő szervezeti felépítésű Fővárosi Mélyépítési Tervező Vállalaton belül a *közlekedési kutatást végző csoport* adminisztrációs szempontból nem illeszthető be tökéletesen a vállalati szervezetbe.

4. Jelenleg nem érvényesül eléggé a városi közlekedési kutatásokban a *vidéki városok* igénye. Ezért a következő tervidőszakban helyes lenne a koordináló bizottságot néhány vidéki szakemberrel kiegészíteni.

Szükségesnek tartok néhány gondolatot fűzni a *független városi közlekedési kutató intézet* felvetéséhez. Legújabb értesüléseim szerint külföldön és a KGST keretében a várostervezést kívánják összekapcsolni a városi közlekedés tervezésével. Egy komplex országos városi kutató intézet azonban olyan létszámú lenne, hogy eredményes munkája erősen vitatható; ezért ennek az intézetnek a létesítését fővárosi szinten kellene megvizsgálni.

Helytelen lenne kikapcsolni a kutatásokból az egyetemi tanszékeket. Az is kérdéses, hogy a szervezeti különbözőség ellenére helyes lenne-e a kutatást a tervezéstől különválasztani. Mindezek olyan problémák, amelyekre ma még nehéz válaszolni. Mindenesetre a 30. sz. főfeladat koordináló bizottsága segítségével a koordinálás, a propagálás és a vidéki városok igényeinek kielégítése egyaránt megoldható, ha a felsorolt hibákat és nehézségeket sikerül kiküszöbölnünk.

Bognár István véleménye szerint a KGST-n belül is foglalkozni kell a városi közlekedés kérdéseivel. Ezzel egyetértek, mert személyes tapasztalatom szerint a különböző államokból hozzánk látogató szakemberek mindig érdeklődnek a táv-

lati közlekedésfejlesztési tervek és azok megalapozása iránt. Külföldön nem tudnak a nálunk folyó széleskörű és központilag irányított városi közlekedési kutató munkáról, még kevésbé tudnak kutatómunkánk eredményeiről.

A nemzetközi együttműködés első lépéseként kutatásaink propagálását tartom szükségesnek. Ezt szolgálja a már említett 1964-re tervbe vett többnyelvű kiadvány. Reméljük, hogy ezáltal a második ötéves terv végére létrehozzuk a nemzetközi együttműködés alapjait és így a következő ötéves tervben már meglesz a lehetősége a városi közlekedési kutatás nemzetközi szintű koordinálásának is.

Kutas László.

Keresse fel a

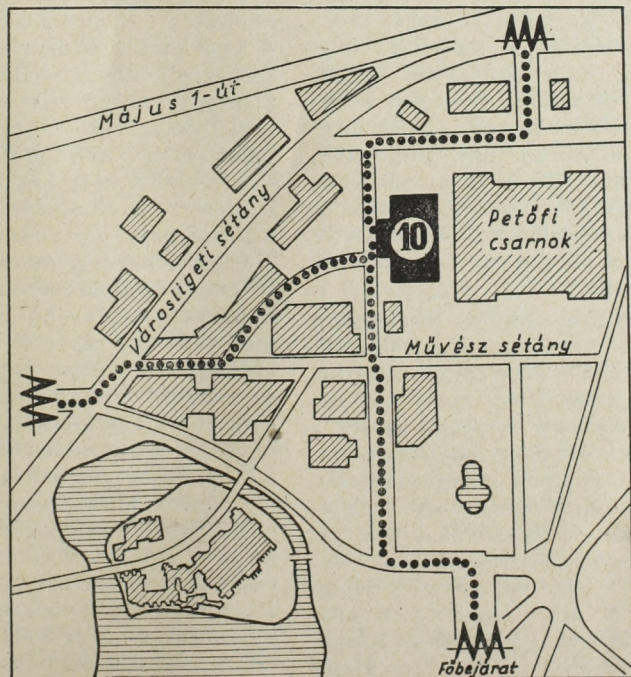
## NEMZETKÖZI MŰSZAKI KÖNYVKIÁLLÍTÁST

a

Budapesti Nemzetközi Vásár  
10. számú pavilonjában

Anglia, Amerika, Bulgária, Csehszlovákia,  
Hollandia, Jugoszlávia, Lengyelország,  
Magyarország, Német Demokratikus  
Köztársaság, Német Szövetségi  
Köztársaság, Románia és a  
Szovjetunió kiadóinak  
legújabb műszaki  
könyveit és  
folyóiratait  
állítjuk ki.

**MŰSZAKI KÖNYVKIADÓ**



**10 NEMZETKÖZI MŰSZAKI KÖNYVKIÁLLÍTÁS**

1964 május 15—25

## NEMZETKÖZI SZEMLE

## A 50 Hz-es villamos vontatás fejlődése és előretörése az angol vasutaknál

TÓTH KÁLMÁN

A vasutaknak az 1900-as években megindult villamosítása a legintenzívebben azokban az országokban fejlődött, ahol kevés szén, de bőséges víziergia állott rendelkezésre (Svájc, Észak-Olaszország, Ausztria). Az *angol vasutakon* ez a fejlődés kezdetben lassúbb ütemű volt; ennek egyik oka kétségkívül a szigetország jó minőségű és bőséges szénkészletének kereshető. A nagyvárosok belső forgalmát lebonyolító földalatti és közúti, valamint elővárosi vasutakon kívül a fővonalakon csak az ország déli részében vezettek be villamosvontatást. Mindezeket a vonalakat egyenárammal vontatták és közöttük a harmadik sínes áramhozvezetés is megtalálható.

A szénenergiával való takarékoskodás, valamint a vasúti közlekedés korszerűsítésének szükségese azonban a második világháború után Angliában is felvetette a villamosvontatás kiterjesztésének kérdését. Ennek megvitatása során úgy döntöttek, hogy mintegy 15 év távlatában az ország fővonalait villamos vontatásra állítják át, megtartva az addig is alkalmazott *egyenáramú rendszert*.

Ebben az időben hazánkban már 15 éves múltra tekintett vissza a *Kandó Kálmán* által bevezetett *50 Hz-es ipari frekvenciájú villamos vontatás*, amely a nemzetközileg egyöntetűen alkalmazott villamos energiatermeléshez és elosztáshoz való legegyszerűbb és legkisebb költséggel járó csatlakozást a vasutak számára is lehetővé tette. A világszerte 50 Hz-el először villamosított magyar fővonalra *Kandó* megtervezte az első 50 Hz-es villamos mozdonyok úttörő példányait is, így 1932-ben megindulhatott, egyelőre Budapest—Komárom között, majd Hegyeshalomig kiterjesztve a villamos vontatás, amely egy új rendszer életképességét volt hivatva igazolni.

A második világháború előtt a német vasutak, majd utána a

francia vasutak kezdtek kísérleteket az 50 Hz-es villamos vontatással, legfőképpen azért, hogy megtalálják azt a *mozdonytípust*, amely ehhez a rendszerhez legalkalmasabb. A magyar vonalon szolgálatot teljesítő úttörő mozdony ugyanis — mint az úttörő szerkezetek általában — a vasúti vontatás igényeit nem tudta maradéktalanul kielégíteni, bár arra alkalmas volt, hogy az 50 Hz-es villamos vontatás versenyképességét bebizonyítsa.

A francia nagyszabású kísérletek alapján, amelyeknek során az 50 Hz-es vontatáshoz elképzelhető minden mozdonymegoldási lehetőség sorozatos kipróbálásra került, kialakult az 50 Hz-es villamosmozdony típusa, amely nem egy szempontból felülmúlta a hosszú fejlődésen átment egyéb rendszerű villamos mozdonyokat. A kísérletek eredménye nyomán a kiterjedt és igen tökéletesen működő egyenáramú rendszerrel vontató francia vasutak új vonalaik villamosításakor az 50 Hz-es rendszer alkalmazását határozták el. Ugyanerre az elhatározásra jutottak a *Szovjetunió* vasutai is, egy próbavonalon végzett gondos kísérletek eredményeként. Ezzel kezdetét vette az 50 H-es villamos vontatás egyre gyorsuló alkalmazása, amely napjainkban az említett országokon kívül a *török és portugál*, Ázsiában a  *kínai, hindu és japán*, Afrikában pedig a *kongói* vasútvonalakra terjed ki.

A sikeres kísérletek nyomán az angol vasutak is, megváltoztatva kezdeti elhatározásukat, vontatásuk korszerűsítésében az egyenáram helyett áttértek új vonalak villamosításánál az 50 Hz-es rendszerre. Egyenárammal a jövőben csak ott villamosítanak, ahol már az így villamosított vonalak meghosszabbításáról van szó.

Az 50 Hz-es villamosmozdony legtökéletesebb megoldási alakjában vontatómotorként ma már *egyenáramú soros motort* alkalmaznak, amely a vasúti vontatás ideális motortípusa. Az 50 Hz-es

felsővezetékéről levett váltakozóáramot a *mozdonyon elhelyezett átalakító* a motorok táplálására alkalmas egyenáramra alakítja át. Első kísérleti alakjában ez *forgó átalakító-gép* volt. (Ward-Leonard mozdonyok). Majd a nehéz forgógép helyébe a sokkal könnyebb és egyszerűbb *higanygőz átalakító* lépett, amely különlegesen a mozdonyüzemre alkalmassá tett excitronnak és ignitronnak nevezett alakjában túlhaladottá és elavulttá tett minden más megoldást, magát a Ward—Leonard mozdonyt is. Az 50 Hz-es vontatás számára nagy sorozatokban kezdték gyártani az excitronos, de főleg az ignitronos mozdonyokat. Az angol vasutak ebben az időpontban kezdték meg vonalaiknak 50 Hz-es rendszerrel történő villamosítását.

Egy 1963 év végén kiadott közleményben ismertetik ennek eddigi eredményeit és körvonalazzák villamosvontatásuk jövőbeli fejlesztését.\*

Eszerint az utolsó öt évben 2090 km hosszú vonalat villamosítottak a nemzetközileg szabványosított 25 kV feszültségű 50 Hz-es rendszerrel. 1966 végéig további 1210 km-t fejeznek be. Ma 90 mozdony teljesít szolgálatot, mindegyikük 3300 lóerős; azonkívül a 850 lóerős, többrészes motorkocsikból 500-nál több fut a vonalakon. Ezek a villamos járművek 1963 végéig 110 millió km-t futottak.

A beszámoló megállapítja, hogy a villamos vontatás műszakilag is, gazdaságilag is tökéletesebben oldja meg a feladatát, mint akár milyen más vontatási változat; azonban ennek alapfeltétele, hogy a helyhez kötött berendezéseknek (alállomások, felsővezeték) számottevő költségeit nagy sűrűségű forgalomra lehessen szétosztani. Az 50 Hz-es rendszer egyik főlényét éppen az adja meg, hogy ezek a költségek kisebbek,

\* A *Engineering in Britain*, „The State of Railway Electrical Engineering in Britain” c. közleménye.

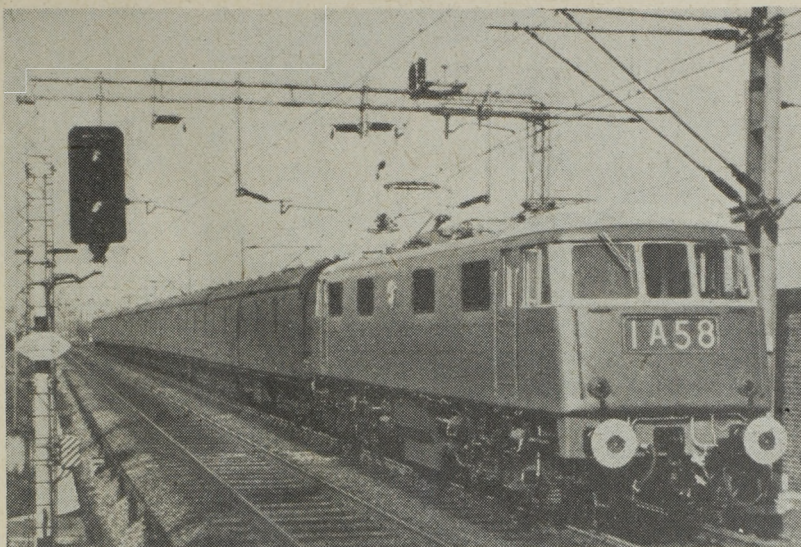
mint más villamosvontatási rendszereknél.

Mivel a jövőben az angol vasutakon a villamos vontatás még erőteljesebb fejlődése várható, az *angol ipar* intenzív munkába kezdett a villamos vontatás tökéletesítésére, egyúttal azonban a vasútüzemben általában használt egyéb villamos berendezések (vontatvilágítás, távközlő berendezések stb.) fejlesztésére is. Ennek a munkának a során számításba veszik azoknak a külföldi igényeknek a kielégítését is, amelyek ilyen berendezéseiket az angol ipartól kívánják beszerezni.

Mintegy 8 évvel ezelőtt az angol vasutak kísérleti üzemet kezdtek 50 Hz-es felsővezeték alatt három *motorkocsi* egységgel, amelyek félvezető egyenirányítókkal voltak felszerelve. Ezek az egyenirányítók a második világháború alatt alakultak ki, és egyre nagyobb teljesítőképességre készültek, majd a villamos vontatásban is alkalmazásra kerültek. Az említett három kísérleti motorkocsi-egység *germánium egyenirányítókkal* volt felszerelve.

Ez az egyenirányító típus az *ignitron* (excitron) egyenirányítókkal szemben, amelyek máris aránylag kis súlyúak, még továbbbi súlycsökkentést tett lehetővé. A próbaüzem annak az eldöntésére volt hivatva, hogy igazolja a vasútüzem széles határok között változó terhelésingadozása mellett is az új egyenirányító típus üzemi megbízhatóságát. Alig indult meg ez a próbaüzem, gyártani kezdték az ugyancsak a félvezetők csoportjába tartozó *szilícium egyenirányítót*, amellyel először a német, majd a francia és svéd vasutak szereltek fel egy-egy próbamozdonyt. Az eredmények alapján kezdte meg egy munkaközösség — amelyben német, francia, belga és svájci mozdonygyárak vesznek részt — nagyobb számban a szilícium-egyenirányítós mozdonyok gyártását. Ebből szereztek be a *magyar vasutak* hét mozdonyt, megvásárolva egyúttal a mozdonyok belső gyártása céljára a *gyártási licenc* is.

Az angol vasutak és az ipar, figyelemmel kísérve és hasznosítva ezeket az eredményeket, ugyancsak berendezkedett ilyen mozdonyok gyártására. Beszá-



1. ábra

molójuk szerint a további 50 Hz-es villamosítás céljára megrendelt újabb 100 mozdony szilícium-egyenirányítóval készül és mint az eddigi forgalomba állított 90 mozdony, ugyancsak 3300 lóerő teljesítményt fejt ki. A mozdonyoknak csak egy áramszedőjük lesz (ennek alakja a 2. ábrán jól látható). A mozdony főtranszformátorának négy, egymástól független, de azonos szekerterekere van, ezek táplálják a négy hídkapcsolású szilícium-egyenirányítót, amelyek külön-külön látják el egyenárammal a vontatómotorokat.

A mozdonyok négy vontatómotora marokescsapágyas felfüggesztéssel, görgőscsapágyazással és rugalmas fogaskerékkel hajtja a mozdony tengelyeit, a mechanikai rezgések további csökkentése végett a tengelyágak és motor közé is lengéscsillapító van beszerelve. A vontatómotorok négy-pólusúak és a szükséges teljesítményt mezőgyengítés nélkül is szolgáltatni tudják. Ezzel a mozdony vezérlését is sikerült egyszerűsíteni. A mozdonyokat villamos ellenállásfékezéssel látják el; ezt a későbbiekben, a féktuskókopás csökkentése végett, a mechanikus féket is működtető egyetlen kezelőfogantyúval vezérlik.

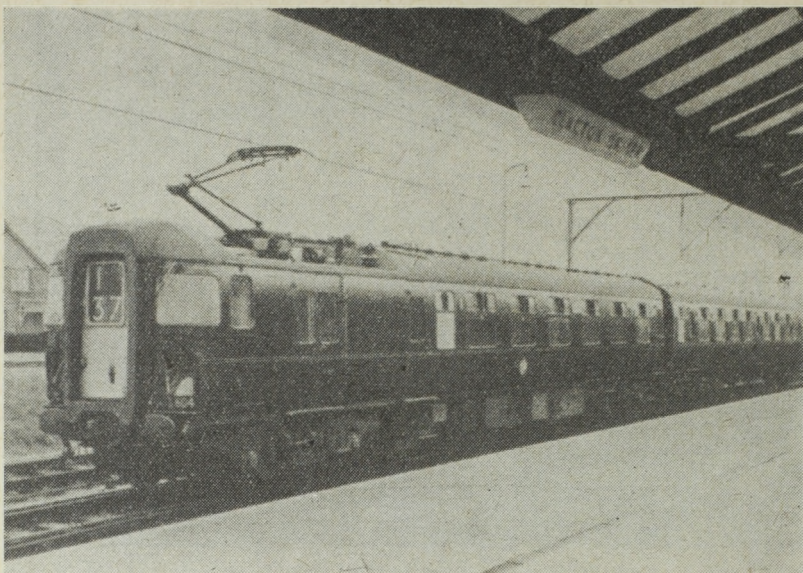
Alapjában véve az új mozdonyok hasonlóak lesznek a már szolgálatban álló mozdonyokhoz — ezek egyikét az 1. ábra tünteti fel a 25 kV feszültségű 50 Hz-es

felsővezeték alatt — de az áramkörök és elrendezés egyszerűsítése miatt kevesebb védelmi berendezésre lesz szükség.

A 100 új mozdonyból 60-at az angol vasutak saját műhelyeikben építenek meg, az ipar csak 40 mozdonyt gyárt, viszont a mozdonyok villamos berendezését teljesen az ipar szállítja. Az új mozdonyok az 50 Hz-el villamosított London—Manchester—Liverpool közötti fővonalon fognak közlekedni, üzembhelyezésük a London—Manchester közötti exprezsvonatok több mint 4 óras menetidejét 3 óra alá fogja csökkenteni.

Ugyancsak gyártásba vettek 108 db *négy-négy motorkocsiból álló többes vezérlésű vonategységet* is, ezt valamennyit az angol vasutak műhelyei építik meg, az egyik felét 50 Hz-el villamosított vonalakra, a másik 54-et a Dél-Angliában üzemben levő 750 V-os egyenáramú vonalakon állítják forgalomba. A motorkocsik 1964—65-ben kerülnek szállításra. Egy 50 Hz-es motorkocsi a 2. ábrán látható.

A nyár folyamán London és az Essex-i partvidék közötti 113 km hosszú vonalon üzembe helyező mozdonyokkal 28 perc menetidő megtakarítást szándékoznak elérni. Ma a leggyorsabb 50 Hz-es motorkocsiegység 87 perc alatt teszi meg az útját és helyenként 145 km/ó sebességet is elér. A vonal egy-egy rövid, 21 és 15,7 km távolságú szak-



2. ábra

szám indulástól megállásig 108 km/ó átlagos utazási sebességet terveznek.

A téli menetrendben a London (Liverpool Street) és Southend között villamosított vonalon a csúcsforgalomban biztosítani kívánják, hogy Londonból 10 perccel induljon egy-egy vonat, amellyel a vonal egyik kiválasztott állomása elérhető. Ezt úgy oldják meg, hogy az azonos állomásra igyekvő utaslétszámot egy-egy vonat lehetőleg közbeeső megállás nélkül szállítsa el, ezzel az állomási peronok és a vonalkapacitás legjobb kihasználása is biztosítható. A reggeli csúcsforgalomban London—Liverpool Streetről az északkeleti külvárosok felé *óránként 67* vonat fog indulni. A jövő évben további javulást érnek el azzal, hogy a csúcsidőben nyolc kocsiból álló motorvonatok helyett tizenkét kocsiból álló egységeket állítanak forgalomba. A vonalnak 1960—61-ben történt villamosítása óta az utaslétszám mintegy 50%-kal emelkedett.

Mivel a szilícium-egyenirányító alkalmazása az 50 Hz-es villamos vontatásban az utóbbi öt évben beigazolta azt a várakozást, amit az első kísérletekhez fűztek, ezért az angol ipar is ezek műszaki előnyeinek továbbfejlesztésére fordítja a legtöbb igyekezetet.

Ez ideig a mozdonyok sebességszabályozásához szükséges feszültségátkapcsolást általában a

mozdonyok főtranszformátorának a nagyfeszültségű oldalán hajtják végre, mert így az átkapcsoló berendezést jelentősen kisebb áramerősséggel kell igénybe venni. Mindazonáltal az angol vasutak egy mozdonyt kísérletképpen úgy építettek, hogy a feszültségfokozatok szabályozása a főtranszformátor kisfeszültségű oldalán történjék; ez a transzformátor szempontjából előnyös. A fokozatkapcsoló érintkezőin a nagy áramerősségű ív káros hatását úgy küszöbölik ki, hogy transzduktorokkal végzik el a transzformátor egyes fokozatai között a feszültség finom szabályozását. A berendezést arra is alkalmassá tették, hogy a mozdonyvezető előre beállíthassa a kívánt vonatgyorsítást; a berendezés egyúttal a tengelynyomáseltolódást és a kerékcúszást is kiegyenlíti.

A kísérleti mozdony száraz sínen 12 km/ó sebességnél 33 800 kg vonóerőt fejtett ki, ez 43,5% tapadási tényezőnek felel meg. A mozdony többször is elérte az állandóan megengedhető áramerősségnek 2,5-szörösét.

A félvezetők alkalmazása a villamos vontatás terén további nagy jelentőségű területre is kiterjeszhető lesz; igen jól lesznek használhatók a mozdony *vezérlő áramkörében*. Így a *thyristor* (vezérelt szilícium-egyenirányító) helyettesítheti az elektromágneses berendezéseket (pl. a transzduk-

tor) és ezzel súlyt és helyet lehet megtakarítani. A főegyenirányító áramkörébe kapcsolt thyristorral energiavisszanyeréses fékezés is megvalósítható.

Felhasználható a vezérelt szilícium-egyenirányító arra is, hogy segítségével többfázisú áramot állítsanak elő, egyúttal a periódusszám és feszültség változtatás is lehetővé teszi. Így megoldható a *többfázisú indukciós motor* megfelelő felhasználása vontatási célra, amellyel a vasutak azért idegenkednek, mert az ilyen mozdonyok sebessége csak néhány — rendszerint kevés — értékre korlátozódik. (Merev sebességfokozatú indukciós motorral vontató mozdonyok csak az olasz és magyar vasutak régebbi villamosmozdonyai között találhatók.) Vezérelt szilícium-egyenirányítóval a folyamatos periódusszámváltoztatás is megoldható. (Ugyanezen célra 10 évvel ezelőtt a francia vasutak még igen nagy súlyt jelentő forgó periódusváltógépcsoportot építettek be néhány kísérleti mozdonyba.) A berendezés a szilícium-egyenirányítóval sem egyszerű. Az angolok egy Diesel-villamos mozdonyba építettek be ilyen kísérleti berendezést; 1000 lóerős Dieselmotor hajt egy háromfázisú generátort, a vele kapcsolt háromfázisú szilícium-egyenirányítóhídban négy thyristor változtatja a periódusszámot a rövidrezárt forgórészű motorok számára.

Sokkal jobb fajlagos teljesítményt értek el egy különleges szerkezetű indukciós motorral. Ennél a motor állórészét síkbafejtették, a rövidrezárt „forgórész” pedig a vágánytengelyben lefektetett harmadik sínzsal alkotja, amelyet a fordított U alakú állórész körülvesz. A motornak tehát forgó alkatrésze nincsen, a vonóerőt az állórész háromfázisú mágneserőnek és a középső sínzsalban indukált áramnak a kölcsönhatása hozza létre, és így a vonóerő a jármű tapadósúlyától teljesen független. Bonyodalmat jelent a háromfázisú áram hozzávezetése. Egy kísérleti járművet elkészítettek. Ilyen járművek alkalmazását önműködően vezérelt rendező-pályaudvarokon lehet majd számításba venni.

Egyébként a *villamos vezérlőberendezések*, amelyekkel egy-egy

vonat menetét, gyorsulását és fékezését előre meghatározott módon lehet szabályozni, már annyira fejlődtek, hogy műszakilag a mozdonyvezető nélküli mozdony is lehetséges. Biztonsági okokból azonban ennek a megvalósítási ideje még nem érkezett el.

Részben saját vonalaik villamosításához, részben külföldi szállítás céljából (az indiai vasutakon 1958 óta 2400 km felsővezetékot szereltek fel, ennek hossza 1966-ra eléri a 3200 km-et), a *felsővezetéki berendezés* tökéletesítésével is foglalkoznak.

Mivel a felsővezetéki szigetelőknél a szennyeződés vagy túlfeszültség okozta átívelés gyakran okozza a szigetelő törését és így a felsővezeték leszakadását, ezért a *szigetelők sapkái* *ütemelő gyűrűket* alkalmaznak, amelyek az ívet távoltartják a szigetelő testétől és így megakadályozzák a sérülését. A jövő villamosítások számára *üvegbetétes műanyagból* kísérleteztek ki *szigetelőket*. 950 ilyen üveg-poliesztergyantából készült kihorgonyzó szigetelő és 253 üvegszállbetétes szakaszszigetelő van három és fél év óta üzemben kielégítő eredménnyel.

Ahol az áramszedőt a szigetelő-résznek kell átvezetnie és a poliészter nem biztosít kellő kopásálló felületet, keramikus átvezető

részt alkalmaznak, szilikon gumi-val rögzítve, hogy védje az üvegbetétes feszítőtagot. 18 hónappal ezelőtt próbaképpen 12 ilyen szakaszszigetelőt szereltek fel.

Még jelentősebbek magának a munkavezetőknek a *felfüggesztési pontjainál* elért tökéletesítések, amelyek a vezeték egyenletesebb rugalmassága következtében jobb áramszedést biztosítanak.

A *személykocsik világítására* a legutóbb villamosított London—Clacton—Walton vonalon két szilíciumvezérlésű inverter-prototípust szereltek fel. A berendezés transzformátoron át kapja az energiát a felsővezetékéről, ez egyenirányítva 110 voltos akkumulátortelepet táplál, a telep látja el energiával a 240 voltos 400 Hz-es váltakozó feszültséget szolgáltató invertert, ez viszont 6 fénycsővel világítja meg a szalonkocsit. A fénycsövek kb. 1 m hosszúak és 40 wattosak.

A beszámoló adatokat közlő *Dél-Afrika* számára készített egyenáramú villamos mozdonyokról, a vasúti forgalom és áruszállítás számára készülő elektronikus számológépekről, ismerteti a London—Manchester—Liverpool vonalon felszerelt önműködő vasúti távirókapcsoló központot.

Mindezek igen jó képet adnak arról az intenzív munkáról, amely

a vasútüzem korszerűbbé tétele céljából folyik a *villamosenergia* felhasználásának segítségével. A próbák döntik el, hogy a kísérleti berendezésekből mi kerül végérvényes alkalmazásra. Az 50 Hz-es vonatás terén négy év eredménye után azonban úgy látszik, hogy a felfezető-egyenirányítók — elsősorban a szilícium-egyenirányítók — átvesszik az előzően igen jónak bizonyult ignitron-egyenirányítók szerepét, sőt további fejlődési lehetőségeket is ígérnek. Ismeretes, hogy 1964 végén a MÁV számára is szállításra kerülnek a hazai gyártású 3000 lóerős, 130 km/ó sebességre alkalmas szilícium-egyenirányítós mozdonyok, és ha kellő számban rendelkezésre fognak állani, lehetővé teszik a már elavult, régebbi villamos mozdonyoknak az üzemből való kivonását.

A gőzvonatást, több mint 100 éves múlt után, minden vasút egyöntetűen elavultnak tekinti és helyébe a villamos és a Diesel-vonatást szándékozik bevezetni. Svájcban és Hollandiában ez a felváltás már néhány évvel ezelőtt megtörtént. A beszámoló újból megállapítja azt a tényt, hogy nagy forgalomúság mellett a villamos, kisebb forgalmú vonalakon pedig a Diesel-vonatás adja a vasút számára a gazdaságos megoldást.

## Egyesületi hírek

### Munkabizottsági zárójelentések

A Közlekedéstudományi Szemle múlt évi 7. számában összeállítást közzöltünk a Közlekedéstudományi Egyesületben működő munkabizottságok által kidolgozott tanulmányokról. Jelen közlésünk — múlt évi összeállításunk folytatásaként — az időközben elkészült munkabizottsági zárójelentések jegyzékét tartalmazza, szakterületek szerinti csoportosításban. A zárójelentések az egyesület dokumentációs irattárában vannak elhelyezve és betekintésre vagy tanulmányozásra, a tárgy előtt levő nyilvántartási szám megadásával, az egyesület titkárságán igényelhetők.

#### Több közlekedési ágat érintő munkabizottságok

872. Szeged távolsági közlekedése (Szeged, 1963). Vezető: *Blaskovics Zoltán*.

902. Sárospatakon telepítendő új üzemek (Miskolc—Sátoraljaújhely, 1963). Vezető: *Gergely László*.

907. Baranya megye távlati közlekedésfejlesztési terve (Pécs 1963). Vezetők: *Osztetky Egon* (vasút), *Krauter György* (közút), *Szakonyi Lajos* (gépjárműközlekedés).

#### Építési tárgyú (utak, közúti hidak, közművek) munkabizottságok:

864. Aszfaltburkolatok szegélyezési kérdései (Budapest, 1963). Vezető: *Kerekes Imre*.

874. Városi alagutak alatti közműalagutak (Budapest, 1963). Vezető: *Radnai Ferenc*.

875. Szabadszerelésű feszített betonhidak hazai alkalmazásának lehetőségei (Budapest, 1963). Vezető: *Apáthy Árpád*.

886. A nagyüzemi mezőgazdaság gyors és olcsó úthálózattal való ellátásának vizsgálata Szabolcs-Szatmár megyében (Nyíregyháza, 1963). Vezető: *Butora Károly*.

#### Vasúti közlekedési (pályaépítési, pályafenntartási, magasépítési, távközlő- és biztosítóberendezési, vasútüzemi) tárgyú munkabizottságok:

857. Az Ózdi Kohászati Művek területén megrakott vasúti kocsik gyorsabb elszámolása (Miskolc-Özd, 1963). Vezető: *Imre István*.

860. Húsz darab nagy teljesítményű Diesel-mozdony optimális kihasználásának feltételei (Budapest, 1963). Vezető: *Vághegyi Károly*.

861. A veszprémi vidám parkban a keskeny vágányú személyszállító „Üttörővasút” átalakítása, bővítése (Veszprém, 1963). Vezető: *Németh Sándor*.

862. Mozdonykazan-sérülések okai (Szombathely, 1963). Vezető: *Haller Emil*.

863. Aluidomok feldolgozásának lehetőségei és feltételei a MÁV Épületelemgyártó Főnökségnél (Budapest, 1963). Vezető: *Viola János*.

865. Elektrodaválasztás kazánhegesztéshez (Debrecen, 1963). Vezető: *Szegvári Károly*.

866. Kazánok hegesztési varratinak röntgenvizsgálata (Debrecen, 1963). Vezető: *Balogh Ferenc*.

868. A hézag nélküli felépítmény fenntartási költségeinek vizsgálata (Szeged, 1963). Vezető: *Lapis Péter*.

870. Az Ózdi Kohászati Művek által kiadott, kirakott üres vasúti kocsik egyenletes kiáramlása (Miskolc, 1963). Vezető: *Györi István*.

871. Az értesítések és előjelentések a miskolci vasútgazgatóság területén (Miskolc, 1963). Vezető: *Bakó János*.

873. A telepi és pályában végzett hegesztések önköltségének vizsgálata (Szeged, 1963). Vezető: *Lapis Péter*.

876. A tervezés, kisajátítás, kivitel összehangolása, a helyes sorrend megállapítása, gyakorlati műszaki és jogszabály-módosítások (Budapest, 1963). Vezető: *Bartók Béla*.

878. A hézag nélküli vágányok fenntartása terén szerzett tapasztalatok, különös tekintettel a villamos vontatás hatásaira. (Miskolc, 1963). Vezető: *Vargyasi Andor*.

881. Vasúti közforgalmi és bérelt rakterületek, valamint az ezekhez hozzájáró utak állapotának problémái (Szombathely, 1963). Vezető: *Török József*.

882. Új, korszerű eljárás vasúti járművek elzsírosított kenőpárnáinak tisztítására (Debrecen, 1963). Vezető: *Kötélki Dezső*.

885. Pormentes burkolatok kialakítása személyvonatok peronjain (Szombathely, 1963). Vezető: *Sparling László*.

888. Nyíregyháza állomáson személyszállító szerelvények részére tároló vágányok létesítésének tanulmányozása (Nyíregyháza, 1963). Vezető: *Perlaki József*.

891. Távközlő központok és hálózatok vizsgálata (Szombathely, 1963). Vezető: *Németh József*.

892. A Balaton északi partján a vasúti állomások és megálló vízellátási problémái (Szombathely, 1963). Vezető: *Halmi Imre*.

893. Tanulmány a Magyar Államvasút szervezetének, ügyrendjének egyszerűbbé, munkájának eredményesebbé tételére (Miskolc, 1963). Vezető: *dr. Kolozsvári Gyula*.

894. Eger állomás korszerűsítése (Miskolc—Eger, 1963). Vezető: *Tátrai János*.

899. Tapasztalatok az Integra-Dominó biztosítóberendezésnél előforduló hibákkal kapcsolatban és javaslatok a megelőzésükre (Miskolc, 1963). Vezető: *Gyurkó József*.

900. Vas megye bekapcsolása a balatoni vasúti forgalomba. A vasúti szállítás kedvezőbb megoldásának lehetősége a tömeges szállítás figyelembevételével (Szombathely, 1964). Vezető: *Mikics Róbert*.

901. CO<sub>2</sub> védőgázos berendezés technológiája (Miskolc, 1964). Vezető: *Erdődi László*.

903. A MÁV Debreceni Járműjavító Ü. V. mozdonyjavító osztályában földgázzal fűtött, iker-elrendezésű ipari csapágyfém-olvasztó kemence még hasznosítható hőmennyiségének kimutatása és felhasználása (Debrecen, 1964). Vezető: *Varga Károly*.

904. A vontatott járművek kerékpárjainak tisztításával kapcsolatos kísérletekről (Debrecen, 1964). Vezető: *Jóczik Endre*.

905. A vasúti hídszabályzatban a síndilatáció szerkezet alkalmazására vonatkozó előírások felülvizsgálata (Budapest, 1964). Vezető: *Székely Géza*.

906. A vasúti automata táviróghálózat további fejlesztése, a kibernetikai követelmények figyelembevételével (Budapest, 1964). Vezető: *Császár Ernő*.

908. Hézag nélküli vágányok és összehesztett kitérők fenntartására vonatkozó legfontosabb tudnivalók (Sopron, 1963). Vezető: *Berecz Zoltán*.

909. Kocsikimérő szerkezet (siklott) vasúti kocsik keréknyomás mérésére és keresztmértételére (Sopron, 1964). Vezető: *Bene Antal*.

911. Pályaszintjé keresztezések (útátjárók) és védelmi berendezések (Szombathely, 1964). Vezető: *Takács Ferenc*.

914. A kocsiforduló meggyorsítási lehetőségeinek vizsgálata, különös figyelemmel az éjszakai rakodásokat gátló körülményekre, a vonatközlekedési tervek korszerűsítésére (Szombathely, 1964). Vezető: *Török József*.

915. Kiskunhalas állomás szegedi útátjáróján a forgalmi probléma megoldása (Szeged, 1964). Vezető: *Földi Gyula*.

916. A személyszállítás meggyorsítása érdekében az áru- és postakezelések korszerűsítési lehetőségeinek vizsgálata (Szombathely, 1963). Vezető: *Karikás János*.

#### Gépjárműközlekedési tárgyú munkabizottságok:

854. A győri autóközlekedési komplex-telep megvalósítási szükségességének igazolása és az ezzel kapcsolatos problémák vizsgálata (Győr, 1962). Vezető: *Flach Tibor*.

856. Lineáris programozás a miskolci 3. sz. AKÖV-nél (A körutazási modell alkalmazása az oxigénszállításnál) (Miskolc, 1963). Vezető: *Szanyi Géza*.

858. Gépkocsik vizsgálata, különös tekintettel a futóművek bemérésére és beállítására (Szombathely, 1963). Vezető: *Imre István*.

859. Gépjárművek szerkezeteinek korrozív védelme, új módszerek és anyagok alkalmazása és vizsgálata a felület védelmében (Szombathely, 1963). Vezető: *Gyuró Imre*.

877. Diesel- és Ottó-üzemű gépjárműmotorok füstgázélemezési technológiájának kidolgozása a 19. sz. AKÖV-nél (Győr, 1963). Vezető: *Flach Tibor*.

880. Rakodógépek gazdaságos foglalkoztatásának vizsgálata a 12. sz. AKÖV területén 1962. évre vonatkoztatva (Pécs, 1963). Vezető: *Horváth József*.

883. Lúgos alkatrészmosó berendezés készítése karbantartó üzemek részére, hordozható kivitelben (Debrecen, 1963). Vezető: *Harsányi Tibor*.

887. Autóközlekedési vállalatoknál a javítások szakszerű elvégzésének tanulmányozása (Nyíregyháza, 1964). Vezető: *Gyöngyösi András*.

890. A gépkocsikhasználatra vonatkozó gazdasági mutatók kidolgozása irányított, korszerű szállítás esetén (Szombathely, 1964). Vezető: *dr. Bognár Béla*.

896. Az egeri gépkocsi forgalmi telep üzemelési problémái (Miskolc—Eger, 1964). Vezető: *Rátkai Kálmán*.

897. Rakodásgépesítési problémák az autóközlekedésben (Miskolc, 1964). Vezető: *Reiter Mátyás*.

898. Gépkocsitelítettség és hajtóanyag, valamint a fenntartási költség összefüggéseinek vizsgálata (Miskolc, 1964). Vezető: *Hernádi László*.

910. A közúti hidépítési anyagok szállítási problémáinak vizsgálata az AKÖV-nél (Szombathely—Zalaegerszeg, 1964). Vezető: *Szabó István*.

912. A Rédy—Fazekas—Endrei-féle automatikus gépkocsi oldalmozó berendezés és az R-3 típusú automatikus alvázmozó berendezés üzemi technológiája és próbáüzemi tapasztalatai a 19. sz. AKÖV-nél (Győr, 1964). Vezető: *Kalló Sándor*.

913. A központi gépkocsi alkatrészfelújító műhelyben vagy az üzemben és az AKÖV-öknél tervezett gépkocsialkatrész felújításának vizsgálata (Győr, 1964). Vezető: *Flach Tibor*.

Váradi József

#### KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI SZEMLE

Főszerkesztő: Harmati Sándor — Szerkesztő: dr. Czére Béla

Kiadja a Műszaki Könyvkiadó, V., Bajcsy-Zsilinszky út 22. Telefon: 113-450 — Felelős kiadó: Solt Sándor  
Megjelent 1430 példányban

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1. Telefon: 180-850) vagy bármely postahivatalnál. Előfizetési díj: negyedévre 18 Ft, félévre 36 Ft. Egyes száma ára: 6 Ft. — Csekkzámlaszám: egyéni 61,229, közületi 61,066 vagy átutalás az MNB 8. sz. folyószámlájára

A folyóirat külföldre előfizethető: „Kultúra P.O.B. 169. Budapest 62.”