

✓
Fov 263

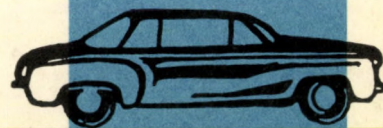
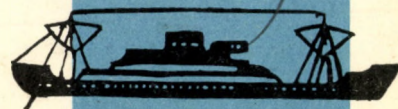
1973 JUL 3 1

KÖZLEKEDÉS TUDOMÁNYI SZEMLE

VISSZATÉR
1973. JÚLIUS



2/2



6

SZÁM
XXIII. ÉVFOLYAM

1973. JÚNIUS

KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI
SZEMLE
A Közlekedéstudományi Egyesület Lapja

НАУЧНО ЖУРНАЛ
ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ
Орган Научно Общества Транспорта

VERKEHRSWISSENSCHAFT-
LICHE RUNDSCHAU
Zeitschrift des Vereins
für Verkehrswissenschaft

REVUE DE LA SCIENCE
DES COMMUNICATIONS
Organe de la Société scientifique pour la
communication

SCIENTIFIC REVIEW
OF COMMUNICATIONS
Monthly of the Scientific Association
for Communication

Megjelenik havonta

Főszerkesztő:

Dr. Harmati Sándor

Szerkesztő:

Dr. Czére Béla

Szerkesztő bizottság:

Dr. Ábrahám Kálmán, dr. Csanádi György,
dr. Ertl Róbert, dr. Fekete György, dr.
Gáll Imre, dr. Kádas Kálmán, dr.
Kerkápoly Endre, Kovács György, dr.
Martonyi József, dr. Mészáros Károly, dr.
Nagy József, dr. Nagy Rudolf, Pirooska
István, dr. Szabó Dezső, dr. Tózsér István,
dr. Turányi István.

*

Szerkesztőség:

Budapest XIV., Május 1. út 26.
Telefon: 223-216

Felelős kiadó:

Siklósi Norbert

Kiadja:

Lapkiadó Vállalat
Budapest VII., Lenin körút 9-11.
Telefon: 221-293
Levélcím: 1906. postafiók 223.

*

Terjeszti a Magyar Posta, Előfizethető
bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél,
a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Köz-
ponti Hírlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest
V., József nádor tér 1.) közvetlenül vagy
postautalványon, valamint átutalással a
KH 1215-96 162 pénzforgalmi jelzőszámá-
ra.

Előfizetési ára:

Egy évre: 108,- Ft
Egyes szám ára: 9,- Ft

Külföldön terjesztik a „KULTÚRA”
Könyv- és Hírlap Külkereskedelmi Vá-
llalat (Budapest 62. Postafiók 149) és kül-
földi bizományosai.

INDEX: 25 454

73.6., 933 Révai Nyomda,
Budapest V., Vadász utca 16.
F. v.: Povárnay Jenő.

XXIII. ÉVFOLYAM 6. SZÁM

1973. JÚNIUS

TARTALOM

<i>Dr. Gyulai Géza</i> : Városi tömegközlekedési viszonylatpolitika ...	225
Egyesületi hírek	231, 257, 267, B/3
<i>Dr. Harmati Sándor</i> : A korszerű vasúti vonali vonóerő főbb pa- ramétereinek meghatározásának mozdonyteljesítményi vonat- kozásai	232
<i>Rozsnyai Károly</i> : Javaslat a nagysebességű vasúti pályák ívei- nek kialakítására	241
<i>Lukács Károly</i> : Sebességmérés frekvencia- feszültség átalakító- val	249
<i>Dr. Szántó Emil</i> : Rakodógépek kihasználtságának gazdasági op- timuma	253
<i>Dr. Kecskés Sándor</i> : A sín vesealakú fáradásos repedésének vizs- gálata	258
<i>Nemzetközi Szemle:</i>	
<i>Dr. Unyi Béla</i> : A nagyobb vasúti sebesség és a felépítmény — az Osztrák Közlekedéstudományi Társaság ankétja	268

E számunk szerzői:

Dr. Gyulai Géza, a közlekedéstudományok kandidátusa, docens a
Budapesti Műszaki Egyetem Közlekedésüzemi Tanszékén; *Dr. Har-
mati Sándor*, a közlekedéstudományok kandidátusa, a MÁV vezér-
igazgatóhelyettese; *Rozsnyai Károly*, okl. mérnök, főelőadó a Köz-
lekedés- és Postaügyi Minisztérium Vasúti Főosztályán; *Lukács
Károly*, okl. közlekedési mérnök, a Vasúti Tudományos Kutató
Intézet munkatársa; *Dr. Szántó Emil*, a közlekedéstudományok
kandidátusa, a Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola tan-
székvezető tanára; *Dr. Kecskés Sándor*, a műszaki tudományok
kandidátusa, docens a Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési
Tanszékén; *Dr. Unyi Béla*, a műszaki tudományok kandidátusa,
a Vasúti Tudományos Kutató Intézet főmunkatársa

- Д-р Гэза Дюлаи: Политика маршрутов в городском массовом транспорте* 225
 Население городов — помимо строительства новых линий и увеличения числа остановок — самым энергичным образом хлопочет о создании прямых маршрутов. Автор подробно анализирует связанные с этим технические, эксплуатационные и экономические вопросы и показывает этапы процесса проектирования. Особо занимается проблемами скоростных автобусных маршрутов и размещения конечных остановок.
- Д-р Шандор Хармати: Определение основных параметров мощностей современных магистральных железнодорожных тяговых сил* 232
 Автор сначала суммирует предыдущие опубликованные своих исследований, касающихся веса и скорости поездов, мощности упряжки и тяговых плеч. Вслед за этим он занимается необходимой мощностью приобретаемых локомотивов, а потом на основании этого предагает приобретение типы локомотивов, которые он считает пригодными для эксплуатации в условиях Венгерских Государственных Железных Дорог.
- Карой Розняи: Предложение на разбивку кривых высокоскоростных железнодорожных путей* 241
 В труде излагаются отечественные инструкции относящиеся к возвышению наружного рельса и переходных кривых, необходимых в железнодорожных кривых. Он мотивирует необходимость новых инструкций и знакомит распоряжениями, направленными на их изменение, далее распространяется на те проблемы проектирования, которые ещё не зафиксированы в инструкции и вносит предложение на их разрешение.
- Карой Лукач: Измерение скорости с помощью преобразователя напряжения частоты* 249
 Научно-Исследовательским Институтом Железнодорожного Транспорта разработано оборудование для измерения скоростей, удовлетворяющее высоким требованиям испытания железнодорожного подвижного состава. Автор описывает части оборудования: сигнализационную установку, усилитель, преобразователь напряжения аналогичной частоты и регистрационный прибор.
- Д-р Эмил Санто: Экономический оптимум эксплуатации погрузочных машин* 253
 Критерией экономического оптимума системы, состоящей из погрузочных машин и грузовиков, ожидающих погрузку является минимальная себестоимость тоннакилометр нетто. Автор предлагает такой математический метод, с помощью которого можно вычислить изменение себестоимости перевозки в зависимости от меняющегося использования погрузочной машины. Таким образом возможно определить величину оптимального использования погрузочной машины.
- Д-р Шандор Кэчкэш: Исследование почкообразных рубцовых трещин рельса* 258
 Автор занимается причинами возникновения потом развития почкообразных рубцовых трещин в головках рельсов и принятием необходимых практических мер. Главной целью автора является выявление зависимости между приведёнными т/км брутто и развитием рубцовых трещин. Анализируя допустимый предел, предлагает предписание процентных величин дефектов головок рельсов.
- Международный Обзор:*
- Д-р Бэла Уни: Дискуссия Научно-Транспортного Общества Австрии — верхнее строение пути и большие скорости на железных дорогах* 268
 Автор даёт отчёт о лекциях, прочитанных на дискуссии, проведённой в феврале 1973-го года, которые оповещали об опытах относящихся к нагрузке нижнего строения пути и балласта, укладке стрелочных переводов, к конструкционным изменениям оборудования тягового подвижного состава, обеспечивающих сохранность пути, а также высокоскоростному движению на различных железных дорогах.
- Деятельность Общества* 231, 257, 267, В/3

- Dr. Géza Gyulai: Politik der Linienbestimmung im städtischen Massenverkehr* 225
 Ausser dem Bau neuer Strecken und der Vermehrung der Haltestellen betreiben die Stadtbewohner die Schaffung direkter Verbindungen (Linien) am heftigsten. Der Verfasser analysiert eingehend die damit zusammenhängenden Probleme, er teilt auch die Schritte des Planungsvorgangs mit. Die Probleme der Omnibus-Schnellverbindungen und der Standortwahl der Endstationen werden gesondert behandelt.
- Dr. Sándor Harmati: Bestimmung der wesentlichen Parameter der modernen Triebfahrzeuge für den Streckendienst mit Bezug auf die Lokomotivleistung* 232
 Der Verfasser fasst zuerst seine bereits früher veröffentlichten Untersuchungsergebnisse hinsichtlich der Zuglast, Zuggeschwindigkeit, Kupplungsbelastungsgrenze und Lockstrecke (Lokomotivkupplung) zusammen. Dann behandelt er die erforderliche Leistung der zu beschaffenden Lokomotiven und macht schliesslich Vorschläge betreffend die Loktypen, die er unter den Verhältnissen der Ungarischen Staatseisenbahnen für notwendig hält.
- Károly Rozsnyai: Vorschläge betreffend die Gestaltung der Gleisbögen für grosse Geschwindigkeiten* 241
 Die Abhandlung behandelt die bestehenden einheimischen Vorschriften bezüglich der in Gleisbögen notwendigen Überhöhungen und Übergangsbögen. Er schildert die Notwendigkeit der neuen Vorschriften und beschreibt die ersten Änderungsmaßnahmen die diesem Zweck dienen, weiters erwähnt er die Probleme der Projektierung, die noch nicht in Dienstanweisungen festgelegt sind, er gibt auch Vorschläge zu ihrer Lösung.
- Károly Lukács: Geschwindigkeitsmessung mit Frequenzspannungsumformer* 249
 Das ungarische Wissenschaftliche Forschungsinstitut für Eisenbahnwesen hat ein Geschwindigkeitsmessgerät entwickelt, das in jeder Hinsicht den bei den Prüfungen von Eisenbahnfahrzeugen auftretenden hohen Anforderungen gerecht wird. Der Verfasser beschreibt das Gerät: den Messgeber und Verstärker des Systems, den frequenzanalogen Umformer und das Registriergerät.
- Dr. Emil Szántó: Wirtschaftliches Optimum der Ausnutzung von Lademaschinen* 253
 Das Kriterium des wirtschaftlichen Optimums eines Systems, bestehend aus Lademaschinen und Lastkraftwagen, die auf den Ladevorgang warten, ist das Minimum der Selbstkosten je Nettotonnenkilometer. Der Verfasser beschreibt eine mathematische Methode, mit deren Hilfe die Gestaltung der Beförderungskosten in Abhängigkeit der sich ändernden Ausnutzung der Lademaschinen berechnet und somit ihre optimale Ausnutzung festgestellt werden kann.
- Dr. Sándor Kecskés: Untersuchung der durch Ermüdung verursachten Nierenbrüche der Schiene* 258
 Der Verfasser behandelt die Ursachen, Entstehung und Entwicklung der durch Ermüdung verursachten Nierenbrüche des Schienenkopfes, sowie die Einführung der erforderlichen praktischen Massnahmen. Sein grundlegendes Ziel ist die Enthüllung und Demonstration des funktionellen Zusammenhanges zwischen der Entwicklung der Nierenbrüche und der über das Gleis gerollten Bruttotonnen. Den zugelassenen Schwellenwert analysierend schlägt er Vorschriften vor und gibt den prozentualen Wert der Schienenkopffehler an.
- Auslandschau:*
- Dr. Béla Unyi: Schnellfahrt und Oberbau — Enquete der Österreichischen Verkehrswissenschaftlichen Gesellschaft* . 268
 Der Artikel berichtet über die Vorträge der im Feber 1973 veranstalteten Enquete, die sich mit der Beanspruchung der Bettung, Gestaltung der Weichen und Kreuzungen, mit der das Gleis schonenden konstruktionsellen Änderung der Triebfahrzeuge, sowie mit der bei verschiedenen Eisenbahnverwaltungen mit der Schnellfahrt gewonnenen Erfahrungen befassten.
- Vereinsnachrichten* 231, 257, 267, B/3

Városi tömegközlekedési viszonylatpolitika

Dr. GYULAI GÉZA

Az Országgyűlés által 1968. évben elfogadott közlekedéspolitikai koncepción belül külön koncepció tárgyalja a városi közlekedéspolitikai célkitűzéseket azzal az indokkal, hogy a városi közlekedés önálló helyet foglal el a közlekedés ágazatai közt. Jellemzői valóban eltérnek az országos, távolsági közlekedési ágazatokétól [1].

A városi közlekedéspolitikának szerves része a tömegközlekedési viszonylatpolitika. A lakosság — az új vonalak létesítése és a megállóhelyek szaporítása mellett — a legerőteljesebben a közvetlen viszonylatokat szokta szorgalmazni. Ezért indokolt a viszonylatvezetés ismerveivel és tervezésével alaposabban foglalkozni.

A viszonylat (= reláció) fogalmát a különféle közlekedési ágazatoknál nem egyformán értelmezik s az nem azonos az országos gépkocsi-forgalomban használt járat kifejezéssel. A helyi közlekedési viszonylat előre meghatározott célból és útvonalon, ismételten és menetrend szerint közlekedő, azonos járművekkel lebonyolított forgalom összessége. A menet a viszonylat útvonalán egy alkalommal, egyik irányban történő haladás.

A városi közlekedési rendszer egy viszonylatának üzeme ésszerűen akkor oldható meg, ha

- a) a napi utasmennyiség általános eloszlása ismert,
- b) ha az utasszám ingadozása bizonyos valószínűséggel és nagyságrendben — rendkívüli esetektől eltekintve — ismert,
- c) ha az utasszámhoz és eloszlásához biztosították a szükséges átbecsátóképességet,
- d) ha bizonyos valószínűségi határokon belül adódó zavarok esetére tartalékok is rendelkezésre állnak és
- e) ha összehangolták a csatlakozó vonalak menetrendjét [2].

I.

A viszonylatvezetés utaspolitikai és vállalatgazdasági jelentőségére tekintettel az útvonalakat és azok végpontjait ma már nem lehet megadni rutin-alapon, hanem a viszonylatkialakítás és üzemelvit és gazdasági határait tudományos alapon meg kell határozni. A hálózatfejlesztés és azon belül a viszonylattervezés, valamint a kapcsolatos ellenőrzés alapelveit összevonva, egységesítve, általánosítva el lehet érni az áramlatok optimalizálását. A művelet az operációkutatásnak legtöbbször matematikai jellegű analóg modelljeivel elvégezhető. Ilyen alapelvek, többek között [3]:

— Törekedni kell olyan *alaphálózat* fokozatos kialakítására, amelynek minden útvonalán a legmegfelelőbb közlekedési eszköz közlekedjék. A pályához kötött közlekedési eszközöknek egységes hálózatot kell alkotniok.

— A viszonylatok száma ne legyen túl nagy. A viszonylathossz eldöntése *gazdasági hatékonysági* kérdés, mert túl hosszú viszonylatok közlekedése egyenetlen, annak minden hátrányos következményével.

— A hálózat vonalai a fő áramlási irányokat követve kössék össze a súlyponti góccokat, a gócpontok közelében elhelyezett teljesítőképes végállomásokkal. A végállomások elrendezése legyen viszonylag egyszerű, kis helyfoglalással.

— Figyelembe kell venni a *belvárossal és az elővárosokkal* való kapcsolatokat. Kevés, teljesítőképes vonal szelje át a belvárost. A vonalak metszései ne koncentrálódjanak egy pontra és legyen lehetőség elterelésekre. A viszonylatok lapolják át egymást.

— A hálózat legyen *logikus és áttekinthető*, viszonylag állandó, és a viszonylatok útvonalvezetése is legyen gazdaságos. A BKV autóbuszüzeménél a viszonylatféleségek rendszere és jelölése helyesnek és követendőnek látszik.

— Gyorsforgalmi hálózatot kell létrehozni nem csupán a metró révén, hanem az azonos útvonalon haladó közlekedési eszközök egyikéből kialakítva.

— Túlterhelt vonalakat és csomópontokat elterelő, részlegesen körirányú vagy tangenciális vonalakkal kell tehermentesíteni.

— A megtervezett viszonylatokra minden esetben, de lehetőleg útvonalanként is egyféle típusú járműveket kell beosztani, ami menetdinamikai, de megszokási szempontból is mind a közlekedési vállalat, mind az utazóközönség érdeke.

— A tömegközlekedési hálózat és a városrendezés kölcsönhatásban vannak egymással, a viszonylattervezésnek is tudományos elveken kell nyugodnia, felhasználva a korszerű gazdasági számításokat is [3].

II.

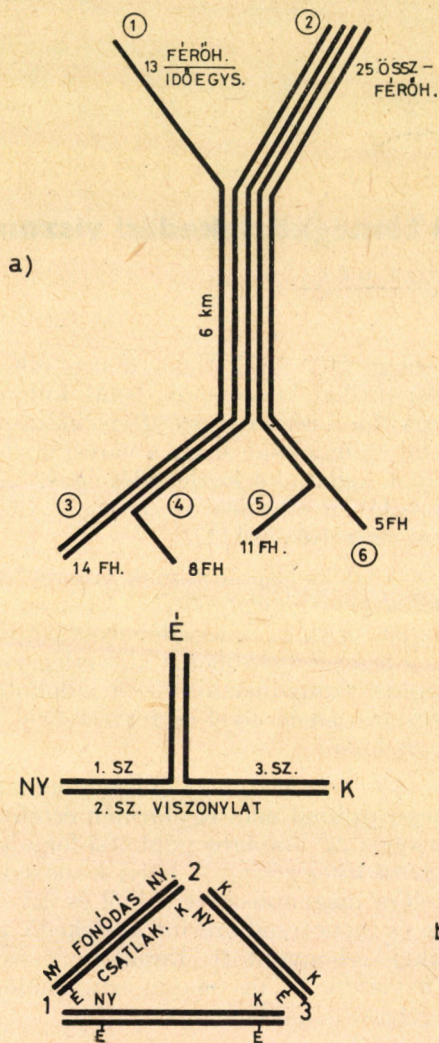
A viszonylatvezetés megtervezése a menetrendtervezés előkészítésének egyik lépése, mert menetrendeket viszonylatokra tervezünk. De a viszonylattervezésnek is vannak előzményei: a szükséges paramétereket, menetrendi elemeket nem lehet egyszerűen csak felvenni, megadni, hanem azokat ki kell számítani. Ahol alternatív lehetőségek merülnek fel, ki kell kutatni a várható gazdasági hatásokat és a döntést a gazdasági hatékonyság figyelembevételével kell meghozni.

A tervezési folyamat lépései során először minden két csomópont közt megtervezik az utasáramlatokat — növekedésük előrebecslésével — és megkeresik ezek optimális útvonalait, nem csupán idő-, hanem komplex költségáfordítás szerint, majd szétosztják az utasáramlatokat az optimális útvonalak körül. Steierwald ajánlása szerint a műveletet mintegy 3 „párhuzamos” útvonalon és legtöbbször a Kirchhoff-féle analóg modell segítségével kell végrehajtani. Végeredményben ráterhelve az egyes útvonalrészekre: az útvonalakon irány szerint szuperponálódnak az utasszámok [4]. Mérlegelésre szorul a kérdés, hogy mekkora utasszám esetén igényelhető közvetlen viszonylat. Az utazóközönség túlnyomó része által kifogásolt átszállás ugyanis az átgyaloglás és az új viszonylatra várakozás időráfordításán túlmenően fáradságot és egyéb kényelmetlenséget is okoz, amit időegyenértékben kifejezve Patz 2 perccel vett számításba [5].

Vannak tapasztalati irányelvek közvetlen viszonylatok létesítéséhez, indokoltságának elbírálásához. Acsay [7] napi 80 000 utast tart szükségesnek két irányban együtt ahhoz, hogy közvetlen viszonylat létesítése indokolt legyen. Nebelung azt kívánja, hogy az utasok 50%-a átszállás nélkül érje el célját, de kizárja azokat, akiknél a kerülő út menettartama meghaladja a legrövidebb idejű útvonal 1,2-szeresét [6]. Potthoff a viszonylatkapcsolásokat a szállítási probléma modelljével oldja meg, a lineáris programozással minimális férőhelykilométerre törekedve, de keresztmetszeti utasszámokkal dolgozva az átszállásokat nem tudja figyelembe venni [8]. Kívülről még más szerzők is

adnak meg módszereket a kérdés megoldására, melyek egymástól főként a kiindulási feltételekben különböznek.

a) Példaként vegyünk fel olyan hálózatot, amelyen az 1 és 2 jelű két indulási pontból 6 km hosszú közös szakasz közbejöttével négy pontba (3—6) kell közlekedtetni az ábrán jelölt férőhelyszámokat és a törekvés a minimális összteljesítményt eredményező viszonylatvezetés (1a ábra). A lineáris programozásra vezető célfüggvény a férőhelykilométer teljesítmény minimuma, amely csak



1. ábra. Viszonylatszerkezet

öt viszonylattal oldható meg. Az egyik megoldást — disztribúciós módszerrel végezve — az alábbi ráfordításmátrixba jegyeztük be oly módon, hogy az egyes viszonylatokon a férőhelyméretezéshez kiadódó időegységenkénti utasszámokat a hatványkitevők szokásos helyére írtuk. A mátrix elemei az illető pontok közti kilométertávolságok.

Pont	3	4	5	6	Induló utas
1	12^{13f6}	13,5 km	16,5	18	13
2	$13,5^1$	15^8	18^{11}	$19,5^5$	25
érk.	14	8	11	5	38

Összteljesítmény: $13.12 \text{ km} + 1.13,5 + 8.15 + 11.18 + 5.19,5 = 585$ férőhelykilométer.

b) A menetrendi kapcsolatok különböző viszonylatok elágazási pontjainál *csatlakozás* formájában, valamint közös szakaszain egymás követésében jelentkeznek. Az egyes viszonylat-vezetési alternatívákban csak az átszállási időket tekintve és ezeket az érintett utasszámokkal szorozva minimumra törekszünk, pozitív értékek, mint feltétel mellett. Ez lineáris programozáshoz vezet. Ha azonban számításba vesszük a végállomásokon minimálisan szükséges tartózkodási időket, valamint az együtt haladó viszonylatok egyenletes követését mint feltételt, akkor az átszállási időket nem lehet mindentől függetlenül megadni, mert kapcsolatok feltételi egyenleteket szolgáltat. Ezek a kapcsolatok szemléletesen oly érdekes *gráfok* alapján írhatók fel, amelyekben egy-egy viszonylat alkotja a gráf csomópontját és az ezeket összekötő élek mutatják a viszonylatok kapcsolatát (*Ib ábra*). Egy-egy ilyen élt követve látszik, hogy milyen követési és végállomási idők adódnak, amelyek közti függéseket figyelembe véve kapjuk az említett feltételi egyenleteket. Ezeket a feltételi egyenleteket azután az utasvárakozás minimumára törekedve, lineáris programozással oldjuk meg és kapjuk az optimális követési (indítási) időket.

1. A közvetlen viszonylat létesítését konkrétan, számszerűleg eldönteni *gazdasági hatékonysági gondolatmenet* alapján lehet. Túlhosszú viszonylatnak nagy a zavarvalószínűsége, ami — többletráfordítással — tartalékkocsi rendszeresítését követeli meg. A hosszú viszonylat gyengébb forgalmú szakaszán rossz a kihasználás is. Hosszú viszonylatok közös szakaszán még szabályos, pontos közlekedés esetén is egyenlőtlen követési időközök adódnak, az ún. *nóniuszhatás* miatt. A nóniuszhatásra példaképpen az áthaladások

00	05	10	15	20	25	30	35 és
00	07	14		21	28	35	

perckor történnek, ha egy 5 és egy 7 perc sűrűségű viszonylat halad együtt. Még szabályos közlekedés esetén is, egyrészt a nóniuszhatás miatt, másrészt a túlhosszú viszonylat szakaszainak eltérő utasterhelése miatt is, a férőhelyeket maximumra kell méretezni: a hosszú viszonylat ezen költségtöbbletét jelöljük I. összetevőként.

De vannak ellenhatások is, mert a kettévágott viszonylatok csatlakozó pontjain létesített végállomás építésének amortizációja és a többletvágányok fenntartása költségtöbblettel, valamint helyfoglalással jár. (II.) Népgazdasági szinten — tehát az utasok időráfordításait, illetve annak egyenértékét is beszámítva — hozzáadódik még az átszállással járó kényelmetlenség és időtöbblet is (III.), ezzel szemben viszont az átszállás kiküszöbölése könnyen hosszú viszonylatokat eredményez, növekvő szórásértékekkel és késésekkel (IV.), továbbá a számított férőhelyszükségleten *felül* tartalékkocsi rendszeresítésével és utasidő ráfordítással. A viszonylatvezetés eképpen kibővített

optimumkritériumába tehát az átszállás kiküszöbölése esetén ez is beszámítandó, valószínűségével együtt. A viszonylatot akkor kell megosztani, ha

$$I + IV - II - III \text{ nagyobb, mint } 0.$$

Figyelembe veendő azonban az is, hogy átszállás esetén az idő- és fáradságtöbblet úgy növelheti a menettartamot, hogy esetleg másik útvonal válik kedvezőbbé.

2. Az optimális viszonylathosszon kívül meg kell még gazdaságilag vizsgálni a viszonylat szerelvényeinek *optimális befogadóképességét*, a járatsűrűség vonatkozásában. A ritka közlekedés csökkenti ugyan a fajlagos személyzeti költségeket, de növeli az utasvárakozás időegyenértékét és a sűrűség ebből számítandó, de nem vehető fel önkényesen. Csupán néhány korlátozó feltételre kell tekintettel lenni, mint pl. a szerelvény nagyságnál az útvonal kapacitása, a sűrűségnél az ismert atlantai ajánlások határértékei (5—20 perc) stb.

A matematikailag megfogható tényezők optimumkeresésének gazdasági modellje a közvetlen viszonylatok problematikájára a következőképpen állítható fel. Legyen minimum a megállóhelyi átlagos várakozási idő és átszállási kényelmetlenség költségegyenértékének, valamint az üzemköltségeknek az összege. Ez a feltétel éppen a nóniuszhatás gazdaságtalan volta és a nagyobb várakozási összidő miatt rendszerint az egy viszonylatos rendszert adja eredményül. Ha azonban számításba vesszük az így szaporodó végállomások építési beruházásait és az időfelhasználással járó költségeket, közvetlen viszonylatokat indokló eredmények is adódnak. Számításba kell még venni a végállomásképzés forgalomtechnikai nehézségeit is, mert lehet, hogy következtetéseinkkel ellentétben, forgalmas téren nem lehet a kérdéses viszonylatot átvezetni, vagy a végállomások részére helyet biztosítani. Ilyenkor súlyozni kell az áramlási arányokat és igényeket.

Kiindulásul szolgáljon az említett matematikai modell legegyszerűbb formája: egy viszonylat optimális sűrűségének számítása az önköltség minimumára törekedve, a várakozás és az átszállási kényelmetlenség egyenértékét is beszámítva ($dK/dA = 0$ -ból). Az összköltség:

$$K = 2 \cdot h \left(u_1 \cdot v + \frac{2 \cdot u_1}{I} \cdot k \cdot \beta \right),$$

az óránkénti optimális szerelvényszám pedig

$$A = \frac{u_1 \cdot \beta}{2 \cdot I \cdot k \cdot h}$$

és az optimális befogadóképesség $F = u_1/A$,

ahol h a vonal két végpontjának távolsága,

u_1 csúcsórai utasszám az erősebb, u_2 a gyengébb irányban,

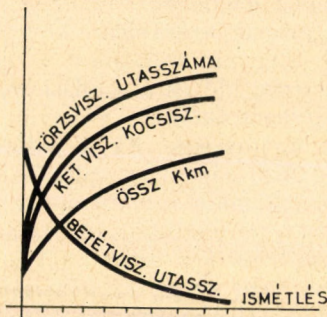
I irányfaktor $\frac{2 \cdot u_1}{u_1 + u_2}$,

v, k, β költségfaktorok.

Pl. $L = 10 \text{ km}$, $a = 1000$ utas/óra és $I = 1$ esetén $F = 100$, a sűrűség 6 perc.

Ha a vonal egyik pontján az utascsökkenés nagymértékű és ezért a forgalmat két viszonylattal kívánánk lebonyolítani, a fenti képleteket továbbfejlesztve kiszámítható, hogy a nóniuszhatást követő kihasználatlanság miatt a *többszorosított rendszer költségesebb*. Helyesebb ezért egyetlen végigmenő viszonylattal, vagy a törésponton érintkező két, szakaszos viszonylattal számolni, az átszállási kényelmetlenség egyenértékének megválasztásától és az utasforgalmi arányoktól függően. Az elágazó elemi hálózat is visszavezethető erre az esetre, amikor ismét az utóbbi megállapítás tehető, mert közös szakasról elágazó két viszonylat esete költségesebb.

3. A *betétviszonylatok* az útvonal nagyobb forgalmú szakaszán közlekedve gazdaságosak, de sajnos, fokozatosan *elnéptelenednek*. A rövidtávú utasoknak ugyanis minden „hosszú”, törzsvizonylat megfelel, de fordítva nem. Ha ezt az átvándorlási folyamatot a törzsvizonylat sűrítésével igyekszünk követni, a két viszonylat aránya egyre inkább



2. ábra. Betétviszonylat elsorvadása

a betétviszonylat kárára tolódik el, ami annak elsorvadásához vezet (2. ábra). Ezt a folyamatot matematikailag megfogalmazva, a törzs- és a betétviszonylat összes kocsiszükségletére és óránkénti összes kocsikilométer teljesítményére felírt alábbi képletek fejezik ki:

$$B = \frac{u' + u''}{F} \cdot t'' - \frac{u'}{F} \left(\frac{u'}{u' + u''} \right)^i \cdot (t'' - t')$$

és

$$kkm = \frac{u' + u''}{F} \cdot h'' - \frac{u'}{F} \left(\frac{u'}{u' + u''} \right)^i \cdot (h'' - h')$$

A képletekben u'' a távolsági és u' a rövidtávú óránkénti utasszám, F a férőhely, t és h pedig az illető szakasz fordulóidejét és fordulóhosszát jelentik. A képletek második tagjai végtelen sok i ismétlés után 0-vá válnak, ami a betétviszonylat megszűnését jelenti, mert az egyetlen törzsvizonylatnak megfelelő értékeket kapjuk (és kétségtelenül sűrűbb forgalmat):

$$B_0 = \frac{u't'' + u''t'}{F} \quad \text{és} \quad kkm_0 = \frac{u'h'' + u''h'}{F}$$

Az utasok átvándorlásának csak különleges forgalomszervezési intézkedésekkel tudunk gátat vetni, ha csak nem akarunk felesleges kocsikilométerekkel a gazdaságtalanság hibájába esni. Ilyen intézkedés lehet a betétviszonylat kocsjai-

nak a törzsvizonylat kocsjai előtt való indítása, ha a sűrűségük egyezik:

$$B = \frac{u't' + u''t''}{F} < B_0 \quad \text{és} \quad kkm = \frac{u'h' + u''h''}{F} < kkm_0,$$

vagy a betétviszonylat férőhelyének csökkentése a ritkítás helyett. Utóbbi esetben különböző férőhelyű szerelvények fognak közlekedni, ami más szempontból lehet hátrányos. Végül szóba kerülhet a viszonylat két részre osztása is, főként, ha az u' utasszám sokkal nagyobb, mint u'' .

A három lehetőség költségeit (a már ismert jelölésekkel folytatva) úgy kell felírni, hogy a hosszú viszonylat esetében k_j tartalékkocsi amortizációját és rajta a személyzeti bért $p\%$ előfordulási valószínűséggel, a betétviszonylat, valamint a vonal kettéosztása esetében k_e végállomás-amortizációt, ezen kívül még a vonal kettévágása esetében az M átszállási időtöbblet és a kényelmetlenség egyenértékét is figyelembe vesszük.

Első esetben egyetlen végigmenő viszonylat üzemköltsége óránként

$$P_I = (K' + K'') \frac{u'}{0,8F}$$

Második esetben, betétviszonylat alkalmazása esetén, az $u' - u''$ utasszám részére

$$P_{II} = (K' + K'') \frac{u''}{0,8F} + K' \frac{u' - u''}{0,8F}$$

Harmadik esetben, a vonal teljes kettéosztásánál

$$P_{III} = K' \frac{u'}{0,8F} + K'' \frac{u''}{0,8F}$$

A K költségek nem egyebek, mint az illető hosszúság szorozva a k_m kilométerenkénti üzemköltséggel.

A fent előadottak szerint az I. és III. esetet kell összehasonlítani az említett kiegészítő költségek figyelembevételével és a viszonylatot akkor kell ketté osztani, ha

$$P_I \cdot p \cdot k_j > P_{III} + M + k_e$$

Ennek pszichológiai alapú általános határfel-tétele nem ismeretes, de óvatosságot igényel, különösen tradicionális vonalak esetén. A viszonylat kettéosztásával járó új végállomás létesítése sem oldható meg pusztán a fentebb ismertetett szempontok alapján, hanem igen kiterjedt, részletekbe menő, komplex vizsgálatot igényel.

A három optimalizálási eredményt részoptimumként ajánlatos már itt közös optimumba szintetizálni, — nehogy egy-egy részoptimum hatékonysága más helyen károsan érvényesülve, az eredményt lerontsa. A közös optimum kedvező közbülső lépésnek ígérkezik a tervezés végén komplex optimummá való egyesítéshez, a dinamikus programozás során és érdekében.

4. Érdemes külön foglalkozni az *autóbusz gyorsjárat rendszerrel*, mint viszonylatfajtaival [10]. Előnyei csak akkor mutatkoznak, ha a közlekedés eléggé sűrű és a megállóhelyritkítás révén viszonylag nagy az utazási időben elérhető nyereség.

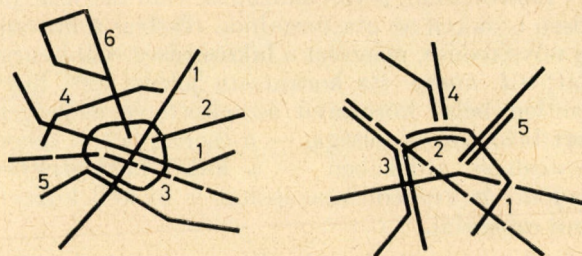
Ellenkező esetben a többlet-viszonylat nehézségei dominálnak, vállalati és vonali szinten egyaránt. A gyorsjáratok létesíthetőségének feltételei és vonalvezetésének módjai a következők:

- előre megtervezett gyorshálózatba illeszkedjenek,
- a törzsvizonylattól ne térjenek el túl hosszú önálló vonalra,
- a túlsok átszállóhellyel és forgalomirányító lámpával teletűzdelt vonalon ne rendszeresítsük őket,
- akkor indítsunk gyorsjáratot, ha ezáltal felszámolhatók az utascseres csomósodásai,
- elég sűrű a forgalom,
- a törzsvizonylat elbírja a kihagyott többi megállóhely utasforgalmát,
- nem lesz megállóhelyszaporítás,
- nem szaporodik a viszonylatok száma, ha az egész viszonylat vagy betétviszonylata alakul át gyorsjáratáttá.

A gyorsjáratokat két szempontból vizsgálhatjuk: kocsitípus és közlekedési útvonal szerint. Előbbi azért figyelemreméltó, mert e tekintetben a gyorsjárat hasonló a betétviszonylatokhoz; a törzsvizonylat minden utas számára megfelel, ezért a törzsvizonylat túlszűföldése mellett a betét- és a gyorsjárat kihasználása csökken. Gyorsjárat esetében erre jobban kell ügyelni, mert feltűnő, ha kocsijai viszonylag üresen, megállás nélkül haladnak el a megállóhelyek mellett. Különbséget kell tenni olyan gyorsjáratok érdekében, amelyeket végállomásuk és kijelölt megállóhelyeik bőven ellátnak utasokkal, nem állítván persze azt, hogy szükség van sok nagyforgalmú megállóhelyre, mert akkor megszűnik a gyorsjárat jellege. Járműdinamikai szempontból óvatosan kell eljárni a nagy kocsik közt kisebb gyorsjárat autóbuszok beállításával.

A gyorsjáratokat az útvonal szempontjából vizsgálva megállapítható, hogy a gyorsjáratnak nem kell a törzsvizonylat útvonalát végállomástól végállomásig követnie, mert a vonal végein rendszerint kisebb az utasszám. Helyesebb, ha betétviszonylatként tehermentesíti a törzsvizonylatot a sűrű forgalmú szakaszon s így nem szaporodik a viszonylatok száma. Helyes megoldás, ha a törzsvizonylat által kiszolgált területet ellátva, a végén elágazik oly oldalsó területre, ahol helyi feladatot lát el. Lehetséges és sok esetben célszerű — az utazás gyorsítása és az átszálló tömegek érdekében — a gyorsjáratot a törzsvizonylatnál hosszabb útvonalra vezetni, ahol távolabbi területek jutnak ezáltal gyors összeköttetéshez. A gyorsjárat el is térhet a törzsvizonylat útvonalától, ha van e célra megfelelő áthidaló főútvonal.

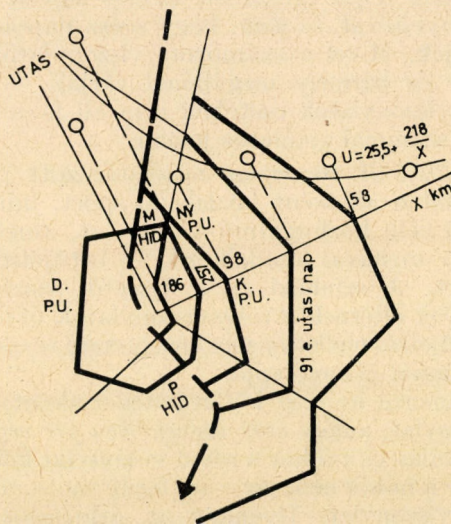
Az *expresszjárat* a külső felvevő területen néhány helyen megállva, megállás nélkül halad a belváros széléig és a gyenge irányban esetleg teljesen megállás nélkül vissza a kiinduló pontig. A délutáni csúcsidőben esetleg ezek az irányok megfordulnak.



3. ábra. Viszonylatok alakja

5. A helyi tömegközlekedési viszonylatokat lehet *osztályozni* hálózati, geometriai és funkcionális szempontból. Előbbi a városszerkezetben viselt *alak* szempontjából lehet a 3. ábra szerint átmérős (1), félátmérős (2), kör- (3) vagy részleges körirányú (4), tangenciális (5) vagy hurokviszonylat (6). Geometriai szempontból viszont *egymáshoz* képest elfoglalt fekvésük szerint csatlakozó (1), átlapoló (2), fonódó (3) vagy elágazó (4) és betétviszonylatok (5) vannak [9].

A *körvonal* tehermentesítő jellegű mindaddig, amíg az utazási időben megtakarítást jelent és az utast megkíméli a túlszűfolt utazástól. Amikor a körirányú vonal „U” formájú kerülő utazást vág át, ennek nem csupán az utazóközönség látja hasznát, hanem a közlekedési vállalat révén a népgazdaság is, egyrészt az üzemeltetés megtakarítás, másrészt járművek felszabadítása formájában. Körvonal létesítése ezért felveti a kérdést: hol az a határ, amelynél nagyobb középponti szög esetén az ív meghosszabbodása miatt az utasok nem veszik igénybe a körvonalat, hanem megmaradnak a sugárirányú átszállásos összeköttetésnél. Bizonyos, hogy a körvonalat 100 fokos középponti szöget meghaladó hosszon az utasok többsége már nem veszi igénybe az útvonal hosszúsága miatt, annak ellenére, hogy a csomópontok elkerülése időbeli megtakarítást eredményez. A körirányú vonal jelentősége inkább a sugárirányú vonalak közti ölelkező és tangenciális utazások esetében domborodik ki.



4. ábra. A körgyűrűk esökkenő napi utasszáma

A körvonalnak a városközponttól való távolsággal erősen csökken az utasforgalma, részben a hosszúság növekedése, másrészt a lakósűrűség csökkenése miatt (4. ábra). Ez korántsem jelenti azt, hogy egyetlen belső körirányú összeköttetés elégséges, mert bizonyos távolságig — a csomópontok tehermentesítése érdekében — a külső kerületekben kezdődő és végződő utazásokat is ki kell közvetlenül szolgálni.

A viszonylatok *funkcionális* csoportosítása menetrendi szempontból történik, s ezt a viszonylatjelzés is hivatott könnyen érthetően követni. A definíció szorossága optimális kell hogy legyen, mert ha az nem elég pontos, akkor semmit sem mond, ha pedig túl részletes, akkor túl sok kategória adódik. A viszonylattervezés elvi szabályai közé foglalható az, hogy a viszonylatok vezetése, de számozásuk is logikus legyen, ez fontos a statisztikai adatszolgáltatás egyértelmősége miatt is. A javasolt kategóriák:

Törzsvizonylat. Naponta (de legalább hétköznapokon) egész napon át közlekedő, önálló jelzésű viszonylat. A tájékozódás miatt igen fontos a számozási rendszer szigorú logikája, áttekinthetősége és állandósága.

Betétviszonylat. A törzsvizonylat útvonalán belül közlekedő viszonylat; nem kell — bár hasznos — hogy egyik végállomása azonos legyen a törzsvizonylatéval. Ha nem közlekedik legalább minden hétköznapon és egész napon át, akkor ne kapjon önálló számjelzést, hanem A—C betűkiegészítést.

Elágazó viszonylat. Oly viszonylat, amely a törzsvizonylattól annak végpontja előtt nem nagy távolságban eltér és rövid, önálló szakaszán ugyanazt a közlekedési területet szolgálja ki. Ha nem egész napon át közlekedik, Y betűkiegészítést kaphat.

Gyorsviszonylat az útvonalába eső nem minden megállóhelyen áll meg. Ha valamely törzsvizonylattal azonos közlekedési területet szolgál ki, akkor a könnyebb tájékozódás érdekében a megfelelő százaz számjelzést kapja. Nem szükséges, hogy útvonala teljes egészében azonos legyen a törzsvizonylatéval, az sem, hogy egész napon át közlekedjék. Mivel a számozott viszonylatokat bármikor és bármely megállónál várják — és ez a gyorsviszonylatok esetében nem áll fenn — ezért piros számmal ajánlatos jelölni.

Rendkívüli viszonylat meghatározott célból és útvonalon időnként közlekedő sport, üdülő vagy egyéb célú közforgalmú viszonylat, amely — ha önálló tarifával rendelkezik — betűjelzéssel van ellátva. A színházi és a temetői viszonylatok, amelyek eltérnek a törzsvizonylatok útvonalától, a betűjelzés mellett a megközelítendő törzsvizonylat számát is megkapják.

Felmerül itt még külön kategoriaként az olyan viszonylat, amely *csak csúcsidőben jár végig* teljes útvonalán és amikor a rövid viszonylat közlekedik, akkor a másik nem jár — és fordítva —, tehát nem betétviszonylat. Ilyenkor az áthúzásos számot lehet alkalmazni a rövid szakaszon.

III.

A viszonylatvezetés akkor lesz teljes, ha a végpontok megfelelő kialakításáról is gondoskodás történik.

a) A vonalközi *végállomás* indokoltságát (római számokkal jelzett) négy összetevőből döntöttük el: az I. és IV. tárta fel a hosszú viszonylat terheit (nóniuszhatás és késések), a II. és III. pedig a végállomás létesítésével volt kapcsolatos (beruházási költség és kényelmetlenség). Ha eldöntöttük a vonal kettéosztását, akkor a II—III. mindenképpen és egyformán felmerül, bárhova is helyezük a közbenső végállomást; éppen azért jut előtérbe a IV., hogy tartalékkocsira ne legyen szükség.

A vonalközi elhelyezésnél tehát az dönt, hogy a szakaszok u' és u'' (rövidtávú és hosszútávú) utasarányaitól és az utaslépcső helyétől függően mikor lesz az összes üzemköltség, a teljesítmény minimum. Ha az utasszám alakulása a vonalon folytonos görbe szerint történne, akkor indokolt lenne a differenciálszámítás, — de a gyakorlatban más a helyzet. Éppen ezért fel kell kutatni azokat a zónaállomásoknak nevezett utaslépcsőket, amelyek után hosszabb lépcsőnélküli szakaszok következnek és a számításokat úgy kell elvégezni, hogy a végállomást sorban az egyes zónaállomásokon képzeljük elhelyezve. Ekként kipróbálva a végállomás elhelyezését, kiszámítjuk a teljesítményeket és a legkisebbet fogadjuk el.

b) A vonalat addig vezetjük, amíg a környező lakó- és ipari települések ezt indokolják és a végállomást nem az utolsó település szélén, hanem az említett *települések súlypontjában* jelöljük ki. *Launhardt* ezt helyesen „kommerzielle Verkehrsstrassierung”-nak nevezi, ami már utal arra, hogy itt nem mechanikai jellegű súlypontokról van szó — legfeljebb analógiájáról — és *Föppl VIÁL*-modellje határozza ezt meg szabatosan. Ez *allokációs modell*, amelynek célfüggvénye a rágyalogások összegének minimalizálását tűzi ki célul, a gyaloglási távolságot a települési körzetek lakosságával, az ipari munkahelyek számával súlyozva. [8]

c) A városi tömegközlekedési eszközök végállomásainak létesítését mindjobban megköveteli a lebonyolítás szervezetsége és a tartalékképzés, viszont létesítésük mind nagyobb akadályokba ütközik. Bármelyik közlekedési eszköze is a végállomás és bármilyen típusú is, a *követelmények* lényegileg azonosak:

1. A végállomás kerüljön nagy utasesökkenésű pontok közelébe.

2. A járművek megfordulása legyen könnyű és gyors, a szerelvényeket megbontás nélkül vissza lehessen fordítani, s ez a vonali kapacitást ne rontsa.

3. A helyigény ne legyen nagy, az átszállási gyaloglás legyen kicsi, a tájékozódás legyen egyszerű, a helyszínen könnyen áttekinthető.

4. A szükséges járműellátást és járműrendezést tegye lehetővé.

5. Az utasok mozgása egyszerű és veszélytelen legyen, az üzemi mozgások is legyenek veszélytelenek.

6. Utasváróhelyről és személyzeti tartózkodóról történjék gondoskodás.

7. A közúti forgalmat ne zavarja.

8. Gazdaságos üzemvitelt tegyen lehetővé, ne okozzon felesleges mozgásokat, ne tegyen szükségessé többlet járművet és többlet személyzetet. Közös végállomások (csomópont) gazdaságilag és irányítás szempontjából előnyösek.

d) A végállomás optimális kapacitásához szükséges vágány-, illetve kocsiállásszámot az S csatorna kiszolgálási modell szerint lehet optimalizálni, egybevetve a többletvágány, illetve úttest építési (amortizációs) költségeit és helyfoglalását a „globális költségfüggvényben” a jármű- és utasvárakozás időegyenértékével.

IRODALOM

- [1] A magyar közlekedéspolitikai, Bp. 1969. KÖZDOK.
- [2] *Turányi István*: A modern forgalomirányítás módszerei, MTA konferencia, Bp. 1963.
- [3] *Gyulai Géza*: Hálózatfejlesztés és viszonylatpolitika, Közlekedéstudományi Szemle, 1964. évi 12. sz.
- [4] *Gyulai Géza*: Ökonomsche Wirkungsentscheidungen im städtischen Massenverkehr, Periodica Polytechnica, 1971. évi 3. sz.
- [5] *Patz Sándor*: Linienführung, UITP, 1939.
- [6] *Nebelung, H.*: Rationelle Umgestaltung von Strassenbahnnetzen, Aachen, 1961.
- [7] *Acsay István*: Viszonylatvezetés, kézirat, Bp. 1963.
- [8] *Potthoff, G.*: Verkehrsströmungslehre, 3. kötet. Berlin, 1965. Transpress.
- [9] *Turányi István*: Személyközlekedési üzemtan, Bp. 1972. Műszaki Könyvkiadó.
- [10] *Biró Lajos*: A budapesti gyorsautóbuszhálózat kialakítása, Városi Közlekedés, 1972. évi 4. sz.

Egyesületi hírek

Megtartott központi előadások és egyéb rendezvények

1973. Április 5. A Fuvarjogi Állandó Bizottság rendezésében klubdelután: Ankét szervezése.

Április 10. A Mérnöki Szerkezetek Szakosztálya rendezésében előadás: Gyalogos aluljárók födémlemezeinek statikai vizsgálata modell-kísérletek alkalmazásával.

Előadók: *DR. DALMY DÉNES, DR. HEGEDŰS ISTVÁN, WINDISCH ANDOR* (BME)

Április 10. A Közlekedési Anyagmozgatási Állandó Bizottság rendezésében előadás: Új technológiai elemek, az automatizálás bevezetésének lehetőségei a rakodásgépesítési részfolyamatokon belül.

Előadó: *RADÓCZY TAMÁS (KÖTUKI)*

Április 11. A Közlekedéstudományi Egyesület Beruházási Állandó Bizottságának rendezésében ankét: A közlekedés és hírközlés fejlesztésének időszerű kérdései.

Az ankétot megnyitotta: *RÖDÖNYI KÁROLY*, a közlekedés- és postaügyi miniszter első helyettese, a KTE elnöke.

A vitaindító előadást tartotta: *MESTER KÁROLY*, az OT főosztályvezetője, a KTE Beruházási Áll. Biz. társelnöke.

Április 11–13. A Közúti Közlekedési Szakosztály rendezésében 4. budapesti városi forgalmi tervezési és forgalomtechnikai nemzetközi tudományos tanácskozás A FORGALOM BEFOLYÁSOLÁSA témában.

A kölcsönös tájékoztatás és vita kérdéscsoportjai:

1. A forgalom befolyásolása várostervezési eszközökkel.
2. A helyváltoztatási mód megválasztásának befolyásolása.
3. Forgalm befolyásolás a kibernetika segítségével.

Vezető: *KOLLER SÁNDOR* (BME)

Április 12. A Szállítmányozási és Gépjárműközlekedési Szakosztály közös rendezésében előadás: A külkereskedelem elvárásai a KGST forgalomban a közöttől.

Előadó: *GÁCS VILMOS* (Külker. Min.)

Április 13. A Városi Közlekedésügyi Szakosztály rendezésében előadás: Ütügyi hatósági jogkör gyakorlásának tapasztalatai.

Előadó: *DR. SZALAI BÉLA* (KPM)

Április 13. A Híradástechnikai Tudományos Egyesület Távbeszélő Szakosztálya, a Közlekedéstudományi Egyesület Postai és Távközlési Tagozatának Távközlési Szakosztálya és a Neumann János Számítógéptudományi Társaság közös rendezésében előadás: A távközlési forgalom elméletének és gyakorlatának irányvonalai és problémái.

Előadó: *PROF. SC. D. ARNE JENSEN* (IMSOR, Technical University of Denmark, Lyngby)

Április 17. A Városi Forgalmiszervezési Szakosztály rendezésében előadás: A közúti forgalomirányítás aktuális technikai kérdései:

— elektronikus és elektromechanikus berendezések megbízhatósága,

— forgalomtechnikai tervek (időtervek, tiltási táblázatok) elemzése elektronikus számítógépen.

Előadók: *DR. GÁL JÓZSEF, KATKÓ LÁSZLÓ, VOZÁRI GYULA* (BME)

Április 17. A Városi Közlekedés Járművei Szakosztály rendezésében előadás: A milleneumi földalatti vasút új járművei, próbaüzemének tapasztalatai.

Előadó: *FODOR GÉZA* (BKV)

Április 17. Az Organizációs, Technológiai és Építésgépesítési Szakosztály rendezésében tanulmányi kirándulás: A milleneumi földalatti vasút meghosszabbítási munkáinak megtekintése.

Helyszíni tájékoztató előadást tartott a tervezésről: *DALMY TIBOR* (FÖMTERV), a kivitelezésről: *PETIK ERNŐ* (Hídép. V.)

A kirándulást vezette: *MENDIK ANTAL*, a Szakosztály elnöke.

Április 18. A Hajózási Szakosztály rendezésében tanulmányi kirándulás: a „Tisza II” vízilépcső munkálatainak megtekintésére.

Szervező: *LOPUSNY ENDRE* (MAHART)

Április 18. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztály rendezésében előadás: A zene vivőhulámú berendezések jelenlegi helyzete.

Előadók: *MIHÁLYFI ISTVÁN, LŐRINCZ ANDRÁS*, (Helyközi Távb. Ig.)

Április 18. A Pécsi Területi Szervezet és a KTE Vasúti Szakosztályának közös rendezésében előadás: Offline-jellegű távadatfeldolgozás a MÁV Pécsi Igazgatóságánál.

Előadó: *BOGDÁN GÁBOR* (MÁV. Ig. Pécs)

Április 19. A GTE Műanyag Szakosztálya és a KTE Közúti Gépjárműjavító Szakosztálya közös rendezésében ankét: Ráolvasztott műanyagbevonat alkalmazása dinamikus igénybevételnek kitett járműalkatrészeknél.

Április 19. A Közúti Szakosztály és a Talajmechanikai Szakosztály közös rendezésében vetített képes előadás: NSZK tanulmányút útügyi — geotechnikai tapasztalatai.

Előadó: *DR. BOROMISSZA TIBOR* (KÖTUKI)

Április 19. Az Alagút és Mélyalagut Szakosztály rendezésében vetített képes előadás: A Metró-észak-déli vonalának Deák téri állomása.

Az állomás terveit ismertette: *BERNVALNER JÓZSEF* (UVATERV)

Az építési tapasztalatokat ismertette: *JANITSÁRI IVÁN* (KÉV)

Április 19. A Közúti Gépjárműjavító Szakosztály rendezésében előadás: Cserefordarabok és csereelemek alkalmazása a gépjárműjavítás fejlesztés céljából.

Előadó: *TRBOVICS GOJKO* (IV. Autójav. V.)

Április 19–20. A KTE Városi Közlekedési Tagozata, Vasúti Szakosztálya és Győri Területi Szervezete

(Folytatás a 257. oldalon)

A korszerű vasúti vonali vonóerő főbb paramétereinek meghatározásának mozdonyteljesítményi vonatkozásai

Dr. HARMATISÁNDOR

I. BEVEZETÉS

A vasutak korszerűségét, kapacitását és gazdaságosságát sok vonatkozásban vontatójárműveik határozzák meg. Fényes múltjuk, évszázados ragyogó eredményeik után a gőzmozdonyok fejlesztési lehetősége lényegében kimerült, ezek a gépek kiöregedtek, egyre nagyobb ütemben villamos és Diesel-mozdonyok, motoros kocsik váltják fel őket. Ez a folyamat hazánkban is megindult és gyorsulva folytatódik [1, 2, 3, 4].

Az utóbbi két évtizedben a vasutak tömegével szerezték be a korszerű vontatójárműveket. A beszerzett járművek egy része olyan paraméterű, hogy azok a vasutak forgalmi igényeit csak korlátozottan tudják kielégíteni.

A korszerű vonali, nagyobb teljesítményű, vonóerejű és sebességű vontatójárművek paramétereinek meghatározása tekintetében a következő főbb szempontok alapján célszerű a vizsgálatokat végezni:

- a vonatok súlya,
- a vonatok sebessége,
- a vonókészülékek teherbírása,
- a trakciós szakaszok mértékadó-maximális és a jellemző terhelési szakaszai.

A kialakított metodikával meghatározható:

- a beszerzendő vontatójárművek maximális sebessége, teljesítménye, tengelynyomása és adhéziós vonóereje,
- a járművek üzemi előnyei és gazdaságossága.

A *tehervonatok súlyát* az állomási vágányok befogadóképességéből és a korszerű két- és négytengelyű teherkocsik műszaki adottságaiból kiindulva határoztuk meg és az *1. táblázatba* foglaltuk.

1. táblázat

Az állomási vágányokon képezhető legnagyobb súlyú tehervonatok

Állomási vágányok		Két-, illetve négytengelyű kocsikból összeállított vonat	A vonat súlya	
tengelyszáma	hossza, m		80 %-os	100 %-os
			raksúlykihasználás esetén, tonna	
<i>Törzshálózaton</i>				
150	810	Négytengelyű	3150	3640
150	810	Kéttengelyű	2312	2724
120	660	Négytengelyű	2531	2908
120	660	Kéttengelyű	1863	2280
<i>Mellékvonalon</i>				
60	360	Négytengelyű	1260	1448
60	360	Kéttengelyű	928	1092

A törzs- és mellékvonalakra számított tehervonatsúlyok közül a 80%-os raksúlykihasználású vonatsúlyokkal célszerű mind a törzs-, mind a mellékvonali vonóerőt meghatározni [5].

A nemzetközi személyszállító vonatok viszonylatában a 20 négytengelyű személykocsiból összeállított 1000 tonna súlyú, 490 m hosszú vonatokkal célszerű számolni. A nemzetközi személy fejpályaudvarok fogadó és induló vágányainak hosszát a 490 m hosszú vonathoz hozzáadva, az érkező és induló mozdonyok, 2,20 méteres hosszát és a 10 m biztonsági távolságot 540 m hosszúságú vágány elégití ki.

A belföldi törzshálózati gyors- és személyvonatoknak a jövőben sűrűbb közlekedtetésével számolva lehetővé válik a vonatok hosszának csökkentése. Az igényeket előreláthatólag kielégíti a 9 négytengelyű kocsiból összeállított 440 tonna súlyú, 720 ülőhelyes és 220 m hosszú vonat. Az általános megállapítás mellett azonban indokolt egyes viszonylatokban, pl. a balatoni idényjellegű forgalomban a 20 négytengelyű személykocsiból összeállított 1000 tonna súlyú vonatokkal is számolni.

A mellékvonali személyforgalmat a jelenben és a jövőben is maximális biztonsággal kielégíti 4 négytengelyű személy- és egy poggyászt, expresszárut és postát szállító 200 t súlyú, 320 ülőhelyes, 120—130 m hosszú, lehetőleg ingajáratos személyvonat.

A mellékvonalakon sűrűn előfordul, hogy romlóval, vagy élővel rakott teherkocsikat is kell személyvonattal továbbítani, ezért 3 teherkocsival számolva a vonat súlya 300 tonnára vehető.

Tekintettel arra, hogy a MÁV nemzetközi fővonalai az európai vasúti hálózat szerves részét képezik, a jövő igényeit is kielégítik a *2. táblázat szerinti alap és utazási sebességek*.

2. táblázat

Alap- és utazási sebesség

Vonatnem	Alapsebesség, km/h		Utazási sebesség, km/h	
	jelenleg	jövőben	jelenleg	jövőben
Gyorsvonat				
nemzetközi	85	160	70	104
fővonalon ..	85	140	70	95
Gyorsvonat ..	85	120	70	85
Személyvonat				
fővonalon ..	75	100	40	55
mellékvonalon	45	80	30	45
Tehervonat				
fővonalon ..	50	80	30	45
mellékvonalakon ..	30	60	10	20

A táblázatban foglalt belföldi sebességnövelésen felül a MÁV a nemzetközi személy- és teherforgalom versenyében felzárkózik a szomszéd vasutak utazási sebességi célkitűzéseihöz.

100/85 tonna teherbírású vonókészülékkel van felszerelve mintegy 70%-a a MÁV járműállományának. A 150 tonna teherbírású, merev rendszerű

3. táblázat

A megengedhető vonatterhelések tonnában a 65, 100/85 és a 150 tonna teherbírású vonókészülékekre*

Terhelési szakasz	Mértékadó emelkedő	Alapellenállás $V_a = 40$ km/h esetén, w_0'' kg/t	Számításba vett ‰	$G_k = \frac{65}{(e+w_0'')n}t$	$G_k = \frac{85}{(e+w_0'')n}t$	$G_k = \frac{150}{(e+w_0'')n}t$
I. a	0—0,5	3,20	0,5	3850	5000	8850
I. b	0,5—1,5	3,15	1,0	3550	4600	8200
II. a	1,5—3,0	3,10	2,0	2940	3600	6770
II. b	3,0—4,0	3,10	3,0	2460	3200	5660
III. a	4,0—5,0	3,05	4,0	2120	2750	4880
III. b	5,0—7,0	3,00	5,0	1880	2450	4320
IV	7,0—8,0	2,95	7,0	1510	1950	3670
V	8,0—10,0	2,90	8,0	1380	1800	3170
VI	10,0—12,0	2,90	10,0	1160	1500	2670
VII	12,0—14,0	2,85	12,0	1010	1300	2330
VIII	14,0—16,0	2,80	14,0	900	1150	2070
IX	16,0—18,0	2,80	16,0	800	1050	1840
X	18,0—20,0	2,80	18,0	720	950	1660
XI	20,6—22,0	2,75	20,0	660	850	1550
XII	22,0—25,0	2,70	22,0	600	780	1380
XIII	25,0—27,0	2,70	25,0	540	700	1240

* MÁV eljárással számítva.

központi ütköző- és vonókészülék fokozatos bevezetését az OSZZSD és az UIC együttesen a 80-as évek közepén tervezi. A megengedhető vonat-terheléseket a 65, 100/85 és a 150 tonna terhelésű vonókészülékekre vonatkozólag a 3. táblázat tartalmazza. A beszerzendő mozdonyok vonóerővel számításainál már a 150 tonna vonóerővel terhelhető központi ütköző- és vonókészüléket is figyelembe kell venni.

A 100/85 tonnás vonókészülékekkel a törzshálózaton a számított vonatsúlyok csak a II. b, illetve III. b terhelési szakaszokon továbbíthatók. A 150 tonna szakítószilárdságú vonókészülék még a 100%-os raksúlykihasználású vonatok továbbítási igényeit is biztonságosan kielégíti, míg a mellékvonalakon a 65 tonna szakítószilárdságú vonókészülék a 60 tengely befogadóképességű állomási vágányokon képezhető legnagyobb súlyú vonatok továbbítására biztonságosan megfelel.

A törzshálózati mértékadó-maximális terhelési szakasznak — a törzshálózati traktiós szakaszok tehervonati értékelése alapján — a IV. terhelési szakaszt, 8%-os emelkedővel célszerű alapul venni [6].

A budapesti Duna-jobbparti és Duna-balparti körvasúti vonalrészek tehervonati értékelése alapján a III. b terhelési szakaszt és a 10%-os emelkedőt célszerű mértékadónak tekinteni.

A mellékvonali hálózati mértékadó-maximális terhelési szakasznak — a mellékvonali traktiós szakaszok tehervonati értékelése alapján — célszerű VII—VIII. terhelési szakaszt alapul venni 13%-os emelkedővel.

A mértékadó-maximális terhelési szakasz új fogalom, mert eddig általában a traktiós szakasz átlag-terhelési szakaszával számoltak, amely minden esetben alatta volt a traktiós szakasz mértékadó-maximális terhelési szakaszának. Pedig a traktiós szakaszon továbbítható legnagyobb súlyú tehervonat súlyát mindenkor a maximális terhelési szakasz határozza meg.

Eklatáns példa erre a Záhony—Miskolc—Hatvan—Budapest 350 km hosszú traktiós szakasz, amelynek átlag-terhelési szakasza II. a, a maximális terhelési szakasz az Aszód—Gödöllő közötti 14 km hosszú IV. terhelési szakasz, 8%-os emelkedővel. Tehát ezen a 350 km hosszú traktiós szakaszon a 14 km hosszú maximális IV. terhelési szakasz határozza meg azt a legnagyobb súlyú tehervonatot, amelyet a mozdony tolómozdony nélkül vontatni tud.

A törzs- és mellékvonali hálózatra, valamint a körvasúti traktiós szakaszokra beszerzendő tehervonatok továbbító mozdonyok vonóerejét úgy célszerű megválasztani, hogy azok a tengelyszám és 80%-os raksúly kihasználású tehervonatot a hálózati mértékadó-maximális terhelési szakaszon a mozdony meghatározott vagy a tartós teljesítmény sebességével üzembiztosan tudják vontatni.

A törzs- és mellékvonali hálózat személyvonati értékelésénél üzemszerű szükségességnek fogadható el, hogy a vonal hosszának mintegy 60%-án a meghatározott súlyú vonatot a célul kitűzött maximális sebességgel továbbítsák. Ezért a vonalhosszúság kisebb emelkedésű, 60%-ot kitevő részén előforduló legnagyobb terhelési szakaszt jellemző terhelési szakasznak választva, a jellemző terhelési szakasz a törzshálózaton a II. b terhelési szakasz, 3—5%-os emelkedőkkel, a mellékvonali hálózaton a III. b terhelési szakasz, 5—7%-os emelkedőkkel.

II. A BESZERZENDŐ MOZDONYOK TELJESÍTMÉNYE

1. Fővonali személyvonati mozdonyok

A nemzetközi gyorsvonatok maximális súlya az UIC IV. és VI. Bizottsága által elfogadott, 20 négytengelyű kocsiból álló 1000 tonna súlyú vonat. Ilyen súlyú nemzetközi gyorsvonatot rendszeresen

kell a Magyar Államvasutaknak Bp. Nyugati pu.—Záhony viszonylatban továbbítani. A nyári nemzetközi idényforgalomban többször kellett 900—1000 tonna súlyú gyorsvonatokat vontatni.

A célul kitűzött 160, illetve 140 km/h sebességgel a fővonalakra meghatározott II. b jellemző terhelési szakaszon, 3‰ emelkedőjű ív nélküli pályán vontatni képes mozdony beszerzése a jövőt illetően indokolt. A vonat fajlagos ellenállását és a szükséges teljesítményt a Vasúti Tudományos Kutató Intézet által módosított Strahl-képlettel számolva, 160 km/h sebességnél:

$$W_0 = 2 + \frac{(V+10)^2}{4000} + e \text{ [kg/t]}$$

$$W_0 = 2 + \frac{(160+10)^2}{4000} + 3 = 12,22 \text{ [kg/t]}$$

1000 tonna súlyú vonat 160 km/h sebességgel való vontatásához a szükséges vonóerő tehát

$$Z = 12\,220 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{160} = \frac{ZV}{270} = \frac{12\,220 \cdot 160}{270} = 7241 \text{ LE.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény 140 km/h esetén:

$$W_0 = 2 + \frac{(140+10)^2}{4000} + 3 = 10,62 \text{ kg/t}$$

$$N_{140} = \frac{10\,620 \cdot 140}{270} = 5506 \text{ LE.}$$

Ha tehát nemzetközi fővonalainkon a 20 négytengelyű kocsiból álló 1000 tonna súlyú nemzetközi gyorsvonatot a vonalak hosszának mintegy 60%-án 160, illetve 140 km/h sebességgel szándékozzuk vontatni, úgy 7241, illetve 5506 LE effektív teljesítményű mozdonyok szükségesek. A számított teljesítmény igény egyezik azoknak a külföldi vasutaknak a gyakorlatával, amelyek a 140—160 km/h sebességet bevezették és ennek érdekében névleges 6000—8000 LE teljesítményű, túlnyomórésben villamos mozdonyokat szereztek be. Az utóbbi időben a nagy sebesség bevezetése és a többmozdonyos vontatás csökkentésére való törekvés a mozdonyteljesítményi igény rohamos növekedését okozta. Az igényeket a Diesel-mozdony gyárak igyekeznek kielégíteni. Gyártanak egy gépezetes 4000—5000 LE és két gépezetes 4800—6000 LE teljesítményű mozdonyokat, és kialakították az 5000—7000 LE teljesítményű Diesel-mozdony motorokat [7, 8, 9].

Az Amerikai Egyesült Államokban az 1965. évben 1200, 1966-ban 1500 és 1967-ben 1000 megnövelt, 2800—3000 és 3600 LE teljesítményű Diesel-mozdonyokat szereztek be, ezzel felváltva a kisebb (1400—2000 LE) teljesítményű, gazdaságtalan Diesel-mozdonyokat [10, 11].

A Szovjetunióban a harkovi Malisev Közlekedési Gépgyár kialakította a D 70 típusú négyütemű Diesel-motor családot. A D 70 típusú motorokkal 400—500—800—1200—1500—2000—3000—4000—10 000—12 000 LE teljesítmény érhető el, a 4—6

4. táblázat

A D 70 típusú négyütemű Diesel-motorecsalád

A motor jelölése az állami szabvány szerint és a gyári típus	Teljesítmény, LE	Hengerek száma, elrendezése	Főtengely ford. szám, n/p	Fajl. fogyasztás, g/eff. LE/h	Fajl. motor súly, kg/eff. LE	M é r e t e k		
						hossz, mm	szélesség, mm	magasság, mm
16 CsN 24/27 1000, 2 D 70.....	3 000	16	1000	150				2950
		16	1000	145	5,0	5680	1610	3100
16 CsN 24/27 1000, 3 D 70.....	4 000	16	1000	150	3,7	5680	1610	2950
		16	1000	145			1610	3100
16 CsN 24/27 1000, 4 D 70.....	4 000	16	1000	150	3,7	5680		2950
		16	1000	145				3100
12 CsN 24/27 1000, 14 D 70.....	3 000	12	1000	150	3,7	3605	1610	2950
		12	1000	145				
12 CsN 24/27, 12 D 70	2 000	12	850	150	5,5	3605	1610	2950
12 CsN 24/27, 1000, 13 D 70.....	2 000	12	1000	150	5,5	3605	1610	2950
8 CsN 24/27 1000, 10 D 70.....	2 000	8	1000	150	4,5	3040	1610	2420
8 CsN 24/27 1000, 9 D 70.....	1 500	8	1000	150	6,0	3040	1610	2420
6 CsN 24/27 1000, 6 D 70.....	1 200	6 S	1000	150	5,5	3600	1200	2280
6 CsN 24/27 1000, 7 D 70.....	1 500	6 S	1000	150	4,5	3600	1200	2280
6 CsN 24/27 750, 8 D 70.....	800	6 S	750	150	8,0	3600	1200	2280
4 CsN 24/27 750, 11 D 70.....	450—500	4 S	750	150	10,0	2830	1200	2390
4 CsN 24/27 500, 15 D 70.....	350—400	4 S	500	150	12,0	2830	1200	2390
4 VCsn 24/27	10 000	48 csill.	1000	148	3,5	5570	3800	3650
8 soros csillag	12 000			140				

álló hengerosoros 8—12—16 V és a 8 soros csillag elrendezésű (soronként 6 henger) 48 hengeres megoldások segítségével (4. táblázat).

A 7241, illetve 5506 LE effektív teljesítményű mozdonyok a nemzetközi fővonalakon levő maximális 8‰ emelkedőkre 1000 tonna súlyú vonatot kereken 130, illetve 110 km/h sebességgel tudnak vontatni.

A *belföldi gyorsvonatok* maximális súlya 16 négytengelyű kocsival számolva 800 tonna. A célul kitűzött 120 km/h sebességgel a jellemzőnek kiválasztott II. b terhelési szakaszon, 3‰ emelkedőjű, ív nélküli pályán vontatható vonat fajlagos ellenállása:

$$W_0 = 2 + \frac{(120 + 10)^2}{4000} + 3 = 9,22 \text{ kg/t.}$$

A 800 tonna súlyú vonat 120 km/h sebességgel való vontatásához szükséges vonóerő:

$$Z = 9,22 \cdot 800 = 7376 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény 120 km/h sebesség esetén:

$$N_{120} = \frac{7376 \cdot 120}{270} = 3393 \text{ LE.}$$

Idényjellegű (balatoni) forgalomban a 20 négytengelyű kocsiából álló 1000 tonna súlyú vonat továbbításához szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{120} = 4097 \text{ LE.}$$

Emellett a 3393, illetve 4097 LE effektív teljesítményű mozdony a 8‰ emelkedőjű, ív nélküli pályán 80 km/h sebességgel képes a 800, illetve 1000 tonna súlyú vonatot vontatni.

A *belföldi fővonalai személyvonatok* súlya 600 tonna; 100 km/h sebességgel, a mértékadó terhelési szakaszon 3‰ emelkedővel számolva, a szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{100} = \frac{4800 \cdot 100}{270} = 1777 \text{ LE.}$$

Az 1777 LE effektív teljesítményű mozdony a 600 tonna súlyú személyvonatot a fővonalakon maximális 8‰ emelkedőjű egyenes pályaszakaszokon kereken 70 km/h sebességgel képes vontatni.

2. Fővonalai motorkocsik, motorvonatok

Az európai vasutak túlnyomó többsége jelentős számú motorkocsit, motorvonatot tart üzemben. A sebességi igény nagymértékű növekedése következtében mind nagyobb teljesítményű motorkocsikat (Svájc 3000 LE, Ausztria, Trans Alpin express 4440 LE) szereztek be. Ezek a motorkocsik mozdony-jellegűek, motorkocsinak csak azért tekinthetők, mert kisebb csomagszállító fülkét, vagy az utasellátó konyháját helyezik el rajtuk.

A fővonalai motorkocsikat vagy motorvonatokat az utóbbi időben már csak az elővárosi forgalom részére szerzik be. Az elővárosi forgalomban a motorkocsik sűrűbb közlekedtetésének előfeltétele az erre a célra szabadabbá tett pálya, illetve a távol-

sági és az elővárosi forgalom kettéválasztásával a motorkocsi üzem részére független új pálya építése. A vasutak felismerték, hogy e járműveket a távolsági forgalomban csak egycélúan tudják felhasználni, rugalmatlanok, a napszak, illetve a heti utasszám ingadozását nem, vagy csak nehézségekkel tudják követni. A motorkocsik, motorvonatok két vezetőállásúak, szimmetrikus tengelyrendezésűek, ami lehetővé teszi mind a kétirányban a maximális sebességgel való közlekedtetésüket. Ez az előny a mozdonyvontatású ingaszervevényekkel is elérhető, valamint a szükséges gyorsítás is biztosítható, ezért az utóbbi években az európai vasutak nagy részénél a többcélúan felhasználható, gazdaságos ingajáratos mozdonyvontatásos üzem terjed el nagy mértékben.

3. Fővonalai tehervonati mozdonyok

A *TEEM vonatok* súlya 600—1000 tonna. A nemzetközi megállapodások értelmében ezeket 85—100 km/h sebességgel szükséges továbbítani. A szükséges teljesítményt a Vasúti Tudományos Kutató Intézet módosított gyorstehervonati képzetével számolva:

$$W_0 = 2 + \frac{V^2}{3000} + e \text{ [kg/t]}$$

$$w = 2 + \frac{100^2}{3000} + 3 = 8,33 \text{ kg/t.}$$

Az 1000 tonna súlyú vonat ellenállása:

$$Z = 8,33 \cdot 1000 = 8330 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N = \frac{8330 \cdot 100}{270} = 3085 \text{ LE.}$$

A 3085 LE teljesítményű mozdony a fővonalakon maximálisnak felvett 8‰ emelkedőjű, ív nélküli szakaszokon az 1000 tonna súlyú TEEM vonatot 70 km/h sebességgel képes vontatni.

A *LIM vonatok* súlya 1200—2000 tonna. A LIM vonatok sebességét általában lehetőségeik ismeretében a vasutak maguk határozzák meg. A Magyar Államvasutak hálózatán a LIM vonatok sebessége 50—60 km/h. Európában a fejlett vasutak 70—80 km/h sebességgel továbbítják a LIM vonatokat.

Ha a 2000 tonna súlyú LIM vonatokat 80 km/h sebességgel szándékozzák a jövőben továbbítani, úgy a szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$W_0 = 2 + \frac{80^2}{3000} + 3 = 7,13 \text{ kg/t.}$$

A 2000 tonna súlyú LIM vonat ellenállása:

$$Z = 7,13 \cdot 2000 = 14\,260 \text{ kg}$$

$$N_{80} = \frac{14\,260 \cdot 80}{270} = 4225 \text{ LE.}$$

A 4225 LE teljesítményű mozdony a törzshálózat a 8‰ emelkedőjű, ív nélküli szakaszaiban a 2000 tonna súlyú LIM vonatokat 50 km/h sebességgel képes vontatni.

A *belföldi gyorstehervonatok* sebessége a Magyar Államvasutaknál általában megegyezik a tehervonatok 50—60 km/h sebességével. A menetren-

deket és a vonatok súlyát nem az igények alapján, hanem a meglévő 2000 LE névleges teljesítményű Diesel-mozdony figyelembevételével határozták meg.

A vonatkozó OMF B koncepció a jövőben 80 km/h sebességet javasol a tehervonatok részére, nem tesz különbséget a teher- és gyorstehervonatok sebessége között.

A gyorstehervonatok jövőbeni súlyát 1800 tonnában, sebességét 80 km/h-ban véve fel, a szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$W_0 = 2 + \frac{80^2}{3000} + 3 = 7,13 \text{ kg/t.}$$

$$Z = 7,13 \cdot 1800 = 12\,834 \text{ kg}$$

$$N_{80} = \frac{12\,834 \cdot 80}{270} = 3802 \text{ LE.}$$

A 3802 LE teljesítményű mozdony az 1800 tonna súlyú gyorstehervonatokot a fővonalak 8% emelkedőjű szakaszán kereken 50 km/h sebességgel képes vontatni.

A fővonalai tehervonatok súlyát az előzőekben tárgyaltak alapján 3150 és 2541 tonnában határozták meg. A fővonalakra jellemző maximális 8% emelkedőjű, ív nélküli pályán minimum 30 km/h sebességet mértékadónak elfogadva, a vonatellenállást és szükséges teljesítményt a Vasúti Tudományos Kutató Intézet módosított tehervonati képletével számolva:

$$W_0 = 2 + \frac{V^2}{2500} + e \text{ [kg/t]}$$

$$W_0 = 2 + \frac{30^2}{2500} + 8 = 10,36 \text{ kg/t}$$

A 3150 tonna súlyú vonat ellenállása

$$Z = 3150 \cdot 10,36 = 32\,634 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{30} = \frac{32\,634 \cdot 30}{270} = 3615 \text{ LE.}$$

A 2541 tonna súlyú vonat esetén:

$$N_{30} = \frac{26\,324 \cdot 30}{270} = 2924 \text{ LE.}$$

A 3615, illetve 2924 LE effektív teljesítményű mozdonyok a fővonalakra elfogadott jellemző II. b terhelési szakasznak megfelelő 3‰ mértékadó emelkedőn a 3150, illetve 2541 tonna súlyú vonatokat kereken 50–50 km/h sebességgel képesek vontatni. A tehervonatok 50–60 km/h sebességgel való vontatása még gazdaságosnak tekinthető, amennyiben vonalkapacitás hiánya, illetve egyéb okok a nagyobb segességű tehervonati vontatásra nem kényszerítik a vasutakat.

A fővonalakra jellemző maximális 8‰ emelkedőn 30 km/h sebességgel tartósan csak Diesel-mozdonyal továbbítható a vonat. A villamos mozdonyok tartós teljesítmény sebesség határa általában még két végsebességű mozdony esetében is 50 km/h sebesség felett van. A V 43 sor. villamos mozdony tartós teljesítmény sebesség határa 53 km/h.

Ha a Ganz Villamosgyár Gyár a V 43 sor. villamos mozdony licenciája alapján gyártja a hat haj-

tott kerékpárú, egy végsebességű villamos mozdonyt, annak is 53 km/h körül lesz a tartós teljesítmény sebességhatára.

Ha a 8‰ emelkedőjű ív nélküli pályán a V 43 sor. villamos mozdony tartós teljesítményének megfelelő 53 km/h sebességgel szándékozunk vonatni, a szükséges effektív teljesítmények 3150 tonna súlyú vonat esetén:

$$N_{53} = \frac{32\,634 \cdot 53}{270} = 6405 \text{ LE}$$

2541 tonna súlyú vonat esetén:

$$N_{53} = \frac{26\,324 \cdot 53}{270} = 5167 \text{ LE.}$$

A 6405 és 5167 LE effektív teljesítményű mozdonyok a fővonalakra elfogadott mértékadó II. b terhelési szakasznak megfelelő 3‰ emelkedőjű pályán a 3150, illetve 2541 tonna súlyú vonatokat 75–80 km/h sebességgel képesek vontatni.

4. Átállítós mozdonyok

A budapesti körvasúton és Záhony térségében jelentős átállítós forgalmat bonyolítanak le. A körvasút terhelési szakasza I. a—V. terhelési szakaszok között oszlanak meg (a Menetrendfüggelék szerint pl. Rákosrendező pu.—Rákos, Rákospalota—Újpest—Rákos III. b. terhelési szakaszok). Mértékadó terhelési szakasznak a III. b. terhelési szakasz, a 10‰-es emelkedő fogadható el.

Jelenleg a körvasúton M 44 sor. 600 LE teljesítményű Diesel- és 411 sor. 930 LE teljesítményű gőzmozdonyok teljesítenek szolgálatot.

A Menetrendfüggelék szerint az M 44 sor. Diesel- és a 411 sor. gőzmozdonyal a III. b. terhelési szakaszon 50 km/h sebességgel 260, illetve 620 tonna, 30 km/h sebességgel 450, illetve 970 tonna súlyú vonatok továbbíthatók.

A budapesti rendezőpályaudvarok körvasúti irányvágányain az elegy súlya rendszeresen eléri a 2000–2500 tonnát. A 2000 tonna súlyú körvasúti elegy 10‰ emelkedőjű szakaszokon való vontatásához az alábbi effektív teljesítményű mozdony szükséges:

30 km/h sebesség esetén:

$$W_0 = 2 + \frac{900}{2500} + 10 = 12,36 \text{ kg/t}$$

$$Z = 2000 \cdot 12,36 = 24\,720 \text{ kg}$$

$$N_{30} = \frac{24\,720 \cdot 30}{270} = 2746 \text{ LE.}$$

50 km/h sebesség esetén:

$$w = 2 + \frac{50^2}{2500} + 10 = 13 \text{ kg/t}$$

$$Z = 2000 \cdot 13 = 26\,000 \text{ kg}$$

$$N_{50} = \frac{26\,000 \cdot 50}{270} = 4818 \text{ LE.}$$

Záhony térségére jellemző a II. a. terhelési szakasz, 2,9‰ emelkedővel. Kivételt képez a Záhony-csapi átmenet II. b. terhelési szakasza 8‰ emelkedővel és a Fényeslitke magasfogadó pu. Ko-

moró-Fényeslitke közötti 8‰ emelkedőjű vontatóvágányos szakasz.

Záhonyban a széles nyomtávolságú pályán 3000—5000 tonna súlyú vonatokat a magasfogadóról rendszeresen gurítanak. Mind a széles, mind a normál nyomtávolságú pályán a 2000—3000 tonna súlyú vonatok átállítása rendszeres. 3000 tonna súlyú átállítós tehervonatok 8‰ emelkedőjű pályán, 30 km/h sebességgel való vontatásához

$$w = 2 + \frac{30^2}{2500} + 8 = 10,36 \text{ kg/t}$$

$$Z = 3000 \cdot 10,36 = 31\,080 \text{ kg}$$

$$N_{30} = \frac{31\,080 \cdot 30}{270} = 3453 \text{ LE,}$$

effektív teljesítményű mozdony szükséges.

Záhony térségében az átállítós forgalom sűrűsége lényegesen kisebb, mint a budapesti körvasúté, így a 30 km/h sebesség az igényeket kielégíti.

5. Mellékvonali mozdonyok

A *mellékvonali személyvonatok* súlya és sebessége az előzőek szerint 300 tonna, 80 km/h maximális sebességgel számolva. E vonalakon jellemző a III. b. terhelési szakasz, továbbá a vonókészülékekre megengedhető vonatterhelések 3. táblázatából az 5,0—7,0‰ mértékadó emelkedő alsó értékét, az 5‰-et választva, ív nélküli pályán a vonatellenállás:

$$W_0 = 2 + \frac{(80 + 10)^2}{4000} + 5 = 9,02 \text{ kg/t}$$

A 300 tonna súlyú vonat ellenállása:

$$Z = 300 \cdot 9,02 = 2706 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{80} = \frac{2706 \cdot 80}{270} = 801 \text{ LE.}$$

A mellékvonalakon — a maximális emelkedések nagy szóródására tekintettel — a 13‰ emelkedőt elfogadva maximális emelkedőnek, a 801 LE effektív teljesítményű mozdony a 13‰ emelkedőjű ív nélküli pályán 50 km/h sebességgel képes a 300 tonna súlyú vonatot vontatni.

A Magyar Államvasutak a 30-as évek végéig a mellékvonalak vegyes, teher- és személyforgalmát kis teljesítményű (135 LE teljesítményű), két tengelyű, 18—19 tonna súlyú egy-tengely meghajtású *motorkocsikkal* szétválasztotta. Az akkor beszerzett motorkocsik jelentős részét még jelenleg is üzemben tartják, igen kedvező tapasztalatokkal.

A Magyar Államvasutak a felszabadulást követően nem szereztek be további kis teljesítményű motorkocsikat. Külföldön viszont a kis forgalmú vonalak személyforgalmának ellátására és a járatok sűrítése érdekében nagy számban állítottak üzembe kis teljesítményű (100—200 LE) motorkocsikat.

Hazai vonatkozásban kívánatos lenne megvizsgálni, hogy a megmaradó kis forgalmú mellékvonalakon mintegy 150—200 LE teljesítményű motor-

kocsik üzembehelyezése milyen mértékben növelné az utazási sebességet, az utazás kulturáltságát, a bevételt és milyen mértékben csökkentené az önköltséget.

A *mellékvonali tehervonatok* súlya az előzőek alapján 1260, illetve 928 tonna. A mellékvonalakra jellemző 13‰ emelkedőjű, ív nélküli pályán a minimum 20 km/h sebességet fogadva el mértékadónak, a vonatellenállás és a szükséges teljesítmény:

$$W_0 = 2 + \frac{20^2}{2500} + 13 = 15,16 \text{ kg/t}$$

Az 1260 tonna súlyú vonat ellenállása:

$$Z = 1260 \cdot 15,16 = 19\,101 \text{ kg.}$$

A szükséges effektív mozdonyteljesítmény:

$$N_{20} = \frac{19\,101 \cdot 20}{270} = 1414 \text{ LE}$$

A 928 tonna súlyú vonat esetén:

$$N_{20} = \frac{14\,069 \cdot 20}{270} = 1042 \text{ LE.}$$

Az 1414, illetve 1042 LE effektív teljesítményű mozdonyok a mellékvonalakra elfogadott III. b. jellemző szakasznak megfelelő 5‰ mértékadó emelkedőn az 1260, illetve 928 tonna súlyú vonatokat kereken 40—40 km/h sebességgel képesek vontatni.

6. A javasolt mozdonyteljesítmények

A fővonalon a személy- és tehervonatok, a budapesti körvasúti és záhonyi átállítós vonatok továbbítására a számított effektív mozdonyteljesítmények 7241 LE-től 1777 LE-ig 13 különböző értéket értek el. A mellékvonalon a személy- és tehervonatok továbbítására a számított effektív mozdonyteljesítmények: 801, 1042 és 1414 LE. A Magyar Államvasuta vonali számított vontatási igényét tehát 16 különböző teljesítményű mozdony elégítené ki.

A típusok száma azonban csökkenthető, miként azt az 5. táblázatban foglalt javasolt mozdonyteljesítmények mutatják.

A 16 vonali igényből 11 igényt 3500, 2 igényt 2000 és a mellékvonali igényt 800 és 1500 LE effektív teljesítményű mozdonyok, tehát négy típus kielégítené.

A mozdonyok végsebességei szempontjából a gyorsvonati igényeket 160 és 100, a fővonalai személy- és tehervonati igényeket 120 és 80, a mellékvonali és átállítós igényeket 80 és 40 km/h két végsebességű mozdonyok, tehát három típus kielégítené.

Az 1000 tonna súlyú 160 km/h sebességű nemzetközi gyorsvonatot két, 3600 LE effektív teljesítményű mozdony általában kielégíti, a mértékadónak választott 3‰ emelkedőjű pályán 153 km/h, a 8‰ emelkedőjű pályán 118 km/h sebességgel képesek a vonatot továbbítani.

Az 1000 tonna súlyú 140 km/h sebességű nemzetközi gyorsvonatot a javasolt 3500 LE effektív

Javasolt mozdonyteljesítmények

neme	A vonat			A mozdony			
	súlya, tonna	sebessége, km/h			teljesítmény, effektív LE	végsebessége, km/h	adhéziós súlya, tonna
		0 ‰	3 ‰	8 ‰			
<i>F ő v o n a l</i>							
Nemzetközi gyors	1000	178*	153	118	2.3500	160 és 100	120
Nemzetközi gyors	1000	133	107	74	3500	160 és 100	120
Belföldi gyors	800	145	121	87	3500	160 és 100	120
Belföldi gyors idényjellegű	1000	133	107	74	3500	160 és 100	120
Belföldi személy	600	130*	102	68	2000	120 és 80	120
TEEM gyorsteher	1000	133*	107	73	3500	120 és 80	120
LIM gyorsteher	2000	95	69	42	3500	120 és 80	120
Gyorsteher	1800	100	75	46	3500	120 és 80	120
Teher 150 teng. áll.	2960	75	52	30	3500	120 és 80	120
Teher 120 teng. áll.	2541	81	57	34	3500	120 és 80	120
<i>M e l l é k v o n a l</i>							
			5 ‰	13 ‰			
Személy	300	122*	80	50	800	80 és 40	80
Teher	1260	75	39	20	1500	80 és 40	80
<i>Bp. körvasút átállító</i>							
				10 ‰			
Teher	2000			21	2000	80 és 40	120
Teher	2000			34	3500	80 és 40	120
<i>Záhonyi átállító</i>							
				8 ‰			
Teher	2960			30	3500	80 és 40	120
<i>Gurító</i>							
	3150				1500	80 és 40	120

* A mozdony végsebessége a mértékadó.

teljesítményű mozdony a 0%-es sík pályán 133 km/h, a 3‰ emelkedőjű pályán 107 és a 8‰-en 74 km/h sebességgel tudná csak vontatni, amely az igényeket nem elégíti ki. A 890 tonna súlyú gyorsvonatot a 3500 LE effektív teljesítményű mozdony 0%-es sík pályán 140 km/h, 3‰ emelkedőjű pályán 114 km/h, 8‰-en 81 km/h sebességgel képes továbbítani, amely teljesítmény a sebességi igényeket megközelítően kielégíti. Amennyiben 1000 tonna súlyú gyorsvonat továbbítása 140 km/h sebességgel szükséges, úgy az kettős mozdonyvontatással megoldható.

A 800 tonna súlyú belföldi gyorsvonat 120 km/h sebességgel való továbbítását a javasolt 3500 LE effektív teljesítményű mozdony biztonsággal kielégíti.

Az idényjellegű 1000 tonna súlyú, 120 km/h sebességű gyorsvonatot a javasolt 3500 LE effektív teljesítményű mozdony 0%-en 133 km/h, 3‰ emelkedőjű pályán 107 km/h, 8‰ emelkedőjű pályán 74 km/h sebességgel képes vontatni, amely teljesítmény — a típus egységesítésre tekintettel — lefogadható.

A belföldi személyvonat vontatására javasolt 2000 LE effektív teljesítményű, 120 és 80 km/h két végsebességű mozdony még a sűrűn megálló személy-

vonatok gyorsítási igényeit is biztonsággal kielégíti.

Ez a mozdonytípus a személyvonati igények kielégítésén felül alkalmas a számított vonatsúlyoknál kisebb súlyú gyorsteher-, teher- és átállító vonatok továbbítására is.

A TEEM gyorstehehervonati igényeket a javasolt 3500 LE effektív teljesítményű, 120 és 80 km/h két végsebességű mozdony biztonsággal, míg a LIM és a gyorstehehervonati számított igényeket megközelítően kielégíti.

A számított 3150 és 2541 tonna súlyú tehervonatok továbbítására javasolt 3500 LE effektív teljesítményű, 120 és 80 km/h két végsebességű mozdony a maximális 8‰ emelkedőjű pályán 30 km/h sebességgel 2960 tonna súlyú tehervonatot képes vontatni, amely teljesítmény a számított 120 tengelyes állomásokon képezhető vonatok esetében az igényt teljesen, míg a 150 tengelyes állomások esetében 5‰ vonatsúly-csökkenéssel elégíti ki.

A mellékvonali személy- és tehervonatok vontatási igényeit a 800 és 1500 LE effektív teljesítményű 80 és 40 km/h végsebességű mozdonyok kielégítik.

A budapesti körvasúton az átállító 2000 tonna súlyú tehervonatok a 10‰ emelkedőjű pályán

34 km/h sebességgel vontatni képes a 3500 LE effektív teljesítményű 80 és 40 km/h két végsebességű mozdony, tehát az a maximális igényeket kielégíti. A javasolt 2000 LE effektív teljesítményű, 80 és 40 km/h két végsebességű mozdony a 10% emelkedőjű pályán csak 1500 tonna súlyú vonatot képes 30 km/h sebességgel vontatni.

A záhonyi átállítós tehervonatok vontatási igényét a javasolt 3500 LE effektív teljesítményű, 80 és 40 km/h két végsebességű mozdony kielégíti.

III. ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉS

A sebesség és a vonatok átlagos súlya összetett minőségi mutató, amelyben szinte minden technikai, technológiai és szervezési intézkedés hatása tükröződik. A személyvonatoknak 140–160 km/h és annál nagyobb sebességgel való vontatása, súlyának 800–1000 tonnára való emelése, a gyors- és tehervonatok sebességének 80–100 km/h-ra való felemelése, a vonatok súlyának 1000–2000 és 3000 tonnára való növelése a technika mai állása mellett a vontató és vontatott járművek, a pálya, a pályatartozékok, a javítóbázisok és az információs rendszerek, biztosítóberendezések progresszíven növekvő beszerzési, építési, átépítési és fenntartási költségeit kívánja [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21].

A Magyar Államvasutak szempontjából a jövőt illetően reálisnak tekinthető a 140–160 km/h sebesség elérése a nemzetközi gyorsvonatoknál. Amennyiben a jövőben a 160 km/h sebességnél nagyobb sebességű személyszállítási igény jelentkezne, azt a leggazdaságosabban „turbóvonat”-szerű, ívekbe önműködően beálló, zárt szerelvényű vonategységekkel célszerű és gazdaságos kielégíteni.

Az 1000 tonna súlyú, 100 km/h sebességű TEEM, a 2000 tonna súlyú, 80 km/h sebességű LIM, az 1800 tonna súlyú, 80 km/h sebességű gyorsteher-, a 3000 tonna súlyú 60 km/h sebességű tehervonatok kijelölt sebességei és súlyai a jelent és a jövőt illetően reálisnak tekinthetők. A vasutakat a tehervonatok súlyának növelése irányába tereli a gazdaságosság, a vonali kapacitás jobb kihasználása, a heti 4–5 munkanapra csökkenő rakodások, a nagyvárosok körzetében kialakult nagy elővárosi személyforgalom, az irányvonati rendszer, a központi ütköző- és vonókészülék bevezetése és a munkaerő takarékoskossága [22, 23].

A TEEM, a LIM, a gyorsteher és tehervonatok sebességei, súlyai és a javasolt mozdonyteljesítmények általában megegyeznek az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság által készített „A közlekedés távlati műszaki-gazdasági fejlesztésének módozatai és feltételei” c. koncepcióban és a „Vasúti közlekedés távlati fejlesztése” c. koncepció-tervezetben előirányzott értékekkel.

Az 5. táblázatban javasolt teljesítmények igen nagyok tűnnek: a Magyar Államvasutak jelenlegi korszerű Diesel-mozdony teljesítményeinek másfél-kétszeresei.

Figyelembe kell azonban venni, hogy a vasutak az általában elégtelen kapacitású és gazdaságtalan

gőzmozdonyos vontatás mielőbbi megszüntetését tűzték ki célul. A gőzvontatás felszámolását, az új járművek beszerzését használják fel a vontatás rugalmassá tételére. Lényegesen nagyobb teljesítményű, sebességű és a meghatározott sebességi tartományokban nagyobb vonóerejű mozdonyokat szereznek be.

A teljesítmény meghatározásánál „tudatos túlméretezéssel” számolnak [24]. A tudományos kutatások és kísérletek azt bizonyították, hogy ha a járműveket általában teljesítményi szintjükön járatták, magas volt a fajlagos üzemanyag-fogyasztás, fokozódott a járműalkatrészek elhasználódása és a javítási igény. Amennyiben a járműveket az optimumpont körül, illetve az alatt vették igénybe, a legkedvezőbb, illetve kedvező fajlagos fogyasztást és jelentősen nagyobb futási teljesítményt értek el a javítások közötti időkből, csökkent a javítási és az alkatrészcsere igény, bizonyítva azt, hogy a kellő mértékű tudatos túlméretezés gazdaságos.

A mozdonyteljesítmények meghatározását ezért a gyors- és személyvonatoknál az elérendő maximális sebesség és vonatterhelés növekedése, a gyorsteher- és tehervonatoknál az elérendő legnagyobb vonatterheléssel a maximálisnak vett fővonalon 8%, mellékvonalon 13% emelkedőjű pályákon 30, illetve 20 km/h sebességgel tolómozdony nélkül vontatni tudó mozdonyok figyelembevételével végeztem. A szovjet szakirodalom szerint a kettős mozdonyvontatás költsége 170%-os az azonos teljesítményű egy mozdonyos vontatáshoz képest, ezért a kettős mozdonyvontatást csak az 1000 tonna súlyú 160 és 140 km/h végsebességű gyorsvonatoknál javaslom, mert ilyen súlyú gyorsvonatokat csak szezonálisan kell továbbítani, tehát a mintegy 7000 LE effektív teljesítményű mozdonyok az év nagy részében nem lennének kihasználva.

A technika mai állása szerint 7000 LE effektív teljesítménynél nagyobb teljesítmény egy járművel csak villamos üzemben teljesíthető.

A javasolt teljesítményű tehervonati mozdonyokkal a Magyar Államvasutak fővonalain a költséges és vonatonként 20–25 perc menetidő növekedést okozó tolószolgálat megszüntethető.

A fővonalon LIM, gyorsteher és tehervonatok részére javasolt 3500 LE effektív teljesítményű 120 és 80 km/h végsebességű mozdony csak abban az esetben elégíti ki 8% emelkedőjű pályán az igényeket, ha a tartós teljesítményt már 30 km/h sebességnél biztosítani tudja. A technika mai állása mellett ilyen kis sebességen tartós teljesítményű mozdonyt csak mint Diesel-mozdonyt gyártottak.

A javasolt vonali mozdonyteljesítmények a Magyar Államvasutak maximális igényeit részben a jelenben és teljes mértékben a jövőben általában kielégítik. Egyes viszonylatokban a vontatási igények a számítottnál kisebbek lesznek. Ilyen esetben a meglévő kisteljesítményű mozdonyoknak ezen vonalakra való átcsoportosításával, illetve a fő- és mellékvonalakra, az átállítós szolgálatra javasolt kisebb 2000, 1500 és 800 LE effektív teljesítményű mozdonyok beszerzésével ezek az igények is kielégíthetők.

A cikk mondanivalója tehervonati vonatkozásban erősen leegyszerűsítve összefoglalható az alábbi egyenletbe, amely csak az állomási vágányhosszúság (L_0), a mértékadó kocsihosszúság (L_k), a mértékadó kocsisúly (G_k), a trakciós szakasz maximális emelkedője (e), a maximális emelkedőn betartandó legkisebb sebesség (v) és az effektív teljesítmény (N_{eff}) közötti összefüggéseket foglalja magába:

$$N_{\text{eff}} = \frac{ZV}{270} = \frac{L_0 \cdot G_k}{L_k \cdot 270} \left[(2+e)v + \frac{v^3}{2500} \right] \text{ [LE]}$$

Ezzel az egyenlettel lényegében azt kívántam érzékeltetni, hogy a vasutak fő- és mellékvonali hálózatán jelentkező és kielégítendő vontatási igények lényegében zárt rendszert képeznek. Ebből következik, hogy egy-egy beszerző vontatójármű főbb paramétereinek meghatározásakor valamennyi hálózati trakciós igényt egyidejűleg kell figyelembe venni. Ezen célfüggvénynek tekinthető egyenlet gyakorlatilag korlát nélkül kiterjeszhető, valamennyi, a vontatás üzemtechnológiája szempontjából jelentős vasúthálózati és járműparaméterre.

IRODALOM

- [1] *Dr. Csanádi György*: Közlekedéspolitikai, Bp. 1969. Tankönyvkiadó.
- [2] *Rödönyi Károly*: A vasúti közlekedés fejlesztésének tudományos problémái, „A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai” c. MTA szimpózium előadása, Bp. 1968.
- [3] *Dr. Mészáros Károly*: A vasúti vontatás korszerűsítése, a Budapest–nyiregyházi vonal villamosítása, Közlekedéstudományi Szemle, 1971. évi 5. sz.
- [4] *Dr. Harmati Sándor*: A vasúti vontatás fejlődési irányzatainak vizsgálata, Közlekedéstudományi Szemle, 1971. évi 12. sz.
- [5] *Dr. Harmati Sándor*: Módszer a korszerű vasúti vonali vonóerő főbb paramétereinek meghatározására, Közlekedéstudományi Szemle, 1972. évi 7. sz.
- [6] *Dr. Harmati Sándor*: A korszerű vasúti vonali vonóerő főbb paramétereinek meghatározása a pálya terhelési szakaszai, a mozdonysebesség és az adhéziós súly vonatkozásában, Közlekedéstudományi Szemle, 1972. évi 9. sz.
- [7] New dimensions in motive power from Elektro-Motive, General Motors prospektus.
- [8] French Railways 4800 h. p. diesel-elekt. Modern Railways, 1964. XII. 19.
- [9] *Wagner, R.*: Traktionsumstellung — ein volkswirtschaftlich strukturbestimmendes Investvorhaben, Schienenfahrzeuge, 1968. VIII. 8.
- [10] *Combes*: Diesels: Sales and power are climbing, Railway Age, 1966. IV. 24.
- [11] *Morgan, D. P.*: Us cools on dieselhidraulica, Modern Railways, 1968. IV. 24.
- [12] *Maternini, M.—Pellis, P.—Santorini, F.*: Überlegen zur Steigerung der Reisegeschwindigkeit der Züge, Monatschrift der Internationalen Eisenbahn-Kongress Vereinigung, 1969. IV. 4.
- [13] *Dr. Kánya Ernő*: A vasúti szállítási teljesítmények önköltsége, az összes közlekedési ágak önköltségének átfogó elméletével és a műszaki tényezők értékelésével, MTA doktori disszertáció, Bp. 1963.
- [14] *Dr. Turányi István*: A közlekedésfejlesztés új irányainak természet- és műszaki tudományos alapjai, „A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai” c. MTA szimpózium előadása, Bp. 1968.
- [15] *Dr. Czére Béla*: A közlekedésfejlesztés új irányainak gazdaságtudományi alapjai, „A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai” c. MTA szimpózium előadása, Bp. 1968.
- [16] *Erdélyi Tibor*: Diesel- és villamos-sínek kialakításának elméleti és tervezési problémái, kandidátusi disszertáció, Bp. 1969.
- [17] *Westsik György*: A vasút irányítását képző információs rendszer komplex feltárása, kandidátusi disszertáció, Bp. 1969.
- [18] *Dr. Nemesdy Ervin*: A hosszúsínes és hézagmentes vágányok elmélete, MTA doktori disszertáció, Bp. 1960.
- [19] *Dr. Kerkápoly Endre*: A hézagnélküli felépítmény vasútüzemi vizsgálata, kandidátusi disszertáció, Bp. 1965.
- [20] *Nagy József*: A járműpark kihasználási mutatók és a munkatermelékenység kérdése a vasúti közlekedésben, kandidátusi disszertáció, Bp. 1966.
- [21] *Dr. Unyi Béla*: A hézagnélküli felépítmény hazai bevezetésének néhány problémája, kandidátusi disszertáció, Bp. 1959.
- [22] *Dr. Ertl Róbert*: A nagyvárosok nagyvasúti környéki közlekedésének fejlődése, a környék forgalmi és telepítési problémái, különös tekintettel Budapest környéki közlekedésére, kandidátusi disszertáció, Bp. 1960.
- [23] *Dr. Szabó Dezső*: A városi közlekedés és urbanizáció egyes problémái, „A közlekedésfejlesztés új irányainak tudományos alapjai” c. MTA szimpózium előadása, Bp. 1968.
- [24] *Arzumanjan, A. A.—Landesberg, G. H.—Fischmann, L. L.—Fischer, J. L.*: Az USA erőforrásai a jövőben, Moszkva, 1961.

Lapunk példányonként megvásárolható

az V., Váci utca 10. és

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

Hírlapboltban

Javaslat a nagysebességű vasúti pályák íveinek kialakítására

ROZSNYAY KÁROLY

A *Közlekedéstudományi Szemle* 1970. évi 5., 1971. évi 7. és 1972. évi 3. számában megjelent dolgozatok foglalkoztak a vasúti pálya íveiben fellépő szabad oldalgyorsulással, ennek megengedhető nagyságával. *Bihary Károly, dr. Megyeri Jenő* és a hozzászólásokkal jelentkező *Ambrus Zoltán* és *dr. Ritoók Pál* részletesen elemezték az ívek kialakításának szempontjait. A dolgozatokban felvetett gondolatok elősegítik a folyamatban levő vizsgálatot, amely a korábbi előírások egy részének megváltoztatásával is foglalkozik. Szeretnék a vitába bekapcsolódní és elsősorban kiegészítő szándékkal főleg az új elvek szerint készülő tervezési munkához néhány szempontot megemlíteni.

A vizsgálat még nem zárult le, sőt inkább a kezdeti szakaszában tart, azonban a KPM Vasúti Főosztálya már tett olyan engedményt, amely lehetővé teszi, hogy a pályatervezéseknél eltérjenek a még érvényes *Vasúti Pályatervezési Irányelvektől*. Ennek az ismertetésére is kitérek. A szabad oldalgyorsulás mellett elsősorban a túlemelés, a túlemelés kifuttatása és az átmeneti ív néhány kérdése kerül tárgyalásra. Ahhoz, hogy a tervezők már most éljenek az átmeneti lehetőségekkel, a kiadott irányelveken felül újabb szempontokat kaphatnak.

A) A JELENLEGI ELŐÍRÁSOK

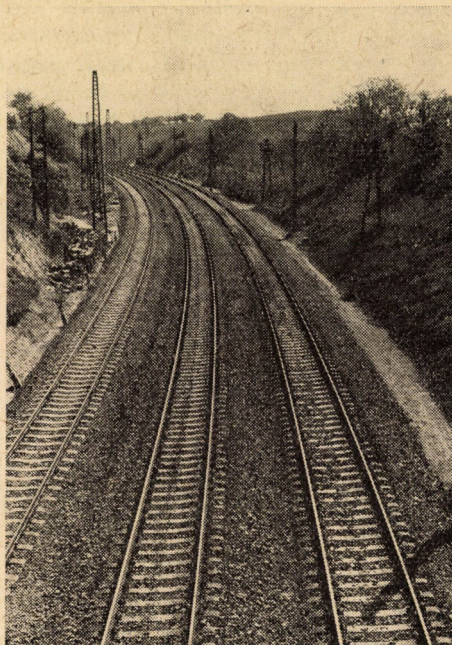
A Vasúti Pályatervezési Irányelvek érvényes előírásai szerint az ívekben általában *túlemelést* kell adni, a külső sínszál megemelésével. Ennek mértékét két táblázatban állapították meg. A *szabványos túlemelés* a sebességnek megfelelő határ ívsugaraknál $0,42 \text{ m/s}^2$ szabad oldalgyorsulást, a növekvő ívsugaraknál pedig csökkenő oldalgyorsulási értéket eredményez. Indokolt esetben lehet kiépíteni a szabványosnál kisebb ún. *csökkentett túlemelést*, ami max. $0,60 \text{ m/s}^2$ szabad oldalgyorsulást jelent. Azoknál az íveknél, ahol a szükséges túlemelés nem éri el a 30 mm-t , túlemelés nélküli ívet kell kialakítani. A legnagyobb túlemelés 130 mm lehet. Az 1953. év előtti érvényben volt előírások szerint a túlemelés minimális értéke 20 mm , a maximális pedig 140 , illetőleg külön engedéllyel 150 mm ; a megengedett szabad oldalgyorsulás $0,50 \text{ m/s}^2$ volt.

Az érvényes irányelvek szerint általános elv, hogy csökkentett túlemelés — mint a szabványostól való eltérés — csak kivételesen és kellően indokolt esetben tervezhető.

Átmeneti ívet az egyenes és íves pályarész között abban az esetben kell kialakítani, ha az ívben túlemelés van előírva, vagyis az átmeneti ív a görbületváltozás megfelelő biztosítása mellett a túlemelés kifuttatását és a túlemeléssel épített ívekben az oldalgyorsulás fokozatos kialakulását célozza. Túlemelés nélküli ívekben nincs előírva átmeneti ív. A valóságban különleges esetekben fordul elő átmeneti ívvel rendelkező túlemelés

nélküli ív. Ilyen a párhuzamosan vezetett, különböző sebességre kiépített vágányok esete. Többnyire íves állomásoknál a vágánytengelytávolság kötött, nem változtatható, ezért az átmenő fővágányokon felül a megelőző fővágányok, a vonatfogadó fővágányok és a többi állomási vágány is kialakítható átmeneti ívekkel, annak ellenére, hogy e vágányokban túlemelés nincsen. A teljesség érdekében megemlíthető, hogy a nagysugarú kitérőkkel sebességcsökkentés nélkül elérhető állomási megelőző fővágányok kialakítása az átmenő fővágányokra érvényes előírások szerint történik, átmeneti ívekkel, túlemeléssel.

Természetesen nyílt vonalon is előfordulhatnak különböző sebességre kiépített párhuzamos, köríveknél centrikus vágányok. Háromvágányú íves pályarészt látunk az *1. ábrán*. A két bal oldali 120



1. ábra. A Vác—Verőce közötti háromvágányú pályarész

km/h sebességre kialakított pálya, a jobb oldali 80 km/h sebességre alkalmas vágány. (A felvétel a szelvényezéssel ellentétes irányban készült.)

A klotoid görbe alakú *átmeneti ív szabványos hosszán* kívül a Vasúti Pályatervezési Irányelvek lehetőséget ad a szabványos túlemelésnél további kitérésre csökkentett átmeneti ívhossz bevezetésére, az csökkentett túlemeléshez pedig összesen kétféle átmeneti ívhossz tartozik.

Az ismertetett adatokkal a *szabad oldalgyorsulás* nagysága tehát a határ ívsugaraknál nemcsak a szabványos $0,42 \text{ m/s}^2$, hanem $0,60 \text{ m/s}^2$ is lehet. A túlemelés kifuttatásánál pedig a hajlás az átmeneti ív hosszától függően nemcsak $1:10$ v, hanem $1:7,5$ v értékű is lehet.

A jelenlegi előírások ismertetett adatait az *1. táblázatban* foglaltuk össze. A C_2 és a C_0 nagysága minden esetben azonos.

1. táblázat

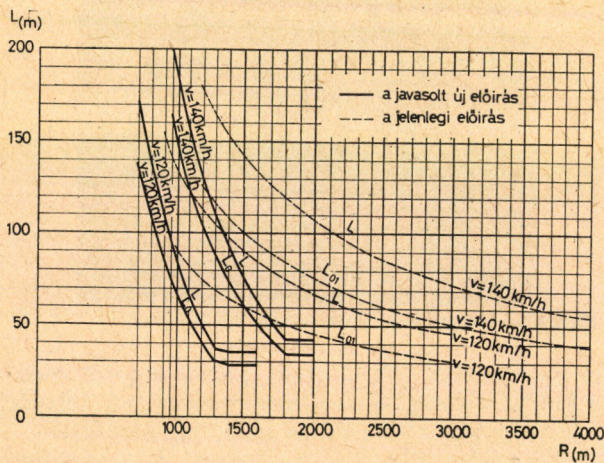
A jelenlegi előírások a túlemelés kifuttatására, az átmeneti ívekre, a fellépő szabad oldalgyorsulásokra

A kifutási lejtő hajlása $1 : d \ v$	Az átmeneti ív állandója	
	m szabványos	m_{cs} csökkentett
$1 : 10 \ v$	C	—
$1 : 9 \ v$	C_1	C_0
$1 : 7,5 \ v$	C_2	C_{01}
A szabad oldalgyorsulás (m/s^2) maximum a határ ívsugaránál		
0,42		0,60

A kifutási lejtő hajlásra vonatkozó, szabványostól eltérő értékekben a d tényezők nem fix értéként értendők. A C_1 állandónál 8,6–9,1 között, a C_0 -nál 8,9–9,3 között, a C_{01} -nél 7,5–8,2 között változnak.

A túlemelés és átmeneti ív nélküli ívekben a centrifugális gyorsulás szabad oldalgyorsulásként hat, ezért viszonylag nagyobb, mint azokban az ívekben, amelyekben még határesetként szükséges a túlemelés. A jelenlegi előírások szerint a szabad oldalgyorsulás a növekvő sugarú ívekben hiperbolikusan csökken ugyan, a túlemeléssel és anélkül kialakított ívek határájánál azonban a görbe folyamatossága megtörik és a hirtelen megemelkedett érték csökken tovább.

Az átmeneti ív hosszának változását 120 és 140 km/h sebességnél a 2. ábrán, a szabad oldal-



2. ábra. Az átmeneti ív hosszának változása a javasolt új előírások és a jelenlegi előírások szerint

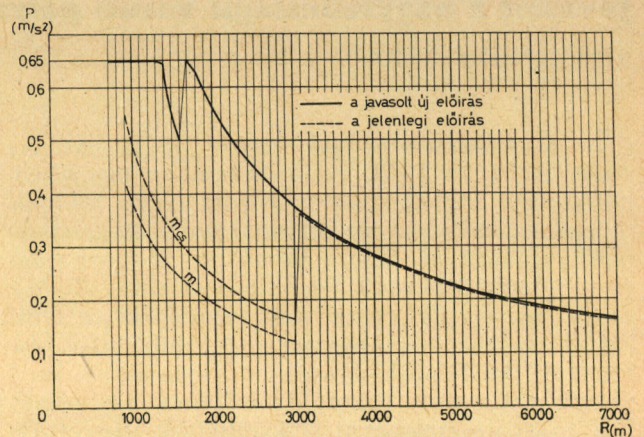
gyorsulás változását 120 km/h sebesség esetében a 3. ábrán tüntettük fel szaggatott vonalakkal. Ezekhez az összefoglaló képletek:

$$L = \frac{C}{R} \tag{1}$$

$$L = dvm \tag{2}$$

$$m = \frac{7,8v^2}{R} \tag{3}$$

$$m_{cs} = \frac{6,3v^2}{R} \tag{4}$$



3. ábra. A szabad oldalgyorsulás változása a javasolt új előírások és a jelenlegi előírások szerint $v = 120$ km/h sebességnél

$$p = \frac{v^2}{13R} - \frac{m}{153} \tag{5}$$

$$p = \frac{v^2}{13R} - \frac{7,8v^2}{153R} = 0,026 \frac{v^2}{R} \tag{6}$$

$$p_0 = \frac{v^2}{13R} - \frac{6,3v^2}{153R} = 0,036 \frac{v^2}{R} \tag{7}$$

A jelölések:

- L (m) az átmeneti ív hossza,
- C (m^2) az átmeneti ív állandója,
- d az átmeneti ívben a túlemelés kifutási lejtő hajlásának tényezője,
- m (mm) a szabványos túlemelés,
- m_{cs} (mm) a csökkentett túlemelés,
- v (km/h) a megengedett legnagyobb sebesség,
- R (m) a pályáív sugara,
- p (m/s^2) a szabad oldalgyorsulás szabványos túlemelésnél,
- p_0 (m/s^2) a szabad oldalgyorsulás csökkentett túlemelésnél.

A „szabványos” kifejezés a jelenlegi előírásokban azt jelenti, hogy ilyen túlemeléssel, átmeneti ív hosszal kell tervezni abban az esetben, ha ez nem jelent aránytalanul nagy költséget. A „kivételesen” és „indokolt esetben” kifejezések viszont arra utalnak, hogy a csökkentett értékek figyelembevételének oka is kell, hogy legyen. A vasúti pályák korszerűsítésénél többnyire a síkvidéki jellegű vonalakon is akad ok arra, hogy a fejlesztési sebességnek megfelelő legkisebb, tehát határ ívsugarat válasszuk. A vontató erő növekedésével nemcsak a sebesség, hanem az elegység is növekszik. Az állomások tengelybefogadó képességének növelése legtöbb esetben gondot okoz — az állomás meghosszabbítása miatt — a csatlakozó ívek kialakításánál. Hasonló a helyzet elleníveknél. A sebesség növelésével megnövekszik az ívek között előírt egyenes szakasz, az ívek és kitérők közötti távolság; mindezek sok esetben szükségessé teszik az átmeneti ívek csökkentését. Ha pedig az indok fennáll, a tervezés külön engedély nélkül is történhet a nem szabványos adatokkal. Ezek az adatok a tervezési irányelvekben és a kitérési adattárakban a szabványos adatokkal azonos módon szerepelnek. Tulajdonképpen a „szabványos”

kifejezés nem teljesen helyes. A kiadott előírásoktól ugyanis nem tér el a tervező a „csökkentett” adatok felhasználása során, csupán a több változatos megoldásból — a kötöttségek miatt — a dinamikailag kedvezőtlenebbet, de még megengedettet választja. Egyébként dr. Nemesdy Ervin Vasúti Ívkitűző Zsebkönyve a „szabvány átmeneti ív táblázatok”-ban adja meg valamennyi, a túlemelési táblázatban szereplő állandóval kialakítható átmeneti ív adatait, beleértve a csökkentett értékűeket is.

Mint a C) fejezetben látni fogjuk, a javasolt új előírásokban egyfajta túlemelés lesz, ezért elnevezési kérdés nem merül fel. A kétféle átmeneti ívnél pedig a „teljes átmeneti ív” és a „csökkentett átmeneti ív” kifejezés javasolható.

Példaképpen megemlíthetjük, hogy az 1967—1971. években átépített és az 1971. évben villamosított Budapest—Szob országhatár kétvágányú fővonalon Rákospalota—Újpest—Vác állomások között 12 ívből egy ív, míg Vác—Szob között 27 ívből 8 ív készült csökkentett átmeneti ívhosszal.

B) PÉLDÁK PÁLYAÍVEKNEK A JELENLEGI ELŐÍRÁSOK SZERINTI ÁTÉPÍTÉSÉRE

Kedvező domborzati viszonyok esetében a pályafejlesztés az ívek szempontjából nem ütközik akadályba. Ilyen pl. a Hatvan—Újszász közötti vasútvonal, amelyen a Hatvan állomásból kiinduló ív után 15 km, Jászberény után 22 km egyenes pályaszakasz is van. A néhány évvel ezelőtt végrehajtott átépítés elvileg 160 km/h sebességre történt, az ívek túlemelésénél azonban 125 km/h sebességet vettek figyelembe.

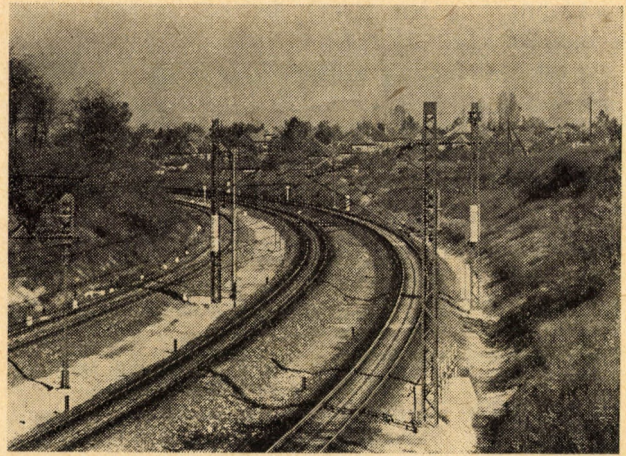
A törzshálózati vonalak jó részénél a nagyobb sebesség biztosítása általában csak korrekciókkal lehetséges. Egyes íveknél — a jelenlegi előírások szerint — a korrekció sem oldható meg gazdaságosan, sok aléptményi munkát, szanálást igényel.

Példaképpen vizsgáljuk meg a Budapest Nyugati pu.—Szob országhatár vonal pályaatépítésének néhány, az ívekkel összefüggő kérdését.

A kiindulási adatok szerint a budapesti belterületi szakasz 80 km/h sebességre, ez után a vonal 120 km/h sebességre volt átépítendő. Témánk szempontjából a nagyobb sebességű pálya vizsgálata szükséges, ezért a Rákospalota—Újpest—Szob közötti vonalszakasz adatait tekintetjük át. E szakaszon Vác alsóváros megállóhelytől Vác állomás végéig még csak ideiglenes átépítés történt 90, illetve 100 km/h sebességre. A végleges kialakítás ezen a helyen az állomás teljes átépítése során lesz lehetséges. Akkor biztosítani kell a 120 km/h áthaladási sebességet.

Rákospalota—Újpest—Vác alsóváros között a pálya 34,5%-a, míg Vác—Szob között 50,3%-a áll ívekből.

Dunakeszi állomás—Dunakeszi Gyártelep megállóhely között az átépítés előtti 750 m sugarú ellenívek korrekciója 800 m sugarú ellenívekkel történt, csökkentett túlemeléssel és csökkentett átmeneti ívekkel, 110 km/h sebességre. A helyi



4. ábra. A Dunakeszi állomás utáni ellenívek első íve

kötöttségek miatt a vonali átépítésnél előírányzott 900 m sugarú ívek kialakítására nem volt lehetőség. A túlemelés kifutási lejtőjének hajlása 1:8,3 v, a szabad oldalgyorsulás 0,46 m/s². Az íves szakasz egy részét látjuk a 4. ábrán.

Vác—Verőce között a vízszintes vonalvezetés 120 km/h sebességre kialakítható volt. Ez az állomásköz azonban a vonal legkedvezőtlenebb terhelési szakaszát jelenti páros, páratlan viszonylatban egyaránt. A közlekedő vonatok legnagyobb és legkisebb sebessége között megengedhető eltérést az ívek belső sínzála túlterhelésének elkerülése érdekében 50 km/h-ban határozták meg. Ez $v_{\min} = v_{\max} - 50 = 70$ km/h legkisebb sebességet jelent.

Az állomásközben levő terhelési szakasznál a tehervonatok 70 km/h sebességgel történő közlekedése az elegysúly csökkentése nélkül csak további vontatási korszerűsítés után lesz biztosítható, ezért egyelőre a kiépítés 100 km/h sebességre történt, természetesen a későbbi sebességnövelés lehetőségének fenntartásával.

Verőce állomás végén 600 m sugarú ívvel 100 km/h sebességet lehetett biztosítani. A csatlakozó szakaszon már lehetséges volt a fejlesztési sebességnek megfelelő 930 m sugarú ív kialakítása, azonban a közeli Kismaros megállóhelyen a vágányok mellett peron van, ahol a nagy túlemelés utaskényelmi szempontból kedvezőtlen. Ezért a kiépítés még itt is 100 km/h sebességre történt, a tényleges csökkentett túlemelés 67 mm, ami kevesebb a Vasúti Pályatervezési Irányelvekben a peronoknál megengedett 100 mm-nél.

Nagymaros—Zebegény között a Dunakanyarban 100 km/h sebességre lehetett a pálya korszerűsítését végrehajtani. A Szentmihály hegyet megkerülő hétrészes kosárvívben a legkisebb ívsugarú 700 m. A kosárvív hat ívében egységesen kialakított túlemelés 70 mm. Ezzel a 700 m sugarú hetedik ívben 0,64 m/s² szabad oldalgyorsulás keletkezett volna, ami a jelenleg érvényes Vasúti Pályatervezési Irányelvekben megengedett határon túl van. Ezért a hetedik ívben a kosárvív többi ívétől eltérő nagyobb, 91 mm túlemelést kellett biztosítani. A felépítő szabad oldalgyorsulás 0,5 m/s².

A korlátozás nélküli, 120 km/h sebességre kiépített szakaszon a 900 m-es határ ívsugaránál

cökkentett túlemelésnél fellépő szabad oldalgyorsulás $p_0 = 0,54 \text{ m/s}^2$.

A felsorolt példák mutatják az ívek kialakításának sok kötöttségét. A 120 km/h sebességre átépített vonalszakaszokon az átmeneti és végleges korlátozásokat a 2. táblázat szemlélteti. A távolságok megállapítása csak a pálya ívviszonyainak figyelembevételével történt, nem számítva a jelző-, illetőleg biztosítóberendezési távolságokat.

2. táblázat

Korlátozások a szobi vonal 120 km/h sebességre kiépített szakaszain

Vonalszakasz	Korlátozott		Távlati	
	sebesség, km/h	hossz, km	sebesség, km/h	hossz, km
Dunakeszi — Dunakeszi Gyártelep ..	110	1,5	110	1,5
Vác—Verőce ..	100	8,2	120	—
Verőce—Kismaros	100	2,3	100	2,3
Nagymaros—Zebegény ..	100	5,9	100	5,9
		17,9		9,7
A vizsgált vonalszakasz hossz-százalékában ..		35 %		19 %

Az ismertetett példák azt is megmutatják, hogy az átépítéseknél a jelenlegi előírások szerint sem $0,42 \text{ m/s}^2$ a legnagyobb szabad oldalgyorsulás, és a túlemelés kifuttatásánál is van 1:10 v arányúnál meredekebb hajlás.

A vizsgált vonalszakaszokon Rákospalota—Újpest—Vác alsóváros között 4 ív, Vác—Szob között 15 ív van a határ ívsugaránál, illetőleg $0,42 \text{ m/s}^2$ -nél nagyobb a szabad oldalgyorsulása.

C) AZ ÚJ ELŐÍRÁSOK FOKOZATOS BEVEZETÉSE

a) A kiadott közbenső irányelvek

A Vasúti Pályatervezési Irányelvek felülvizsgálata folyamatban van, azonban ennek eredményei csak bizonyos idő múlva lesznek használhatók. Átmeneti megoldásként a Közlekedés- és Postaügyi Minisztérium Vasúti Főosztálya 1972. év márciusában a MÁV igazgatóságok, a vasúti tervezésekkel foglalkozó tervező vállalatok részére — a Budapesti Műszaki Egyetem Vasútépítési Tanszéke tanulmányának figyelembevételével — a következő engedményt adta ki:

A tervezők javaslatot tehetnek az íveknek a Vasúti Pályatervezési Irányelvektől eltérő kialakítására; a javaslatot esetenként indokolással kell ellátni. A javaslatoknál figyelembe vehető irányelvek:

— a ki nem egyenlített szabad oldalgyorsulás értéke legfeljebb $0,65 \text{ m/s}^2$ lehet,

— a maximális túlemelés a jelenlegi megépítésnél 130 mm, a fejlesztési sebességhez tartozó későbbi kiépítésnél 150 mm,

— a túlemelés értéke a fentiekkel összhangban az

$$m = \frac{11,8v^2}{R} - 100 \quad (8)$$

képletből számítható.

— az átmeneti ívek kialakításánál továbbra is a klotoid görbét, illetőleg az ennek megfelelően előírt képleteket kell felhasználni,

— a túlemelést az átmeneti ívben lineárisan kell kifuttatni, a kifutás lejtőjének hajlása 1:10 v, kivételesen 1:8 v. Az átmeneti ív hosszát ennek alapján kell megállapítani, a fejlesztési sebesség és túlemelés figyelembevételével.

A kiadott utasítás hangsúlyozza, hogy az engedmények felhasználása elsősorban ott indokolt, ahol ezzel nagy építési költséget lehet megtakarítani, másrészt a később bevezetendő fejlesztési sebesség elérését lehet biztosítani az ívek újabb átépítése nélkül.

A tervezői javaslat indokolásában ki kell térni a *geometriai és dinamikai vizsgálatra*. Ismertetni kell a helyi körülményeket. A túlemelés nagyságának megállapításánál az utasperonok, szintbeli útátjárók és a műtárgyak adottságait is számításba kell venni. Külön kell ügyelni az állomásokhoz csatlakozó ívekre. Végül számítani kell az oldalgyorsulás-változást is.

Az *üzemi vizsgálat* terjedjen ki a vonatnemenkénti adatokra, arra, hogy mely vonatnem (gyors, személy, könnyű, vagy nehéz tehervonat) jellemző a vonalra. A nagyobb súlyú és lassabban közlekedő vonatknál fellépő túlemelés-hiányt, vagy túlemelés-többletet ki kell mutatni. A lejtviszonyok, az elérhető tehervonati terhelés és sebesség vizsgálata is lényeges, a rendelkezésre álló vontatójármű állomány figyelembevételével. Végül meg kell említeni a fejlesztési sebesség elérése esetében szükséges minimális tehervonati sebességet és az ehhez szükséges vonóerőt.

A *gazdasági vizsgálat* mutathatja meg a jelenleg érvényes Vasúti Pályatervezési Irányelvek szerint tervezhető és az engedmények felhasználásával tervezett kialakítás költségkülönbötését.

b) A kiadott közbenső irányelveken felül figyelembe vehető szempontok

A pálya átépítések tervezésénél és az építettői döntések kialakításánál javasolható az a) alattiakon felül — a végleges irányelvek kiadásáig — a következő ajánlások megtartása:

Az új megoldások 100 km/h feletti sebességre történő átépítéseknél használhatók fel.

A 100 km/h és az alatti sebességeknél, vagy ha a tervezők nem élnek az egyelőre ajánlásszerű új lehetőségekkel, az átmeneti ívek kialakítását a még érvényes Vasúti Pályatervezési Irányelvekben rögzített C_2 és C_{01} állandókkal még helyszűke, illetve kötöttségek esetében is kerüljék. Egyébként az érvényes túlemelési táblázatok szerint a szabványos túlemelésnél 100 km/h sebességnél és az alatt, a csökkentett túlemelésnél 80 km/h és az alatt nincs is megengedve ezen átmeneti ív állandók használata. A kitézési adatok között ilyen állandók nem szerepelnek. A nagyobb sebességeknél pedig még inkább kerülni kell a meredek hajlású kifutási lejtő-

ket. Ezzel az ajánlással tulajdonképpen a tervezők helyi kötöttségek esetén kénytelenek a javasolt új megoldással élni.

Helyes lenne az említett átmeneti ív állandók használatát utasítással is megtiltani.

A javasolt új előírások szerint történő tervezéseknél az átmeneti ív csökkentett hossza — az előírás szerint is — csak kivételesen használható fel. Ehhez érdemes hozzátenni, hogy a túlemelés ilyen meredekebb kifuttatását nagy sebességű pályán kerülni kell.

Túlemelés nélküli ívekben is szükség lehet átmeneti ívek kialakítására, ha a szabad oldalgyorsulás $0,45 - 0,50 \text{ m/s}^2$ felett van. Ez új szempont, amely megváltoztatja azt az elvet, hogy az átmeneti ív csak a túlemeléssel kialakított ívekben szükséges.

A 130 mm-nél nagyobb túlemelésnél, vagy ilyen túlemelés későbbi kiépítési lehetőségének biztosításánál az úrszelvény és vágánytengely-távolság viszonyokat meg kell vizsgálni.

Külön is kiemelhető, hogy az 500 m és ennél kisebb sugarú ívekben nem célszerű a jelenleg érvényes előírások megváltoztatása.

A túlemelés alsó határaként célszerű a 30 mm érték további megtartása. Még átmeneti ívvel rendelkező túlemelés nélküli íveknél sem kedvezőbb a 30 mm-nél kisebb túlemelés, amit sem az építés során, sem fenntartás közben nem lehet biztosítani.

Az új, javasolt előírások alapján történő tervezésnél szükség van a kitűzési terven felül a *részletpontok kitűzéséhez szükséges táblázatok* összeállítására is, az építő és a fenntartó szervek részére.

D) A JELENLEG ÉRVÉNYES ÉS A JAVASOLT ÚJ ELŐÍRÁSOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

a) Az átmeneti ív hossza

Az átmeneti ív hosszak változását 120 és 140 km/h sebességeknél a 2. ábrán, a szabad oldalgyorsulás értékeit 120 km/h sebesség esetében a 3. ábrán hasonlíthatjuk össze.

A 2. ábrából láthatjuk, hogy azonos ívsugárnál az új megoldás szerint az átmeneti ívhosszak lényegesen kisebbek, a kéttagú oldalgyorsulási képlet miatt. A lecsökkentett határ ívsugárnál pedig nagy átmeneti ívhosszakot kapunk.

Az átmeneti ív hosszát az (1) képleten felül kifejezhetjük a túlemelési lejtő hajlásával a (2) képlet szerint. Mivel pedig

$$\begin{aligned} C &= R L \\ C &= R d v m \end{aligned}$$

A jelenleg érvényes előírásoknál a (3) és (4) képlet felhasználásával

szabványos túlemelésnél a C állandó

$$C = \frac{R10v7,8v^2}{1000R} = \frac{78v^3}{1000} \quad (9)$$

az átmeneti ív hossza

$$L = \frac{78v^3}{1000R} \quad (10)$$

csökkentett túlemelésnél

$$C_{01} = \frac{R7,5v6,3v^2}{1000R} = \frac{47,25v^3}{1000} \quad (11)$$

$$L_{01} = \frac{47,25v^3}{1000R} \quad (12)$$

Természetesen további finomítással a *jelenlegi* előírások valamennyi állandója meghatározható, a teljes összeállítás:

$$C = \frac{78v^3}{1000} \quad C_1 = \frac{70v^3}{1000} \quad C_2 = \frac{58,5v^3}{1000}$$

$$C_0 = \frac{54,5v^3}{1000} \quad C_{01} = \frac{47,25v^3}{1000}$$

Annak az oka, hogy a C_2 és a C_0 nem teljesen egyezik meg — annak ellenére, hogy a kitűzési adatok azonosak — abban rejlik, — hogy mint már említettük — a d tényezők bizonyos határok között kis mértékben változnak.

Az új, javasolt előírások szerint az (1), (2) és (5) képlet felhasználásával

az ajánlott teljes átmeneti ívhossznál,
 $d = 10$ értékkel

$$C = \frac{R10v11,8v^2}{1000R} - \frac{R10v100}{1000} = \frac{118v^3}{1000} - vR \quad (13)$$

$$L = \frac{118v^3}{1000R} - v \quad (14)$$

csökkentett átmeneti ívhossznál

$d_0 = 8$ viszonyozáznál

$$C_0 = \frac{R8v11,8v^2}{1000R} - \frac{R8v100}{1000} = \frac{94,4v^3}{1000} - \frac{800vR}{1000} \quad (15)$$

$$L_0 = \frac{94,4v^3}{1000R} - \frac{800v}{1000} \quad (16)$$

A leglényegesebb megállapítás az, hogy a jelenlegi előírásoknál, egy-egy sebességnél az egyes átmeneti ív állandók értéke valóban állandó, ezt írják fel a kitűzési adatok között az íveknél. A C állandók között több azonos van, szabályos sorok szerint. Így pl. a 100 km/h sebességnél előírt szabványos C érték azonos a felsorolt következő állandókkal (a sebességeket indexként feltüntetve):

$$C_{100} = 78\,000 \text{ m}^2 = C_{1,105} = C_{2,110} = C_{0,110} = C_{01,115}$$

Ennek következtében az átmeneti ívre vonatkozó kitűzési adatok viszonylag kis terjedelmű táblázatokban elférnek.

Az új javasolt előírások szerint a C képleteiben az R is változó, vagyis minden sebességnél minden egyes ívsugarhoz más-más C és C_0 állandó tartozik.

A jelenleg érvényes előírásoknál 120 és 140 km/h sebességeknél a csökkentett értékeket is figyelembe véve ötféle átmeneti ívnél összesen 8 db *átmeneti ív állandó* szükséges, amelyek — a már említett összefüggések szerint — még 4–4 további sebességnél felhasználhatók. Ugyanezen sebességeknél, a javasolt új megoldásnál 1800 m ívsugárig 100 m-enkénti, majd 2000-től 500 m-enkénti ívsugar értékekhez és a 140-es sebességnél a 950 m határ ívsugárnál a kétféle — teljes és csökkentett átmeneti ívhez — a próbaszámítások szerint 42 db átmeneti ív állandó tartozik, amely három pár közel azonos számérték miatt 39 fajtára csökken. Ez igen terjedelmes *kitűzési táblázatot* eredményez. A próbaszámításnál csak a túlemeléssel kialakított íveket vizsgáltuk. Ez azt jelenti, hogy a túlemelés nélküli ívek átmeneti ívei-

3. táblázat

Egyes átmeneti ívhosszak m-ben, a jelenleg érvényes és a javasolt új előírások szerint

Ívsugar, $R(m)$	$v = 120 \text{ km/h}$				$v = 140 \text{ km/h}$			
	jelenlegi		új		jelenlegi		új	
	L	L_{01}	L	L_0	L	L_{01}	L	L_0
700	—	—	171	137	—	—	—	—
900	150	100	106	87	—	—	—	—
950	*	*	*	*	—	—	200	161
1200	112,5	75	49	40	177,5	109	130	104
1600	84,4	56,3	36	29	133	94	63	50
1800	75	50	*	*	119	83	42	34
2000	67,5	45	*	*	106	75	42	34
3000	45	30	—	—	72	62	*	*

* Nincs meghatározva.

nek kialakítása és a vonatkozó kitűzési táblázatok megszerkesztése további feladat.

A kitűzési adatok táblázatos megoldására — a szakképzettség növelése ellenére — a jövőben is szükség lesz.

Pályatervezéseknél a javasolt új előírások szerint — a kéttágú oldalgyorsulási képlet miatt — az átmeneti ívhossz csökkenése igen kedvező, sok helyi köztöltés megoldható sebességcsökkentés nélkül. Bár a 2. ábra az arányokat mutatja, az áttekintést segíti néhány összehasonlító számérték bemutatásával a 3. táblázat.

b) A szabad oldalgyorsulás

A 3. ábra megmutatja, hogy a szabad oldalgyorsulás a jelenleg érvényes túlemelések mellett a határ ívsugárnál nagyobb sugarú ívekben hiperbolikusan csökken, míg el nem éri a túlemelés nélküli ív-határt (a (6) és (7) képlet szerint). Itt hirtelen nagyobb értéket kapunk, amely azonban nem éri el a szabad oldalgyorsulásra megengedett határ értéket. A túlemelés nélküli ívek növekvő sugara szerint újból csökken, aszimptotikusan csatlakozva az egyenes pálya elméletileg oldalgyorsulás nélküli állapotához (a (19) képlet szerint). Csökkentett túlemelésnél a p_0 érték nagyobb.

Az új, javasolt előírások szerint a túlemeléssel kialakított szakaszon a szabad oldalgyorsulás állandó. A túlemelés hiány, a (8) képlet második tagja 100 mm. Az ebből keletkező ki nem egyenlített, szabad oldalgyorsulás az (5) képlet második tagjából

$$p = \frac{100}{153} = 0,65 \text{ m/s}^2 \quad (17)$$

Mivel azonban 30 mm-nél kisebb túlemelést nem alakíthatunk ki, ott, ahol a (8) képlet szerint az m érték 0 felett, de 30 mm alatt van, az előírt túlemelés 30 mm lehet. E szakaszokon a szabad oldalgyorsulás csökken, a változása hiperbolikus, a

$$p = \frac{v^2}{13R} - \frac{30}{150} = \frac{v^2}{13R} - 0,196 \quad (18)$$

képlet szerint. A 3. ábrán ez a 120 km/h sebességnél az 1400–1600 m ívsugaraknál van így. Hasonló a helyzet 140 km/h sebességnél az 1800–2000 m sugarú ívekben.

A túlemelés nélküli ívekben a centrifugális gyorsulás hat,

$$p = \frac{v^2}{13R} \quad (19)$$

azonos a régi és az új megoldásoknál. A túlemelés nélküli ívek határa más-más, ahol azonban egyik megoldás szerint sincs túlemelés, az oldalgyorsulás értéke azonos, a görbe itt közös.

Mivel a túlemelés új értékei a megengedhető legnagyobb szabad oldalgyorsulás alapján kerülnek megállapításra, csak egyféle túlemelésről lehet szó, csökkentett túlemelésről nem beszélhetünk. Az új túlemelések egyben a $0,65 \text{ m/s}^2$ szabad oldalgyorsulásnál a minimális értéket jelentik.

c) Határ ívsugarak

A határ ívsugarak nagyságát a túlemeléssel kialakított és túlemelés nélküli íveknél, továbbá az átmeneti ív nélküli íveknél 120 és 140 km/h sebességnél a 4. táblázat tartalmazza.

4. táblázat
Határ ívsugarak m-ben, 120 és 140 km/h sebességeknél

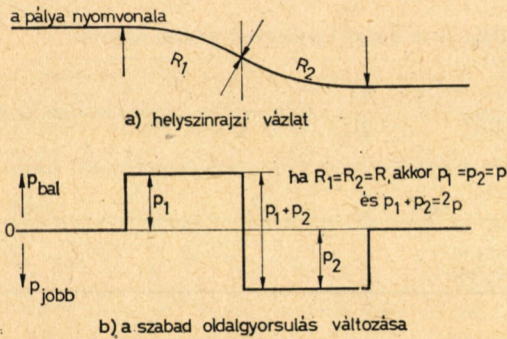
A túlemelési előírás	$v = 120 \text{ km/h}$		$v = 140 \text{ km/h}$			
	túlemelésnél	túlemelés nélkül	túlemelésnél	túlemelés nélkül		
	átmeneti		átmeneti			
	ívvel	ív nélkül	ívvel	ív nélkül		
A jelenleg érvényes	900	—	3500	1200	—	4500
Az új javasolt ...	700	1800	2500	950	2500	3500
Az 1941. évi előírás	800	—	7000	1200*	—	8000
Külön eng.	750	—	—	1100	—	—
Csökk. túlemelésnél	—	—	3000	—	—	4000

* Kerekítés miatt azonos az első sorban levővel.

d) Nagysugarú inflexiós ellenívek

A túlemelés nélküli inflexiós elleníveknél az inflexiós pontban az oldalgyorsulás iránya megváltozik, ellentétes lesz, azért itt a fellépő szabad oldalgyorsulás kétszeresével kell számolnunk (5. ábra).

A jelenlegi Vasúti Pályatervezési Irányelvekben az ilyen ívekre megengedett minimális ívsugarak megfelelnek, a átmeneti ív nélküli íveknél elfogadható $0,45-0,50 \text{ m/s}^2$ szabad oldalgyorsulás alatt maradnak.



5. ábra. A szabad oldalgyorsulás inflexiók ellenéveknél

$v = 120$ km/h sebességénél

az ajánlott ívsugár $R = 14000$ m
a legkisebb ívsugár $R = 7500$ m

Utóbbinál a (19) képletből

$$p = \frac{120^2}{13 \cdot 7500} = 0,15 \quad 2p = 0,30 \text{ m/s}^2$$

$v = 140$ km/h sebességénél

az ajánlott ívsugár $R = 19000$ m
a legkisebb ívsugár $R = 10000$ m

a legkisebb ívsugárnál

$$p = \frac{140^2}{13 \cdot 10000} = 0,15 \quad 2p = 0,30 \text{ m/s}^2$$

e) Kitérő ívek

Vizsgáljuk meg még a *kitérő íveket*, amelyekben kivételes esetektől eltekintve (azonos görbéjű ívesített kitérők különböző helyszínrajzi adottságok között) nem adható túlelemelés.

A kitérő irányban megengedhető legnagyobb sebesség figyelembevételével a legkisebb sugarú XIII. és XIV. rendszerű bejárati kitérőknél

$$R = 192 \text{ m} \quad v = 40 \text{ km/h} \quad p = 0,645 \text{ m/s}^2$$

Hasonló a helyzet az állomási lírákban kitérő utáni 200 m sugarú ívekben.

A nagysugarú és nagyobb sebességű kitérőknél

$$R = 800 \text{ m} \quad v = 80 \text{ km/h} \quad p = 0,615 \text{ m/s}^2$$

$$R = 2200 \text{ m} \quad v = 120 \text{ km/h} \quad p = 0,51 \text{ m/s}^2$$

A korábban bevezetett kitérők is mutatják, hogy a jelenleg nálunk érvényes előírások szerint nem $0,42 \text{ m/s}^2$ a legmagasabb szabad oldalgyorsulás érték. A fellépő értékek megfelelőek, azonban a 40 km/h sebességű kitérőknél eléri az új javasolt előírásokban megállapított felső határt. Ez is mutatja, hogy az állomási megelőző fővágányokban az áthaladási sebesség növelése csak nagyobb sugarú kitérővel oldható meg. Az 500 m sugarú kitérő prototípusa elkészült. A kitérőnél

$$R = 500 \text{ m} \quad v = 60 \text{ km/h} \quad p = 0,56 \text{ m/s}^2$$

vagyis 60 km/h sebesség kitérő irányban biztosítható. A kitérő utáni lírákban a megelőző vágányban szokásos 400 m sugarú ív helyett is nagyobb sugarú ív szükséges, természetesen biztosítva az ellenévek közötti közbenső egyenest is.

f) Az új előírások bevezetése

Az összehasonlító vizsgálatok alapján az új előírások bevezetése kétféle módon történhet. Az egyik lehetőség a jelenlegi előírások megtartása a 100 km/h

és ennél kisebb sebességeknél és az új előírások részletes kidolgozása a 120 , 140 és 160 km/h sebességre.

A másik megoldás a túlelemelési táblázatok teljes átdolgozása. Ennél azonban ügyelni kell arra, hogy a 100 km/h és az ez alatti sebességeknél a szabad oldalgyorsulás mértékének felemelése a kisebb ívsugarak szempontjai mellett azért sem indokolt, mert az ilyen sebességre kiépített vonalaknál fenntartási lehetőségek és a vontatási mód többnyire kedvezőtlenebbek. Szó lehet a nem nagy sebességű vonalaknál továbbra is kétféle túlelemelésről.

g) A legnagyobb és legkisebb sebesség

Bihary Károly idézett dolgozatának 4/b. fejezetében elemzi az ívhatásból keletkező többlet terhelést és sínkopást. Láttuk, hogy ez arányos a szabad oldalgyorsulással. Kétféle követelményt támaszthatunk. Az egyik az, hogy a dinamikai számításnál alapul vett legnagyobb sebességgel közlekedő vonatok mellett előforduló (esetleg többségben is levő) legkisebb sebességű vonatoknál a szabad oldalgyorsulás zérus legyen. A másik esetben a kis sebességű vonatoknál szélső esetben akkora negatív szabad oldalgyorsulás léphet fel, mint amekkora a megengedett pozitív szabad oldalgyorsulás a legnagyobb sebességnél.

A lehetséges eseteket a jelenlegi előírások szerint nemcsak a teljes, hanem a csökkentett túlelemelésnél is vizsgálhatjuk, az összehasonlítás pedig az új javasolt előírások elemzésével lesz teljes.

Az egyes feltételek egyenletei:

ha a legkisebb sebességű vonatoknál a szabad oldalgyorsulás a határ ívsugárnál nulla:

a jelenlegi szabványos túlelemelésnél a (3) és (5) képletből

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} - \frac{7,8v_{\max}^2}{153R} = 0 \quad (20)$$

a jelenlegi csökkentett túlelemelésnél a (4) és (5) képletből

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} - \frac{6,3v_{\max}^2}{153R} = 0 \quad (21)$$

a javasolt új előírás szerint az (5) és (8) képletből

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} = \frac{11,8v_{\max}^2}{153R} + 0,65 = 0 \quad (22)$$

ha pedig a legkisebb sebességű vonatoknál a szabad oldalgyorsulás $-p$ értékű:

a jelenlegi szabványos túlelemelésnél

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} - \frac{7,8v_{\max}^2}{153R} = -\frac{v_{\max}^2}{13R} + \frac{7,8v_{\max}^2}{153R} \quad (23)$$

a jelenlegi csökkentett túlelemelésnél

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} - \frac{6,3v_{\max}^2}{153R} = -\frac{v_{\max}^2}{13R} + \frac{6,3v_{\max}^2}{153R} \quad (24)$$

a javasolt új előírás szerint

$$\frac{v_{\min}^2}{13R} - \frac{11,8v_{\max}^2}{153R} + 0,65 =$$

$$= -\frac{v_{\max}^2}{13R} + \frac{11,8v_{\max}^2}{153R} - 0,65 \quad (25)$$

Az ívek szempontjából megengedhető legkisebb sebesség (km/h) a határ ívsugarak adatai alapján

	A jelenlegi előírások szerint				A javasolt új előírások szerint	
	szabványos		csökkentett		tülelemlésnél	
p_{\min}	0	$-p_{\max}$	0	$-p_{\max}$	0	$-p_{\max}$
y	$\sqrt{0,661} = 0,813$	$\sqrt{0,322} = 0,5675$	$\sqrt{0,5339} = 0,7307$	$\sqrt{0,0678} = 0,260$	$\sqrt{v^2_{\max} - 8,45R}$	$\sqrt{v^2_{\max} - 16,9R}$
v_{\max}	120				120	
v_{\min}	98	68	88	31	92	51
$v_{\max} - v_{\min}$	22	52	32	89	28	69
v_{\max}	140				140	
v_{\min}	114	79	102	36	108	60
$v_{\max} - v_{\min}$	26	61	38	104	32	80

A feltételi egyenletekből $v_{\min} = y v_{\max}$ alakú képletek vezethetők le, amelyekben a legkisebb sebesség és a megengedett legnagyobb sebesség aránya

$$y = \frac{v_{\min}}{v_{\max}} \quad (26)$$

A javasolt előírások szerint az y tényező az ívsugártól függő változó. A jelenlegi előírásoknál állandó, azonban a kapott érték csak a határ ívsugarakra érvényes.

Az értékek összehasonlítását az 5. táblázat tartalmazza.

A B) alatt a Vác—Verőce közötti vonalszakasznál említett 50 km/h sebességkülönbség megfelel a 120 km/h maximális sebességnél a jelenlegi előírások szerint szabványos tülelemlésnél megállapított azon értékeknek, ahol a legkisebb sebességnél $-p_{\max}$ negatív szabad oldalgyorsulás keletkezik.

Természetesen a legnagyobb és legkisebb sebességekkel áthaladó elegytonna értékek arányával további finomítás végezhető.

ÖSSZEFOGLALÁS

A dolgozatban áttekintettük a vasúti ívekben szükséges tülelemlésre és átmeneti ívekre vonatkozó jelenlegi előírásokat. E szerint átmeneti ív csak tülelemléssel épített ívekben szükséges. A megengedett sebességhez tartozó határ ívsugárnál teljes tülelemlésnél $0,42 \text{ m/s}^2$, a csökkentett tülelemlésnél $0,60 \text{ m/s}^2$ szabad oldalgyorsulás léphet fel. Ez az ívsugár növekedésével csökken. Kitérő ívekben a szabad oldalgyorsulás magasabb, eléri a $0,65 \text{ m/s}^2$ értéket. Az átmeneti ívekben a tülelemlés kifuttatás lejtője $1 : 10 v - 1 : 7,5 v$ között van. Láttunk néhány jellemző példát a jelenlegi előírásoknak megfelelő íves pálya átépítésre.

Az új előírások bevezetésével kapcsolatban kiadott első közbenső utasítás ismertetése mellett kitértünk arra is, ami még nincs utasításban rögzítve. Az összehasonlításból látható, hogy a javasolt maximális szabad oldalgyorsulás $0,65 \text{ m/s}^2$ — nemcsak a határ ívsugaraknál lép fel, hanem bizonyos

ívsugár határok között. A határ ívsugarak csökkentésére is mód van. Egyes esetekben szükség van átmeneti ív beépítésére tülelemlés nélküli ívekben is. Az új javasolt előírások bevezetése az átmeneti ív állandók számának nagymértékű növelésével jár, mivel nemcsak egy-egy sebességhez, hanem különböző ívsugarakhoz is eltérő állandók tartoznak.

A megengedett legnagyobb tülelemlés 130 mm-ről 150 mm-re történő növelésének hatását az úrszelvény előírásokra és a vágánytengely-távolság nagyságára külön meg kell vizsgálni.

A már átépített vasútvonalak további korszerűsítésének szempontjai ugyancsak részletes vizsgálat alapján állapíthatók meg.

A felvetett problémák kidolgozása kiegészítő jellegű volt, kapcsolódva a már közzétett vizsgálatokhoz. Természetesen az ívekben a tülelemlés kialakításának és általában az ívek tervezésének, a sebesség felemelésének igen sok kérdése vár még részletes tárgyalásra. Néhány problémát kiragadva: a nagysebességű pálya alépítményének és ágyzatának kialakítása, a keresztszelvények méretei, különös tekintettel az elsodrési távolságra, az átmeneti ív részletesebb geometriai-dinamikai vizsgálata stb., az ívek mellett a magassági vonalvezetés, a terhelési szakasz befolyása, a pálya vonalvezetésén felül a biztosító berendezés és a felsővezetéki rendszer által meghatározott sebesség-határok.

A pályatervezőknek élniük kell az új, közbenső előírások adta lehetőségekkel, munkájukkal járulhatnak hozzá ahhoz, hogy a vasúti pályáívek kialakítására vonatkozó végleges új tervezési irányelvek mielőbb megjelenjenek.

IRODALOM

- Bihary Károly: Az oldalgyorsulás vizsgálata vasúti ívekben, Közlekedéstudományi Szemle, 1970. évi 5. sz.
 Dr. Megyeri Jenő: A megengedhető oldalgyorsulás megválasztása íves vasúti vágányok kialakításánál, Közlekedéstudományi Szemle, 1971. évi 6. sz.
 Ambrus Zoltán és dr. Ritoók Pál: Hozzászólás dr. Megyeri Jenő cikkéhez, Közlekedéstudományi Szemle, 1972. évi 3. sz.; ugyanott dr. Megyeri Jenő válasza is.

Sebességmérés frekvencia-feszültség átalakítóval

LUKÁCS KÁROLY

A közlekedési eszközök jellemzését, értékelését — többek közt — a *járművek sebességével* végezzük. A sebesség valóban jelentős szerepe különösen a közlekedésben mutatkozik meg, mert a személy- és áruszállítás egyik legfontosabb minőségi mutatója, a közlekedési üzem alapvető technikai jelensége, a műszaki szakember számára pedig a járművek viselkedését leíró függvénykapcsolatok legfontosabb mennyisége, amely a leggyakrabban tölti be a függő vagy független változó szerepét. A vasútüzemben a vontató járművek vonóerőértékeit általában a sebesség függvényében adjuk meg, ugyancsak a sebesség függvényében vizsgáljuk a kocsik lengési viszonyait; a járművek teljesítményét sebességük és a sebességükhöz tartozó vonóerejük szorzata adja. A biztonságos és menetrendszerű közlekedés feltétele, hogy a vezető állandóan ismerje járműve sebességét, ezért a vasutaknál a vontató járművek többségét ellátták a mozdonyvezetőt tájékoztató és a vonat menetét dokumentáló *sebességmérő berendezéssel*. Ezek ismert és az üzemben jól bevált szerkezetek, de a vasúti mérések során teljesítendő magasabb követelményeknek nem felelnek meg.

A *vasúti mérőkocsin* a sebességméréssel kapcsolatos legfontosabb követelmények: a minél nagyobb pontosság, a folyamatos regisztrálás, a menetirányra való érzéketlenség és a menetközbeni egyszerű mérésátváltás lehetősége.

Egyes mérési feladatok természetéből fakad az a követelmény, hogy a sebességmérést *ne csak a mérőkocsin*, hanem attól függetlenül a vontató járművön is végezhesük, ezért további igény, hogy a berendezés bármely járműre könnyen felszerelhető legyen.

Az *Intézetünk Járműkísérleti Osztályán kialakított sebességmérő* elkészítése során a fenti követelmények teljesítését tűzték ki célul. Többirányú kísérletezés után a választás egy *frekvencia-analóg feszültségátalakító*ra esett, amely megoldás a vontatási mérőkocsi mérőrendszerébe legjobban illeszkedett. A sebességmérő helyének és szerepének, továbbá a többi mérőberendezéssel való kapcsolatának megvilágítása végett néhány mondattal foglalkoznunk kell a vontatási mérőkocsi mérőrendszerének felépítésével is.

Mérőberendezéseinket, illetőleg mérési eljárásainkat sokféle szempontból csoportosíthatjuk, a technikai megoldás tekintetében azonban csak két alapvető csoportot képeznek.

A kísérletek és mérések során a vizsgált folyamatoknak egyik jelentős részénél fontos, hogy ne csak a számszerű adatokat kapjuk meg, hanem a folyamat lefolyását grafikus formában is lássuk. Az ilyen jellegű méréseknél használatosak a különböző *vonalíró és pontíró berendezések*, pl. a kompenzográfok, az oszcillográfok, vagy a koordináta író-berendezések.

Méréstechnikailag a másik nagy csoportba azokat a méréseket illetve kísérleteket soroljuk, amelyek csak a *digitális mérés*technika adta előnyök felhasználásával végezhetőek sikeresen. Ilyen jellegűek pl. a nagy pontosságot igénylő mérések, vagy sok mérőhelynek közelítően egyidejű (kis idődifferenciával) történő mérése és regisztrálása. Ezeknek a méréseknek a lebonyolítására szolgálnak a digitális feszültségmérők, a digitális frekvenciamérők és a hozzájuk tartozó számanyomtató.

A vontatási mérőkocsival elvégzett feladatok zöme a vontató járművek jellemzőinek (sebesség, vonóerő, teljesítmény, hatásfok stb.) meghatározására irányul, amelyeknél mindig figyelembe kell venni a *pályaviszonyokat* is, hiszen azok nélkül a vizsgált járművek mérési eredményei nem értékelhetők. Eppen ezért szükséges a mérések lebonyolításához olyan *útjeladó berendezés* is, amelynek segítségével a különböző vonalíró berendezéseken a mérőkocsinak a vasúti pályán való helyzete, a megtett útszakaszok pontosan jelölhetőek, illetve amelynek segítségével a digitális műszerek és a számanyomtató az út függvényében indítható.

A vontatási mérőkocsi műszerezési koncepciójába a sebességmérésre és a fentiekben említett más feladatokra is a legjobban beillő rendszernek a frekvencia-analóg feszültségátalakító berendezést találtuk, mert a berendezés által az analógjel vonalíró berendezésekkel jól rögzíthető, a berendezés egy közbenső fázisból nyerhető impulzusok pedig mérőmagnetofonos rögzítésre és analóg számítógéppel történő feldolgozásra alkalmasak.

A fent említett útjeladó berendezés célszerű megoldása is impulzustechnikai eszközökkel lehetséges, ugyanis a sebességmérő frekvencia adója szükséges eleme az útjeladó berendezésnek is.

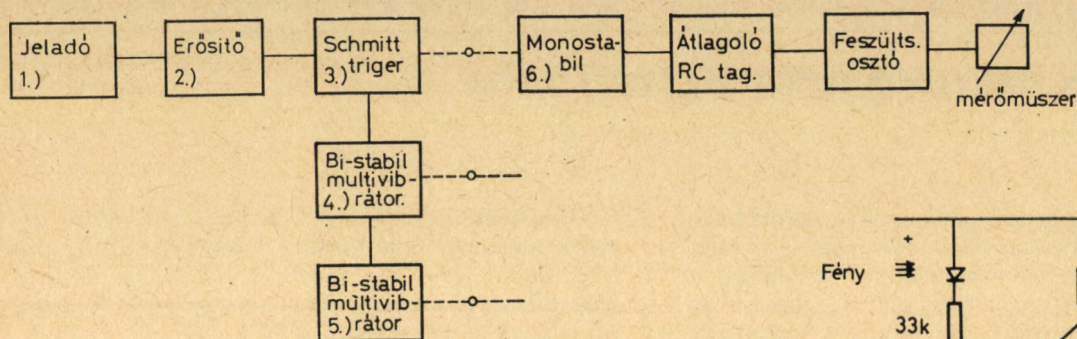
Mindezeknek az előrebocsátott szempontoknak az ismertetése után rátérünk a sebességmérő rendszer felépítésének részletes ismertetésére, valamint ki fogunk térni a mérőberendezés más irányú alkalmazásának lehetőségeire is.

A) A sebességmérő rendszer

Működésének alapelve a következő: a mérőkocsi kerekének fordulatszámával arányos frekvenciájú villamos jelet állítunk elő, amelyből a frekvencia-analógjel átalakítóval a sebességgel arányos feszültséget képezünk.

A rendszer működése szempontjából négy jól elhatárolható egységet különböztetünk meg (az *1. ábrán* szaggatott vonallal elválasztva), mégpedig a következő felosztásban:

1. A rendszer jeladója.
2. Erősítő (amely elvileg nem nélkülözhetetlen tartozéka a rendszernek).
3. A frekvencia-analóg feszültségátalakító egység.



1. ábra

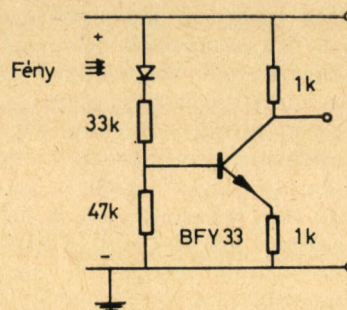
4. Regisztráló műszer a feszültségosztóval, amely utóbbi a sebességmérő berendezésnek és a regisztráló műszernek az illesztését szolgálja.

1. A sebességmérő rendszer jeladója

A legnagyobb nehézséget a mérőberendezés jeladójának üzembiztos kialakítása jelentette. Hasonló célokra általában *mágneses jeladó* használnak, amely kitűzött céljainknak nem felelt meg, egyrészt mert annak fordulatszámától nem csak a frekvenciája, hanem a kiadott jel amplitúdója is változik, így a jel kicsinysége miatt a sebességmérő kis sebességnél nem működik, másrészt pedig kialakítása és felszerelése nagyon pontos megmunkálást igényel, amire a szükségyszerű áthelyezéseknél nem mindig van meg a lehetőség. Különösen az utóbbi szempont volt az, amely miatt a mágneses jeladót elvetettük, hiszen előfordulnak olyan kísérletek, amikor a vontató jármű adhéziós tulajdonságainak vizsgálatát végezzük. Ez esetben a mozdony hajtott kerekeinek fordulatszámát összehasonlítjuk olyan jármű kerékfordulatával (pl. mérőkocsi), amelynek

Nyilvánvaló, hogy egy precízen megmunkált, tízedmilliméteres nagyságrendű légréssel ellátott mágneses jeladó mozdonytengelyre történő felhelyezése a kísérlet végrehajtásának idejét jelentősen növelné. A feladat megoldására az illesztésekre és a méretekre sokkal érzékenyebb, ugyanakkor messzemenően egyenletesebb nagyságú jelet szolgáltató *photodiódás jeladó* választottunk, amely a direkt fényre és a visszavert fényre egyaránt megfelelő érzékenységgel. Így pl. tapadásvizsgálatoknál elegendő, ha a mozdony vizsgált kerekét fekete-fehér sávokra festjük és egy izzóval megvilágítva azt, az érzékelőt a kerék közelébe helyezzük. A 152. psz. mérőkocsira felszerelt állandóbb kivitelű érzékelő direkt fényt kap egy fogaskerék fogházagain keresztül. A fogaskerék fogszáma 64, így egy kerékfordulatra 64 négyzögjelet kap az erősítő, tehát ha a kerék területét ~ 3 m-nek vesszük, közelítően ~ 5 cm-enként kapunk egy négyzöghullámot. Ez a sűrűn adott jel a rendszernek útjeladóként történő alkalmazásánál előnyös. A photodiódás érzékelő kapcsolási vázlatát a 2. ábrán látható.

A dióda ellenállása megvilágítatlan állapotban $M \Omega$ nagyságrendű, megvilágítva viszont csak néhány $k \Omega$. A bázisosztó tagoknak a kollektor felőli ágába téve a diódát, a kapcsolási rajzon látható el-



2. ábra

lenállás értékekkel nagyon jó érzékenységet tudunk elérni. A fent vázolt áramkört szerelés után epokittal öntöttük ki, amely biztosítja, hogy az erős rázásnak kitett egységet, amely a forgóvázon nyert elhelyezést, mechanikai károsodás ne érje.

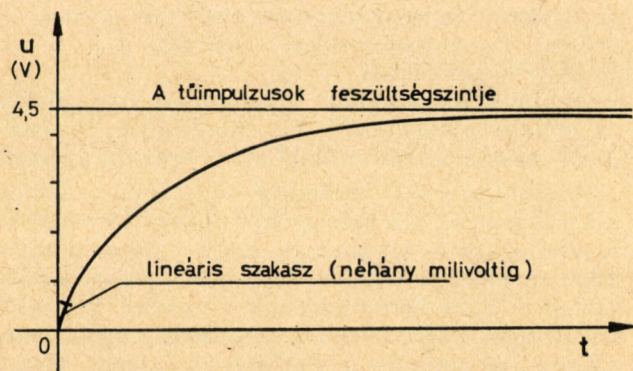
2. A berendezés erősítője

A berendezésben levő erősítő tulajdonképpen nem nélkülözhetetlen tartozék, csak abban az esetben van rá szükség, ha a rendszer nem a saját jeladójáról, hanem idegen, nem illesztett jeladókról működik. Ebben az esetben a jeladó és a frekvencia feszültségátalakító illesztését az erősítő végzi. Az erősítő négy tranzisztoros, és kb. 10^6 -szoros erősítésű.

3. A frekvencia-analóg feszültségátalakító egység

Az impulzusteknikai áramkörök felépítésének ismertetését mellőzzük, mivel azok a kereskedelemben készen kapható, digitális integrált áramköri egységek. A Schmitt trigger a négyzöghullámok kellő meredekségű felfutását szolgálja (hullámalak formálás), hogy a monostabil multivibrátort indító RC differenciáló tagról kapott jel ne változzék és mindig biztosan indítson.

A bi-stabil multivibrátorok a *méréshatár-váltást* oldják meg frekvencia-osztással. A méréshatár-váltásra két lehetőség kínálkozik: az egyik, hogy az előállított sebességgel arányos analóg feszültséget osztjuk le a kívánt mértékben, a másik lehetőség az általunk választott *frekvencia-osztással* adódik. A két méréshatár-átkapcsolási módot összehasonlítva, az utóbbi előnyösebb. Feszültségosztás esetén a méréshatár-váltó kapcsoló megbízhatatlan kontaktusa miatt a behitelesített állapot változhat, mivel a regisztrálóra vitt mérendő feszültség csak néhány millivolt nagyságú. Ezen alacsony feszültség szintnek az oka, hogy az analóg feszültség előállítását egyszerű átlagoló RC taggal végezzük és így a kondenzátor töltődése a 3. ábrán látható módon történik. Mivel azt kívánjuk elérni, hogy mérőrendszerünk megfelelő linearitású le-

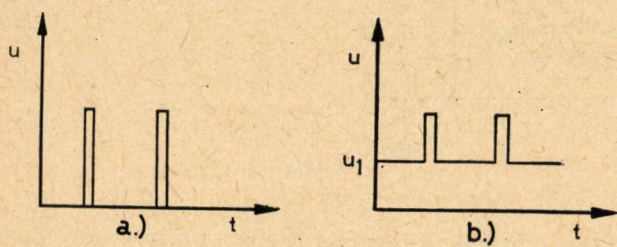


3. ábra

gyen, a diagramon látható görbének az alsó bejelölt szakaszát szabad csak kihasználnunk.

Frekvencia osztás esetén ilyen veszély nem áll fenn, ugyanis a méréshatár-váltás olyan helyen történik, ahol a rendszer a méréshatár-váltó kapcsoló átmeneti ellenállásainak változására érzéketlen. A bi-stabil multivibrátorok által leosztott négyszögjelből a monostabil multivibrátor tűimpulzusokat állít elő, amelyeknek időtartama és feszültsége állandó, tehát a tűimpulzusok által „szállított” töltéskvantumok is állandók. A monostabil multivibrátor által létrehozott tűimpulzusok időállandójának stabilitása a beépített kondenzátor vagy kondenzátorok hőfok-érzékenységétől nagy mértékben függ, ezért csak kiváló minőségű, hőre érzéketlen kondenzátorokat szabad beépíteni.

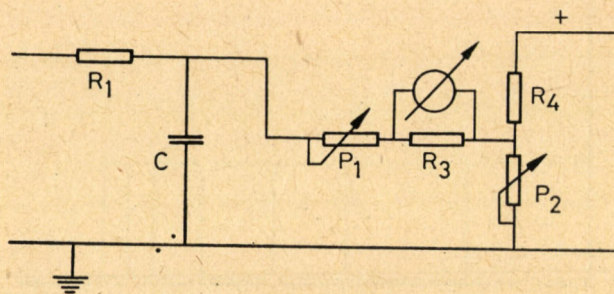
Az átlagoló RC tag után kapcsolt feszültségosztót attól függően kell megválasztani, hogy a kiadott tűimpulzusok nulla feszültséghez képest ugranak-e fel a teljes telepfeszültségre, mint a 4a ábrán, vagy egy nagyobb feszültségről, mint a 4b ábrán látható.



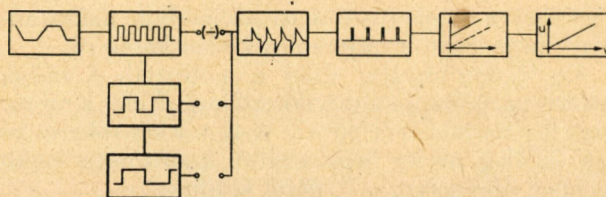
4. ábra

4. A feszültségosztó

A kondenzátor feszültségét hivatott megfelelően illeszteni a mérőműszerhez. A MÁV vontatási mérőkocsijain a regisztrálást kompenzográfval végezzük, amelynek mérőhídja két milivolt érzékenységgű. Az általunk épített első berendezés a 4b ábrán látható jelet adott, így nyilvánvaló, hogy az 5. ábrán feltüntetett C kondenzátor töltődése U_1 feszültségről kezdődött, ezért a kapcsolási vázlaton látható módon meg kellett emelnünk a műszer föld felőli oldalán a feszültséget. Az 5. ábrán a P_1 potenciométer a méréshatár beállítására, a P_2 a nullázásra szolgál.



5. ábra



6. ábra

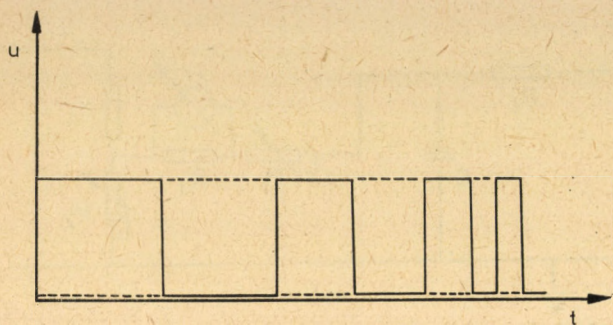
A berendezésben végbemenő jelalakváltozás figyelemmel kísérése céljából azt blokkémszerűen vázoljuk és a 6. ábrán mutatjuk be.

Végezetül megemlítjük, hogy a fent ismertetett sebességmérő berendezés a vontatási mérési gyakorlatban jól bevált és a kitűzött paramétereknek mindenben megfelelt.

Az ismertetett sebességmérő alkalmazása számos lehetőséget rejt magában, hiszen nemcsak a járművek sebességének mérése, hanem minden olyan mérés-technikai feladat megoldására alkalmazható, amely frekvenciamérésre visszavezethető. A továbbiakban ezen lehetőségek egyikét ismertetjük.

B) Útarányos papírtovábbító berendezés

A vasúti vontatási mérések számottevő részében a mért jellemzőket a pálya meghatározott pontjára kell vonatkoztatni. Ilyen esetekben a regisztráló műszerek papírtovábbítását a mérőkocsi haladásával arányosan kell végeztetni. Az útarányos papírtovábbító berendezésben a jeladó rész közös a sebességmérő jeladójával, tehát kerékkörülönként 64 négyszögjelet kapunk. Mivel a kerékkörület 317,5 cm, így — mint azt már az előzőekben említettük — egy négyszöghullám ~5 cm-es kocsielmozdulásnak felel meg. Mivel a papírtovábbítást végző motor csak max. 250 Hz-ig működik, két bi-stabil multivibrátorral a jeladó frekvenciáját a negyedrésztére csökkentettük. Következésképpen 100 km/h sebesség esetén a működtető frekvencia közelítően 140 Hz. Ezzel a frekvenciával a papír továbbítására használt ún. „DIKO” léptető-motor már megfelelően működik. A „DIKO” motor két tekercspárja egymáshoz viszonyítva 90°-os szögben helyezkedik el és felváltva kapják a működtető feszültséget. Emiatt a jeladóról kapott négyszög jelsorozatnak elő kell állítanunk a negáltját is, és mindkét frekvencia sorozatot a motor tekercseire kell adnunk. Egy impulzus hatására a motor 90°-ot fordul el.



7. ábra

Ugyanarra a tekercsre a továbbiakban hiába adnánk impulzust, a motor érzéketlen lenne rá.

Az $1/4$ körfordulat után a motornak a másik tekercspárja kapja a következő impulzust, a motor csak így fordul ismét 90° -ot. A motor két tekercsére egyidejűleg rávitt jelsorozatot koordináta rendszerben ábrázolva, a 7. ábrát kapjuk.

Ennek a motort hajtó jelsorozat párnak az előállítása lényegében két lépésben történik. Az egyik a tulajdonképpeni negált jelsorozat előállítása, a másik pedig az, hogy a jelsorozat pár kellő energiával rendelkezzen a motor hajtásához, tehát erősíteni kell. Vizsgáljuk az első lépést: ez egyetlen integrált áramkörrel (SN 7413 N típusal) megvalósítható. Az alkalmazott integrált áramkör 2 db NAND Kapus Schmitt trigger tartalmaz. A NAND kapu 4 bemenetét rövidre zárva, a

A 7. ábrán látható négyszögjelsorozat párnak az erősítését tranzisztorokkal végeztük, a 8. ábrán látható kapcsolásban.

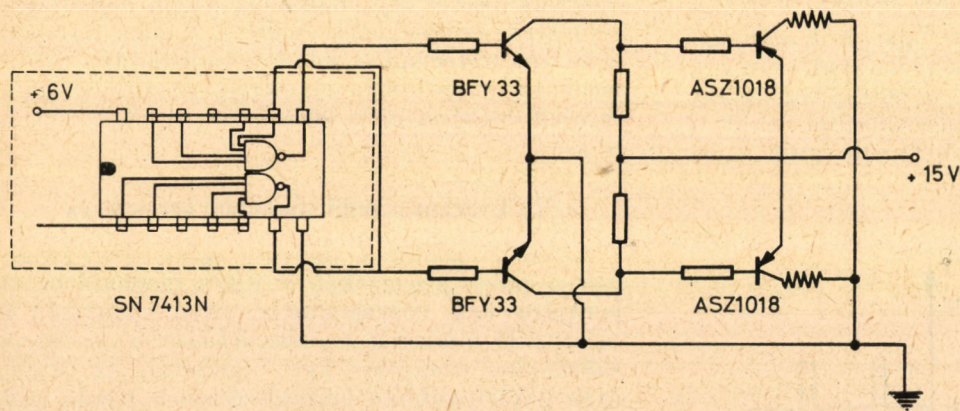
Az integrált áramkör után álló egység, amely az erősítő szerepét tölti be, tulajdonképpen kapcsoló üzemmódban működteti a tranzisztorokat.

A jelenlegi jeladó berendezés fogszáma, valamint a kerékátmérő és a műszerekbe épített fogaskerék-áttétel együttes eredménye, hogy a papír-előtolás 1000 m megtett úton 1—200 mm között változtatható. Ez a berendezésünk a vontató járművek vonóhorgán kifejtett munka meghatározására használatos, ugyanis ha a vonóerő regisztráló-műszer papírját útarányosan hajtjuk, akkor a vonóerő regisztrátum alatti terület arányos a vonóhorgon kifejtett munkával. Megfelelő mechanikus integrátorral kiegészített műszer közvetlenül a munka mérését végzi.

*

Összefoglalásképpen néhány megjegyzést teszünk arra vonatkozóan, hogy miért választottuk műszereink kifejlesztése során az impulzustechnikai megoldásokat az analóg jeles megoldásokkal szemben.

A feletti szabályozástechnikai berendezések, valamint a korszerű mozdonyok fokozott igényeket támasztanak mérés-technikai szempontból is. A nagypontosságú mérési igényeknek jelentős



8. ábra

triggeres rész előegysége inverterként működik, tehát a bemenetre adott minden negatív lefutású élnél a kimeneten egy felfutó feszültség él keletkezik. A fent említett integrált áramkörben a két egységet egymással sorba kötve, a két kimeneten az előzőekben elmondottak alapján olyan négyszög jelsorozat párt kapunk, amelyek a koordináta rendszerben ábrázolt módon egymásnak negáltjai. A második lépésben az erősítést olyan feszültséggel kellett megvalósítanunk, amellyel biztosítani tudtuk a „DIKO” motor számára a 12 V körüli tápláló egyenfeszültséget. Az integrált áramkörök működtetése azonban max. 7 V-tal történhet, ezért az egész egység két feszültségforrásról üzemel.

részt digitális műszerekkel lehet kielégíteni, amelyeknek pontos, mindig a kellő időben történő indítása és az értékek számnyomtatóval történő regisztrálása csak impulzustechnikai eszközökkel lehetséges. A mérőkocsi műszerei ilyen módon könnyen kapcsolhatók lesznek a digitális műszereinkhez.

Egyik közeljövőben megvalósításra kerülő fejlesztési lépés az útjeladó kialakítása, mely szintén a sebességmérő jeladójáról fog üzemelni. Felépítése digitális integrált áramkörök segítségével történik, és a távolságokat 0,05 %-os pontossággal fogjuk előállítani. Ennek az útjeladó-nak a segítségével kívánjuk digitális műszereinket vezérelni.

Rakodógépek kihasználtságának gazdasági optimuma*

Dr. SZÁNTÓ EMIL

A tanulmány a következő gépkocsi-közlekedési problémára szolgáltat optimális megoldási módszert.

Ismertek egy képzelte üzem adatai bázishelyzetben. Köztük a rakodógép m_r extenzív kihasználtságának mértéke, valamint a szállításhoz tartozó tonnakilométer-önköltség. Kérdés: *miként változik az önköltség* — és a szállítás egyéb teljesítménye és paramétere — *a rakodógép változó kihasználása függvényében.*

A rakodási tevékenység igazoltan normális eloszlású, sztochasztikus folyamat (gépkocsi/óra dimenzióban kifejezve). A tehergépkocsik érkezése, a kocsi/óra dimenzióval jellemzett kocsiáramlat — hazai mérések szerint is — a Poisson-féle valószínűségi eloszlást követi. Ismertek mind a rakodás, mind az árutovábbítás termelési paraméterei (az időbeli kihasználás, a sebesség, a teherbírás, a teherbírás-kihasználtság stb.). Meghatározandó a rakodógép ama extenzív (időbeli) kihasználtsága, mely mellett a teljes szállítási folyamat önköltsége minimum. Az extenzív kihasználtságot a rakodógép üzemidőn belüli, tényleges T_{rm} működési ideje és a $T_{r\bar{u}}$ üzemidő hányadosát, az m_r paraméter fejezi ki:

$$m_r = \frac{T_{rm}}{T_{r\bar{u}}} \quad (1)$$

Értéke a számítás alapjául szolgáló bázishelyzetben:

$$m_r = 0,8227.$$

A feladatban tehát az *optimum-kritérium*: a minimális árutonnakilométer-önköltség. Ezt a követelményt kielégítő $m_{r, \text{opt}}$ kihasználtság szolgáltatja az optimális megoldás értékét.

A megoldás elméleti magyarázatául a sorbanállási problémakör tételeit lehet felhasználni.

Mind a gépkocsik érkezése, mind a gépkocsik rakodó gépekkel történő kiszolgálása sztochasztikus jellegű üzemi folyamat, mérésekkel meghatározható átlaggal (várható értékkel), szórással.

A rendszer működésében vannak időpontok, amelyekben a gépkocsi érkezik az átlagosnál hosszabb idő alatt, a rakodógép pedig az átlagosnál rövidebb idő alatt rakja meg a soron levő gépkocsit. A gép ekkor a legközelebbi gépkocsi érkezéséig vesztet el.

Máskor fordított lehet a szituáció: a gépkocsi érkezik az átlagosnál rövidebb idő alatt, a rakodógépnek pedig az átlagosnál hosszabb időre van szüksége a megrakás elvégzéséhez, ekkor a gépkocsi kénytelen várakozni.

A rakodógép kedvező (lehető maximális) kihasználása érdekében a gépkocsi áramlatokat kellene olyan mértékben sűríteni, hogy a rakodás meg-

szakítás nélküli folyamattá váljék. A termelés-gazdaságtan általános érvényű törvényszerűsége szerint a rakodás önköltsége ekkor alacsony (minimális). A kocsiáramlat sűrítése révén azonban a rakodóállás előtt fokozatosan növekvő várakozó gépkocsisor keletkezik. Ez a várakozás viszont a gépkocsival kapcsolatos költségeket növeli. Egy gazdasági pozitívum (olcsó rakodás) és egy gazdasági negatívum (a gépkocsik növekvő költsége) áll szemben egymással.

Nyilvánvaló: amennyiben csökken a rakodógép kihasználtsága, a rakodás önköltsége növekedik, ugyanakkor azonban kisebb lesz a várakozó gépkocsik sora, tehát az e révén fellépő költség is. Mindenképpen létezik tehát a rakodógépnek — a maximálistól eltérő — $m_{r, \text{opt}}$ extenzív kihasználtsága, mely mellett a gazdasági pozitívum és negatívum egyensúlyban van. Ekkor a teljes szállítási folyamat önköltsége minimális.

Adottak a rakodógép bázishelyzetbeli termelési adatai, a konstansként kezelt $T_{r\bar{u}}$ üzemidő, valamint az ugyancsak konstans c_r t/óra rakodóteljesítmény. Rendelkezésre áll a kiszámítás két-féle költsége: a rakodási teljesítménytől független K_{ar} rakodási állandó költség, valamint a rakodási teljesítménnyel arányos K_{v2} mozgó költség, amely a rakodás műveleteinek költségeit foglalja magában.

Konstansak az árutovábbítás idővel arányos és futással arányos költségmutatói (k_{v1t} , k_{v1f}), valamint a továbbításra jutó állandó költségek.

Hasonlóképpen ismertek és változatlanok a gépkocsik extenzív kihasználási paraméterei; az $n_{\bar{u}}$ üzemképességi tényező, az üzemképes gépkocsik n termelő gépnapjainak száma, valamint a gépkocsik napi t_n foglaltsági tényezője. Továbbá a járművek q_a teherbírása, a v_a alapsebesség, a t_t terhelési tényező, az s szállítási távolság, valamint az f futáskihasználási tényező.

A probléma megoldásához fel lehet használni a szorzószámok önköltségfüggvényét,¹ amelyben a szállítási folyamat paramétereinek változását az x_1 , x_2 , x_3 , x_4 és x_5 teljesítményi szorzók szimbolizálják. Ezek közül kell kijelölni azokat, amelyek a feladatban szerepet kapnak.

Hasonló struktúrájú mikroökonómiai szállítási problémák megoldási módszerének kialakításakor mindenképpen ki kell jelölni, hogy egyedi szállítási feladat, avagy üzemi folyamatos tevékenység-e a probléma tárgya. Előbbit egyedi, utóbbit folyamatos üzemi kijelölésnek nevezhetjük. Figyelemmel a korábbiakra, problémáinkat folyamatos üzemi kijelölésként kell kezelni. Valójában ceteris paribus felfogásban kell a keresett módszert kialakítani, s ennek megfelelően csak a T_{sz} szállítási időhöz

* Részletek a „Módszer a rakodógépek sztochasztikus gazdasági optimumának meghatározására a gépkocsi-közlekedésben” c. kandidátusi disszertációból.

¹ L. a Gépjárműközlekedési üzemgazdaságtan c. gyűjteményes műben, III. rész. dr. Szántó Emil: Operációkutatási módszerek a gépjárműközlekedésben, Bp. 1966. Műszaki Könyvkiadó.

rendelt x_1 , valamint az m menetidőtényező x_2 szorzószáma szerepel az önköltségfüggvényben.

Az x_1 szerepeltetését az indokolja, hogy a rakodóállás változó extenzív kihasználása a járművek rakodásra várakozási idejét, s ezzel együtt a teljes Q árumennyiség megmozgatásához szükséges T_{sz} szállítási időt változtatja. Lévén a menetidőtényező a menetidő és szállítási idő hányadosa, az x_2 szorzó beiktatása is szükséges.

Ennél a pontnál kell bevezetni a várakozó sorok elméletéből ismert összefüggést, amely a gépkocsik sorban várakozásának W átlagos idejét szolgáltatja:²

$$W = \frac{Q}{2\mu(1-\rho)} [1 + (s\mu)^2] \quad (2)$$

A rakodórendszerben várakozó sor átlagos hossza (a kiszolgálás alatt állót is beszámítva):

$$L = \left(W + \frac{1}{\mu} \right) \lambda \quad (3)$$

A formulákat Poisson-típusú kocsirámlatok és tetszőleges kiszolgálási folyamatok esetében lehet használni.

A formulában

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} \quad (4)$$

amelyet a forgalom intenzitásának nevezhetünk; λ — (a Poisson-eloszlás konstansa) az érkezési ráta, mely a rakodógéphez érkező gépkocsik átlagos számát jelzi (kocsi/óra);

μ — kiszolgálási ráta; az időegység alatt kiszolgált gépkocsik átlagos száma (kocsi/óra);
 s — itt a kiszolgálási idő szórása (standard deviációja) (óra/kocsi).

Következő lépésként ki kell alakítani a módszer megoldásához szükséges sztochasztikus szállítási önköltségfüggvényt. Mindenekelőtt kapcsolatot kell keresni a λ érkezési ráta és a T_{sz} szállítási idő között, mert a rakodógép előtti várakozás az óránként érkező gépkocsik számának is függvénye, a várakozási idő viszont a szállítási idő része.

Kivindulásul szolgálhat az átlagos követési időköz fogalma. Egyszerű meg gondolásból kitűnik, hogy:

$$t_\epsilon = \frac{t}{G} \text{ [óra/jármű]} \quad (5)$$

ahol t_ϵ a követési időköz (óra/kocsi);

t egy kocsiforduló teljes időtartama (óra/forduló);

G a szállítást lebonyolító gépkocsiállomány.

G értéke az A árutonnakilométert szolgáltatató termelési volumen-függvényből állapítható meg.³ A függvény egyik alakja:

$$A = G n_{\bar{u}} n t_n m v_a q_d t_f \text{ [tkm]} \quad (6)$$

A függvény első négy tényezője a T_{sz} szállítási időt adja:

$$T_{sz} = G n_{\bar{u}} n t_n,$$

ahol n az egy gépkocsira jutó termelőnapok (átlagos) száma (nap/gk);

² Thomas E. Saaty: Mathematical Methods of Operations Research. New York, 1959.

³ Dr. Szántó Emil: Autóközlekedési üzemtan, Bp. 1966. Tankönyvkiadó.

t_n a termelő kocsik napi (átlagos) foglalkoztatottsága (óra/nap).

Ebből:

$$G = \frac{T_{sz}}{n_{\bar{u}} \cdot n \cdot t_n} \quad (7)$$

Behelyettesítve az (5) formulába:

$$t_\epsilon = \frac{t \cdot n_{\bar{u}} \cdot n \cdot t_n}{T_{sz}}$$

De a kocsiforduló t átlagos időtartama kifejezhető a szállítási idő és a fordulók (járatok) J számával:

$$t = \frac{T_{sz}}{J} \text{ [óra/forduló]},$$

tehát:

$$t_\epsilon = \frac{T_{sz} n_{\bar{u}} n t_n}{J T_{sz}} = \frac{n_{\bar{u}} \cdot n \cdot t_n}{J} \quad (8)$$

A jobb oldal minden tagja ismert lévén, t_ϵ minden esetre számítható.

Könnyű belátni, hogy a követési időköz reciproka tulajdonképpen az érkezési ráta:

$$\lambda = \frac{1}{t_\epsilon} = \frac{J}{n_{\bar{u}} n t_n} \text{ [járat/óra]} \quad (9)$$

Végül a járatok számát az elszállítandó Q árumennyiség, az igénybevett járművek teherbírása és terhelési tényezője szabja meg:

$$J = \frac{Q}{q_d \cdot t_t}, \quad (10)$$

Következésképpen értéke a fenti paraméterekből bármely szituációra meghatározható.

Ezek után írható:

$$\lambda = \frac{J}{n_{\bar{u}} n t_n} = \frac{Q}{n_{\bar{u}} n t_n q_d t_t}$$

Az elszállított, a felrakott árumennyiség a rakodógép c_r óráteljesítményével (kapacitásával), m_r extenzív kihasználási tényezőjével és $T_{r\bar{u}}$ üzemidejével a következőképpen fejezhető ki:

$$Q = c_r m_r T_{r\bar{u}} \text{ [tonna]}$$

Behelyettesítve λ formulájába:

$$\lambda = \frac{c_r T_{r\bar{u}} m_r}{n_{\bar{u}} n \cdot t_n q_d \cdot t_t} = C m_r, \quad (11)$$

ahol C a konstans bázisértéket fogja össze.

Folytatólagosan következnek: ha az m_r extenzív kapacitáskihasználás x_1 -szeresen változik, λ is ugyanennyit módosul:

$$\lambda_x = x_1 \lambda = C m_{rx} = x_1 C m_r \quad (12)$$

A gépkocsik sorban várakozásának W ideje a (2), a (4) és a (12) összefüggéseknek megfelelően így alakul át:

$$W_x = \frac{x_1 Q}{1 - x_1 \rho} \cdot \frac{1}{2\mu} [1 + (s\mu)^2] \quad (13)$$

A függvényben több konstans tényező van. Mindenekelőtt a szögletes zárójelben levő kifejezés, amelyet C -vel jelölve:

$$W_x = \frac{x_1 \varrho}{1 - x_1 \varrho} C \quad (14)$$

Legyenek a többi konstans bázisértékek a következők:

$$\begin{aligned} \lambda &= 15,6709 \text{ kocsi/óra;} \\ \mu &= 20 \text{ kocsi/óra;} \\ \varrho &= \frac{15,6709}{20} = 0,78355; \\ s &= 0,044 \text{ óra/kocsi.} \end{aligned}$$

Ezekkel az értékekkel

$$C = 0,04436$$

$$\text{és} \quad W_x = \frac{x_1 0,7835}{1 - x_1 0,7835} \cdot 0,04436 \quad (15)$$

W_x függvény görbáját az 1. ábra mutatja be.

Kézenfekvő, hogy a várakozó sor L hossza is az 1. ábra görbéjéhez hasonlóan alakul. Elegendő a (3) és a (14), illetve (15) formulára tekinteni. Ezek figyelembevételével:

$$L_x = (W_x + 0,025)x_1 \lambda \quad (16)$$

x_1 helyébe értékeket helyettesítve, a várakozó sor hossza az 2. ábra szerint változik.

Kiegészítésként megemlíthető, hogy mindkét függvénynek $x_1 = 1,2764$ pontjában szakadása van.

E megfontolások után a megoldást nyújtó önköltségmodellt le lehet vezetni. A rakodógép kihasználtságára reagáló önköltségfüggvény, a változásokat számszerűsítő önköltségfüggvény (a korábban említett forrás szerint):

$$\ddot{o}_x = \frac{x_1 K_{v1t} + x_1 x_2 K_{v1f} + x_1 x_2 K_{v2} + K_{ar} + K_a}{x_1 x_2 A} \quad (17)$$

Itt K_{v1t} a szállítási idővel arányosan változó költség:

K_{v1f} a futással arányos költség;
 K_{v2} a rakodás költsége;
 K_{ar} a rakodóállás állandó költsége;
 K_a a szállításra terhelt állandó költség;
 A az árutonnakilométer-teljesítmény.

Más alakban:

$$\ddot{o}_x = \frac{K_{v1t}}{x_2 A} + \frac{K_{v1f} + K_{v2}}{A} + \frac{K_{ar} + K_a}{x_1 x_2 A}$$

Az önköltségfüggvény ebben a formában kifejezésre juttatja azt, hogy a rakodógép változó extenzív kihasználása mely költségeket érinti.

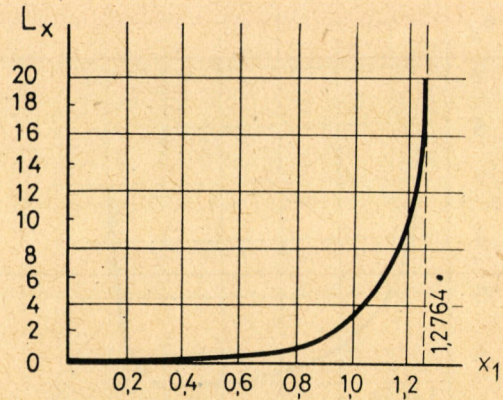
Legyen a levezetés megkönnyítése érdekében:

$$\frac{K_{v1f} + K_{v2}}{A} = C' \quad \text{és} \quad \frac{K_{ar} + K_a}{A} = C''.$$

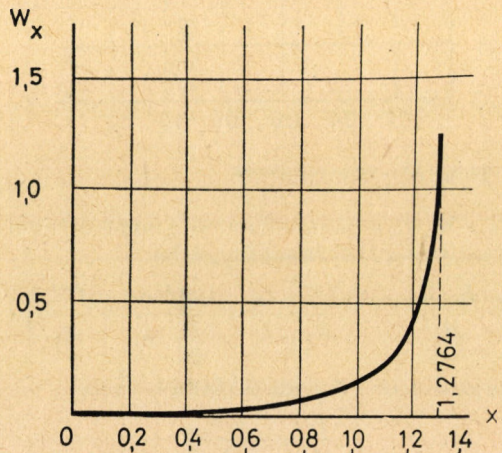
E szimbólumokkal:

$$\ddot{o}_x = \frac{K_{v1t}}{x_2 A} + C' + \frac{C''}{x_1 x_2} \quad (18)$$

Egyelőre két ismeretlen van a függvényben: x_1 és x_2 . *Be lehet bizonyítani, hogy x_2 is kifejezhető x_1 függvényében.*



1. ábra. A $W_x = f(x_1)$ függvény görbéje



2. ábra. Az $L_x = f(x_1)$ függvény görbéje

A bizonyítás céljából az egy fordulón belüli állásidőt (t_a -t) fel kell bontani egyrészt a rakodással, okmánykezeléssel stb. eltöltött (t_r), másrészt a várakozó sorban eltöltött (W) időre:

$$t_a = t_r + W$$

Minthogy a megváltozott menetidőtényező: $m_x = x_2 m$, az x_2 -re felírható:

$$x_2 = \frac{m_x}{m}.$$

A menetidőtényező ismert alapfüggvényének⁴ felhasználásával:

$$x_2 = \frac{m_x}{m} = \frac{\left[\frac{(t_r + W_x)v_a}{i} + 1 \right]^{-1}}{\left[\frac{(t_r + W)v_a}{i} + 1 \right]^{-1}} = \frac{t_r + W + \frac{i}{v_a}}{t_r + W_x + \frac{i}{v_a}}$$

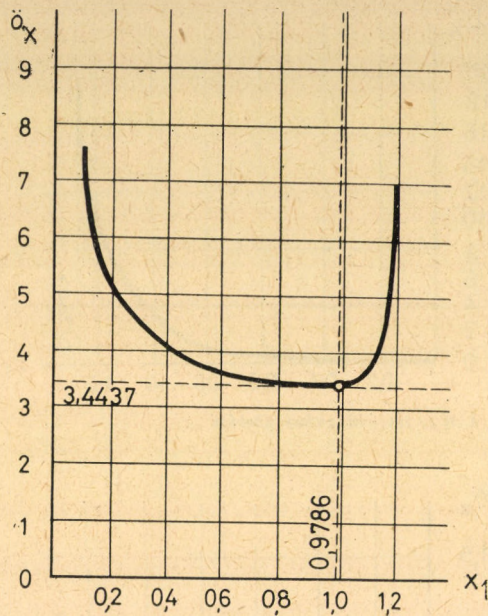
Mert egy kocsi forduló (konstans) menetideje:

$$\frac{i}{v_a} = t_m,$$

ezért

$$x_2 = \frac{t_r + W + t_m}{t_r + W_x + t_m} = \frac{t}{t_x} \quad (19)$$

⁴ Dr. Szántó Emil: Gépkocsiközlekedési üzempazarás, Bp. 1966. Tankönyvkiadó.



3. ábra. Az $\ddot{o}_x = f(x_1)$ függvény ábrája

Itt t_r , W , t_m a bázisszituáció ismert értékei. Behelyettesítve a (18) összefüggésbe:

$$\ddot{o}_x = \frac{t_x}{t} \frac{K_{v1t}}{A} + C' + \frac{C''}{x_1} \frac{t_x}{t} = \frac{t_x}{t} \left(\frac{K_{v1t}}{A} + \frac{C''}{x_1} \right) + C' \quad (20)$$

Jelölje t' a $(t_r + t_m)$ időtartamot. Ezzel:

$$\frac{t_x}{t} = \frac{t' + W_x}{t}$$

Behelyettesítve W_x összefüggését (14):

$$\frac{t_x}{t} = \frac{t'}{t} + \frac{x_1 \rho}{(1 - x_1 \rho)} \cdot C$$

Behelyettesítve a (20) összefüggésbe:

$$\ddot{o}_x = \left(\frac{t'}{t} + \frac{x_1 \rho}{t(1 - x_1 \rho)} \cdot C \right) \left(\frac{K_{v1t}}{A} + \frac{C''}{x_1} \right) + C' \quad (21)$$

Ebben a formulában már csak x_1 az egyetlen változó.

A formulát számításra alkalmasabb alakra kell hozni. A zárójelek felbontása után, majd

$$\frac{t'}{t} \cdot \frac{K_{v1t}}{A} + C' = u \text{ konstans}$$

és
$$\frac{t'}{t} \cdot C'' = v \text{ konstans}$$

jelölésekkel, végül a jobb oldal negyedik kifejezésében x_1 -gyel egyszerűsítve:

$$\begin{aligned} \ddot{o}_x &= \frac{t'}{t} \frac{K_{v1t}}{A} + \frac{t'}{t} \frac{C''}{x_1} + \frac{x_1 \rho C K_{v1t}}{A t (1 - x_1 \rho)} + \\ &+ \frac{x_1 \rho C C''}{t x_1 (1 - x_1 \rho)} + C' = \\ &= u + \frac{v}{x_1} + \frac{\rho C}{t} \left(\frac{x_1 K_{v1t}}{A(1 - x_1 \rho)} + \frac{C''}{1 - x_1 \rho} \right) \end{aligned}$$

Legyen továbbá:

$$\frac{\rho C}{t} \frac{K_{v1t}}{A} = z$$

és

$$\frac{\rho C C''}{t} = g.$$

Behelyettesítve:

$$\ddot{o}_x = u + \frac{v}{x_1} + \frac{z x_1 + g}{1 - x_1 \rho}$$

Jobb oldalon a közös nevezőt kialakítva:

$$\ddot{o}_x = \frac{u - v \rho + g + x_1(z - \rho u) + v x_1^{-1}}{1 - \rho x_1} \quad (22)$$

Vezessük be az a , b , c és d tényezőket a következők szerint:

$$\begin{aligned} a &= u - v \rho + g \\ b &= z - \rho u \\ c &= v \end{aligned}$$

Helyettesítsük be, s ezzel rendelkezésünkre áll a keresett önköltségfüggvény:

$$\ddot{o}_x = \frac{a + b x_1 + c x_1^{-1}}{1 - \rho x_1} \quad (23)$$

A függvény birtokában megszerkeszthető az önköltség alakulás grafikonja, mindössze x_1 helyébe néhány jellemző értéket kell helyettesíteni, s az ezekhez tartozó függvényértékeket kiszámítani. A görbét a 3. ábra mutatja be.

Jellegzetes az önköltség alakulása. A rakodógép kismértékű (x_1 -nek 0,1, 0,2 körüli) kihasználásánál igen magas a szállítás önköltsége és ott a rakodógép drága üzemének a hatása jelentkezik. A fokozatosan kedvezőbb kihasználás irányában csökken a szállítás önköltsége; x_1 -nek 0,5 és 1,1 közötti szakaszában a görbe ellaposodik, mélypontot ér el, majd hirtelen és erőteljesen emelkedik, a várakozó sor növekedésével együttjáró nagyobb költség miatt.

A függvénynek tehát szélső értéke van.

A gyakorlat részére mindenesetre két fontos következtetés vonható le.

Az első: a rakodógép középszerű extenzív kihasználtsága mellett a szállítás önköltsége viszonylag alacsony, s a kihasználás ezen környezetében nem is változik számottevően.

A második: a nagy mértékben kedvezőtlen, valamint a nagy mértékben kedvező, a közel 100%-os kihasználtság környezetében az önköltség rohamosan emelkedik. Különösen az utóbbi megállapítás figyelemre méltó. A gazdaságos szállítás felelősének törekednie kell a rakodógép közepes kihasználására. Ha a körülmények lehetővé teszik, a függvény szélső értékéhez tartozó kihasználtságot is szorgalmazza. Mint-hogy ez a rendszer optimális pontja, az önköltség itt a minimális.

Felvett példánkra határozzuk meg a rendszer optimális pontját. Erre a célra is a (23) függvény alkalmas.

A függvény minimuma stacionárius pontjában van; ahol az első differenciálhányados értéke nulla. A szélsőérték számítás műveleteinek elvégzése után a következő másodfokú függvényt kapjuk:

$$(da - b)x^2 + 2dcx - c = 0 \quad (24)$$

A függvény gyökei:

$$x_1 = \frac{b - da \pm \sqrt{(da - b)^2 - 4(da - b)c}}{2(da - b)}$$

Helyettesítsük be feltételezett gyakorlati szállítási feladatunk értékeit:

$$a = u - vq + g = 2,8168 - 0,4739 \cdot 0,7835 + 0,0184 = 2,4743;$$

$$b = z - qu = 0,0127 - 0,7835 \cdot 2,8168 = -2,2021;$$

$$c = 0,4734;$$

$$d = q = 0,7835.$$

A helyettesítés után a függvény két gyöke:

$$x'_1 = 0,978 \text{ és}$$

$$x''_1 = 1,836$$

Mint hogy $x'_1 = 1,836$, azaz 1-nél nagyobb, tehát 100%-nál nagyobb [abszurd] kihasználást jelez, és így a függvény a gazdaságilag értelmezhető tartományon kívül van, stacionárius pontként csak a másik gyök: $x_1 = 0,978$ jöhet számításba.

Ebben a pontban — gyakorlati példánkban — az önköltségminimum, ugyancsak a (23) függvény alapján:

$$\bar{o}_{\text{opt}} = 3,4437 \text{ Ft/tkm.}$$

A (23) formula a kiindulási helyzet önköltségét nyújtja, ha $x_1 = 1$ helyettesítést elvégezzük:

$$\bar{o} = \frac{2,4743 - 2,2020 + 0,4734}{0,2165} = 3,4443 \text{ Ft/tkm.}$$

Meglepő lehet, hogy a kiindulási és az optimális szituáció önköltsége között csekély az eltérés. A magyarázat viszont egyszerű; a bázishelyzetben már eleve közel optimális kihasználással dolgozott a rakodógép; mértéke ekkor a korábbiak szerint:

$$m_r = 0,8227,$$

az optimális helyzetben pedig

$$m_{r \text{ opt}} = x'_1 \cdot m_r \cdot 0,9786 \cdot 0,8227 = 0,8051,$$

tehát 80,51%.

Számítsuk még ki, hogy az optimális szituációban átlagosan *hány gépkocsi várakozik a sorban.*

Ehhez mindenekelőtt *a sorban várakozás optimális átlagos idejére van szükség.* A (15) formula alapján:

$$W_{\text{opt}} = \frac{0,9786 \cdot 0,7835 \cdot 0,04643}{1 - 0,9786 \cdot 0,7835} = 0,1457 \text{ óra} = 9 \text{ perc}$$

Végül *a sorban várakozók átlagos, optimális sorhossza* a (16) formulából:

$$L_{\text{opt}} = (0,1457 + 0,025) \cdot 0,9786 \cdot 15,6709 \approx 3 \text{ kocsi}$$

Ha az optimálisnál kevesebb kocsi várakozik, akkor a rakodógép kedvezőtlenebb kihasználása, nagyobb kocsiszám esetén pedig a több várakozási idő okozta kedvezőtlenebb járműkihasználás miatt nagyobb az önköltség.

(Folytatás a 231. oldalról)

közös rendezésében: Városi és elővárosi közlekedési konferencia.

Április 19. Megnyitó: MOLNÁR JÁNOS (KPM Tanácsai Közl. Fő. vezetője).

A városi és elővárosi közlekedés szervezésének és irányításának korszerű módszerei.

Előadók: LINDNER JÓZSEF MÁV vezérig. h., DR. ZAHUMENSZKY JÓZSEF, a Volán Tröszt vezérig. h. Korreferátumok: DR. NAGY JÓZSEF, VTKI ig. DR. HEGEDŰS AGOSTON, KÖTUKI. oszt. vez.

Április 20. Korreferátumok: SZABÓ GYULA, KPM oszt. vez., HEGYI KÁLMÁN, UVATERV oszt. vez., SZEGŐ FERENC, KPM Közl. pol. Fő. A győri és más vidéki városok korreferátumai.

Ajánlások ismertetése.

Zárszó: MOLNÁR JÁNOS.

Április 20. A Vasúti Pályaépítési és Fenntartási Szakosztály rendezésében előadás: A vasúti közlekedés biztonsági szintje és emelésének lehetőségei.

Előadó: KUMMER ISTVÁN (KPM Vasúti Fő.)

Április 25. A Vasúti Távközlő és Biztosítóberendezési Szakosztály és a Vasúti Tudományos Kutató Intézet közös rendezésében előadás: Átrakóköri számítógépes áru- és kocsinyilvántartás.

Előadó: GAJER FERENCZÉ (VTKI)

Április 25. A MÁV Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás: A kocsigazdálkodási optimum vizsgálata a rakodás és kocsikiégnyelítés függvényében.

Előadó: BAKÓ JÁNOS (Bp. Ferencvárosi pu.)

Április 25. A Postaforgalmi Szakosztály rendezésében előadás: A postatarifa kialakítási elvei.

Előadó: SZÁVA ISTVÁN (PVIG)

Április 26. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás és tanulmányi kirándulás: A Bp. Kelenföld—hegyeshalmi vonal átépítése és a munkálatok.

Előadó: ACS ANDRÁS (KPM Vasúti Fő. 6/A.)

Vezető: BÉKÉSSI MÁTYÁS (MÁV. Bp. Ig.)

Április 26. A Vasúti Magasépítési Szakosztály rendezésében előadás: Korszerű magasépítési fenntartási munkáltatás.

Előadó: MOROTVAY LÁSZLÓ (KPM Vasúti Fő. 6/C.)

Április 26. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás: Gépészeti vonatkozású vasúti balesetek vizsgálatának néhány szempontja.

Előadó: BOTLIK LÁSZLÓ (MÁV. Bp. Ig.)

Április 27. A Közúti Szakosztály rendezésében előadás: Vastagabb aszfalt pályaszerkezeti rétegek építési tapasztalatai.

Előadó: TÉSY JÁNOS (Betonútép. V.)

Április 28. A Vasútépítészeti Szakosztály rendezésében előadás: A gépészeti szakszolgálat időszerű kérdései.

Előadó: OROSZVÁRY LÁSZLÓ (KPM Vasúti Fő. 7.)

Május 2. A Talajmechanikai Szakosztály rendezésében előadás:

1. A dunaföldvári partmozgással kapcsolatos geotechnikai vizsgálatok ismertetése.

Előadó: PÁRDÁNYI JENŐ (FTI)

2. Beszámoló a „Karl-Marx-Stadt-i felszínmozgások, csúszások, sziklaomlások” című konferenciáról.

Előadó: HERZOG HENRIK (VÍZITERV)

Május 3. A KTE Vasútépítészeti Szakosztálya és a Vasúti Tudományos Kutató Intézet közös rendezésében előadás: Tolt vonat sebességének és kocsiszámának növelésével kapcsolatos futásdinamikai problémák.

Előadó: DÉGHY GYÓRGY (VTKI)

Május 3. A Közúti Szakosztály rendezésében előadás: Útkorszerűsítés elvei és gyakorlati Finnországban.

Előadó: Dipl. Ing. MARTTI NISKALA (Helsinki)

Május 4. A Kötélpálya Állandó Bizottság rendezésében vetített képes előadás: Indiai úti beszámoló.

Előadó: HACKEL EMIL (UVATERV)

Május 4. A Közlekedési Tagozat rendezésében előadás: A villamos energia alkalmazásának perspektívái a közlekedési rendszerekben.

Előadó: K. L. LEGG a Lanchester Polytechnic (Coventry, Anglia) professzora.

Május 4. A Közúti Fuvarozási és Szállítmányozási Szakosztály alakuló ülése.

(Folytatás a 267. oldalon)

A sín vesealakú fáradásos repedésének vizsgálata

Dr. KECSKÉSSÁNDOR

A vasúti sín, mint a legkülönbélebb üzemi igény-bevételeknek kitett tartó, gondos és állandó felügyeletet igényel. A rendkívül veszélyes sinitörések ellen a síngyártástól az építésen keresztül a karbantartásig és a felügyeletig a technológiai műveletek és vizsgálati módszerek szigorú betartásával, tökéletesítésével lehet és kell is védekezni.

A vasúti sín *minősége* mindig elsőrangú műszaki kérdés volt. A sinton olyan minőséget és élettartamot kívánunk meg, amelynek döntő a szerepe a forgalom biztonságára és a vasút gazdaságossága szempontjából.

Az utóbbi évtizedekben — elsősorban a terhelés növekedése, a szerkezet változása miatt — a sínekben olyan hibák jelentkeztek, amelyek azelőtt nem voltak tapasztalhatók. Ilyen hiba a *sín fejében előforduló keresztirányú fáradásos repedés*. Az időben felfedezett és eltávolított hibás sinned a súlyos balesetet el lehet kerülni. A fáradásos repedésből lesz a fáradásos törés, amely általában a vonat áthaladásakor következik be és vonatkisiklást is okozhat (1. ábra).

A *sínvizsgálat* elsődleges célja tehát az, hogy a forgalom biztonsága érdekében a hibás helyeket vizsgáló készülékkel felderítsék és a hibásnak talált sinderabot kicseréljék. A sín vizsgálata során a minősítés eredménye háromféle lehet: az első esetben feltárja a valóságot; a második esetben a kis vagy nem létező hibát súlyosnak ítéli; a harmadik esetben a veszélyes hibát nem tudja megfelelően minősíteni. A hiányos minősítés miatt azután baleset következhet be.

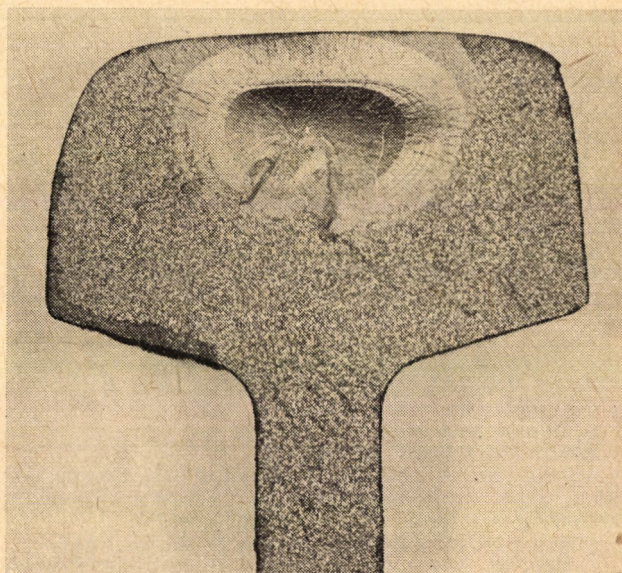
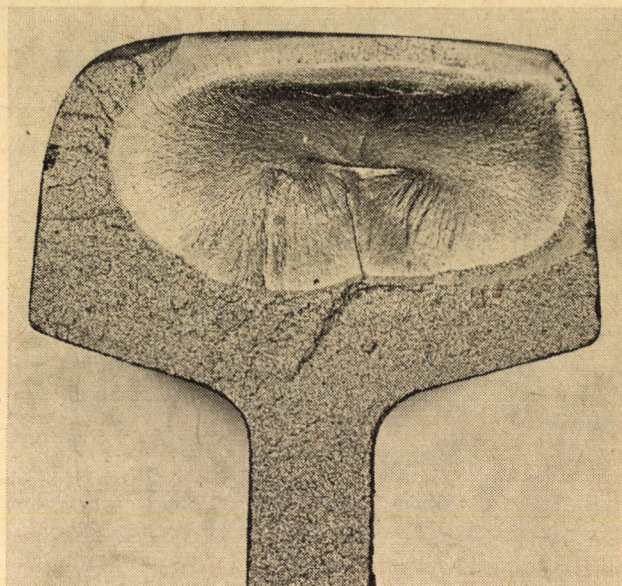
A végső cél tehát az *egyértelmű minősítés* és a *fáradásos repedés kifejlődésének meghatározása* az átgördült eleytonna függvényében. A minősítéshez szükséges a sínkopás meghatározása és a fáradásos sínhiba területének ismerete.

A kutatást a pályából kivágott vesealakú fáradásos repedésű sínek fárasztás közbeni ultrahangos vizsgálatával, a sínkopások helyszíni mérésével és számításokkal végeztük el, keresve a hiba létrejöttének okát, kifejlődését.

A fáradással és töréssel foglalkozó elméletek

Fáradáson a síneknek olyan típusú leromlását értjük, amikor a terhelés hosszú időn keresztül ciklikus, de a terhelés-változás amplitudója kisebb, mint a folyási határ.

A *fáradás elméletével* számos kutató foglalkozott, így *Frenkel*, *Shottki*, *Fudzita*, *Machlin*, *Mott* és mások. A fáradásos repedés eredetére számos feltételezés vonatkozik. Az egyik elmélet a repedéseket diszlokációk sorától származó feszültségekkel magyarázza, míg a másik inkább a ponthibák átrendeződése révén kialakuló feszültségekre helyezi a fő hangsúlyt. *Mott* pl. feltételezte, hogy



1. ábra. Vese típusú sinitörések

rekrisztallizáció játszódik le még alacsonyabb hőmérsékleten is, a megzavart területen.

Annyi bizonyos, hogy a feltételezések helyes irányban haladnak. A diszlokációk fennakadása, a mikrorepedések, a keletkező hiányhelyek kondenzációja stb. mind-mind létrehozhatják azokat a helyeket, ahonnan a fáradásos repedések elindulnak és kifejlődnek.

A *törési elmélettel* is több kutató foglalkozott, mint pl. *Griffit*, *Stroh*, *Petcsu*, *Fischer* és mások.

Ismert, hogy a kristályos testeken két töréstípus fordul elő. A *ridegtörés* alacsony hőmérsékleten, igen kis előzetes plasztikus deformáció után vagy

anélkül következik be. A *lágýtörés* a legtöbb fém törésmódja, amikor is a törést jelentős plasztikus deformáció előzi meg.

A törésméletek mindegyike feltételezi a plasztikus deformáció tényét. Amíg az egyik csoportnál a már előzőleg meglevő mikrorepedés tovaterjedését tartják lényegesnek (*Griffit, Stroh*), addig mások a diszlokációk fennakadását teszik felelős a törésért. Az is lehetséges, hogy a lezajló mechanizmusok több más paramétertől, így pl. az anyag összetételétől, típusától, hőmérsékletétől stb. is függenek.

A fáradásos repedések keletkezése és terjedése a sínfejen

Fáradásos repedés ott keletkezik, ahol a hibás helyen a feszültség nagy. A sínnél a geometriai változás a repedés kiindulásában általában nem játszik szerepet. Előfordulhat, hogy a kristályközi feszültség és túlterhelés egyidejűleg oka a törésnek. A túlterhelés megindíthatja a fáradásos repedést. A helyi hibánál fellépő feszültségtorlódás elegendő ahhoz, hogy a repedés normális üzemi terhelés mellett növekedjék. A fáradási folyamat alatt a meglevő parányi repedés tovább növekszik. A fáradásos repedési folyamat megindulása előtt a nagy helyi feszültségek indítják el a képlékeny alakváltozást, az anyag helyileg elroncsolódik.

A repedés létrejötté után annak fejlődési (növekedési) sebességétől függ a *törés*. A repedés nagyságától függően a sín még tovább is a pályában maradhat, ha az igénybevétel lényegesen alatta marad a repedést előidéző igénybevételnek (erre nincs meg minden esetben a garancia). Az is előfordul, hogy a repedés nem terjed tovább, amíg egy újabb túlterhelés be nem következik. A *repedés terjedésének* mértéke függ:

- az igénybevételtől,
- az anyag belső hibáitól (pl. zárványok),
- a kifáradási határtól.

A repedés növekedése arányban van az igénybevétellel: nagyobb terhelésnél gyorsabban növekszik. Olyan terhelés is elképzelhető, amelynél a fáradásos repedés megindul, de nem terjed tovább, mivel az igénybevétel a korábban fellépő terhelésnél kisebb.

A repedés terjedése az igénybevétel módjától is függ. Húzó fárasztáskor sima hengeres próbatestben a feszültségeloszlás egyenletes. Hajlításkor a feszültségeloszlás egyenlőtlen, a belső szálak fékeznek a külső szálakban fellépő elcsúszást, a külső szálak a belsőkre támaszkodnak.

Húzó igénybevételkor a repedések terjedése azonos terhelés hatására nagyobb sebességgel halad, mint hajlításkor.

A fáradásos repedésre jellemző, hogy a sínfej keresztmetszetének belső harmadából indul ki és minden irányban fejlődik, míg csaknem az egész keresztmetszetre (fej) kiterjedve törést okoz. Ha a vesealakú repedés törésig fejlődik, létrejön a *vesetípusú sántörés*.

A vesetípusú fáradásos sántörés a *Magyar Államvasutak* sínjeinél korábban alig fordult elő, de újabban gyakran található és a minőségileg kifogástalan gyártmányú síneknél is bekövetkezik.

A vasutak a fáradásos repedés keletkezésének okát keresve, széleskörű vizsgálatot indítottak, a legkorszerűbb kutatási módszerekkel. Sajnos, a kutatások nem hoztak egyértelmű eredményeket, a megállapítások feltevéseken alapulnak. A hibatípus kiküszöböléséig csak az állandó, rendszeres roncsolásmentes *ellenőrzés* jelent megnyugtató segítséget a törések ellen.

A fáradásos repedés keletkezésének oka a vizsgálatok szerint

A repedés keletkezésének okát a vasutak és intézmények kutatják. A Német Szövetségi Vasutak szerint a repedések kiindulási oka a sínfejen levő nem fémes zárványokban keresendő. A kohászati eljárások javításával, az acél tisztasági fokának növelésével csökkentették a hiba előfordulásának gyakoriságát, de teljesen nem sikerült kiküszöbölni.

Több vasút a hibaelőfordulás kiindulási okának a sín keresztirányú pelyhességét tekinti. A pelyhek az acél belsejében elhelyezkedő apró repedések, amelyek általában a sín hossz tengelyével párhuzamosak, de lehetnek attól elhajlóak vagy keresztbe fordulók is.

A belső folytonossági hiba, amely feszültséggyűjtő helyként hat, oka lehet a fáradásos repedés kiindulásának. A hazai vasúti és vaskohászati vizsgálatok szerint a vesealakú repedések minden valószínűség szerint már a síngyártáskor, a sínfejen keletkező göcrepedésekből indulnak ki; a göcrepedéseket a gyártás alatt fellépő belső feszültség okozza. A vesealakú fáradásos repedések túlnyomó részénél lunker, zárvány vagy dúsulás okozta anyaghiba nem volt található. Ezek a hibák lehet hogy elegendő, de nem szükséges feltételei a repedéseknek. Az említett hibák a repedést létrehozó hatást fokozhatják, de a belső feszültségek egyedül is képesek a repedések létrehozására.

A vizsgálat alapján arra lehet következtetni, hogy a törési góc (mag) valószínűleg minden sínben megtalálható, az egyes gyártmányoktól függően különböző méretekben. Lehetnek olyan gyártmányú sínek, amelyeknél már kisebb igénybevételek is elindíthatják a vesealakú fáradásos repedést, másoknál viszont csak akkor válnak észrevehetően veszélyessé a göcök, amikor a sínek igénybevétele a kritikus érték fölé emelkedik. Ez az igénybevétel egyrészt a sebesség és a terhelés, másrészt a hézag nélküli vasúti pálya okozta járulékos igénybevételek miatt eleve jelen van. Bizonyítja ezt még az is, hogy a vesetípusú sántörések zöme hézag nélküli vasúti vágányainkban fordul elő.

A vesealakú fáradásos repedés keletkezésével kapcsolatban bizonyítottan látszik, hogy a repedést a sínfej belsejében már eleve meglevő apró repedésekből, a sín igénybevételének hatására fel-

lépő feszültségek okozzák. Előidézheti még a repedést:

- nagymérvű salakosság,
- durva szemcseszerkezet,
- nagymérvű hidegegyengetés és
- a sín futófelülete alatt fellépő feszültség.

Az utóbbi hibák is okozói lehetnek ugyan a sínek meghibásodásának és elősegítetik a fáradásos repedés kifejlődését, de nem lehetnek egyedüli okozói a vesetípusú sántöréseknek.

A vesealakú fáradásos repedés és törés a sínfejben

A fáradást, majd törést — akár rideg (kemény), akár lágy a törés — nyilvánvalóan *kristályhibákkal kapcsolatos hatás* idézi elő.

A repedések keletkezéséhez több alternatív folyamat járulhat hozzá:

a) eleve meglévő mikrozárványok; a hengerlés-kor zárványüreg keletkezik, amelynek környezetében feszültségtér alakul ki;

b) diszlokációk oszcilláló mozgása a ciklusos terhelés alatt, a fennakadás környezetében. A mozgó diszlokáció ponthibákat kelt és így a kristályrendet lokálisan lerontja;

c) a sínfejben az eredő feszültség nagyobb. A nagyobb feszültség miatt helyi plasztikus deformáció megy végbe, a mikrokristályban nagyszámú fennakadt diszlokáció sor keletkezik, ezek kölcsönhatása, energiája hoz létre repedést.

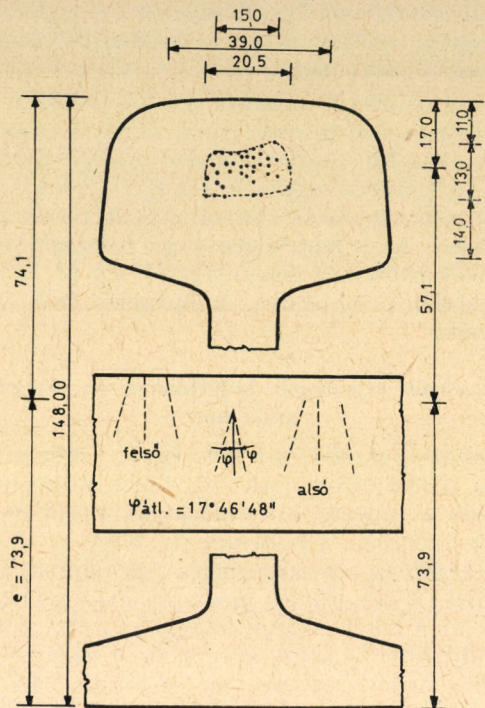
A gyártáskor meglévő és a sín hosszirányával párhuzamos pelyhek általában nem indítanak vesealakú fáradásos repedéseket, keresztbefordulásukra pedig kicsi a lehetőség.

A sínekben kialakuló fáradásos törés okát ezek szerint nagy valószínűséggel a *diszlokációs folyamatokban* kereshetjük. A dinamikus igénybevételnek kitett sínben igen valószínűen *Mott* elméletével kapcsolatos folyamat játszódik le. Fárasztáskor ugyanis a ciklikus feszültség hatása alatt a diszlokációk előre és hátra mozognak, miközben szakadatlanul hiányhelyeket és rácsközi atomokat hoznak létre. Ez azzal jár, hogy a csúszási vonal közelében a kristályrend jelentősen leromlik. *Mott* feltételezte, hogy a megzavart területen rekristallizáció játszódik le, még alacsony hőmérsékleten is. Az átkristályosodás a csúszási síkra merőleges nagy húzófeszültségekkel jár.

A reális helyzet megítélésénél figyelembe kell venni, hogy polikristályos fémmel van dolgunk, mely a diszlokációk mellett igen sokféle kristályhibát tartalmaz. Ezek hatása a folyamatot bonyolíthatja.

A vesealakú, fáradásos repedések elhelyezkedése, alakja, nagysága és törésfelülete

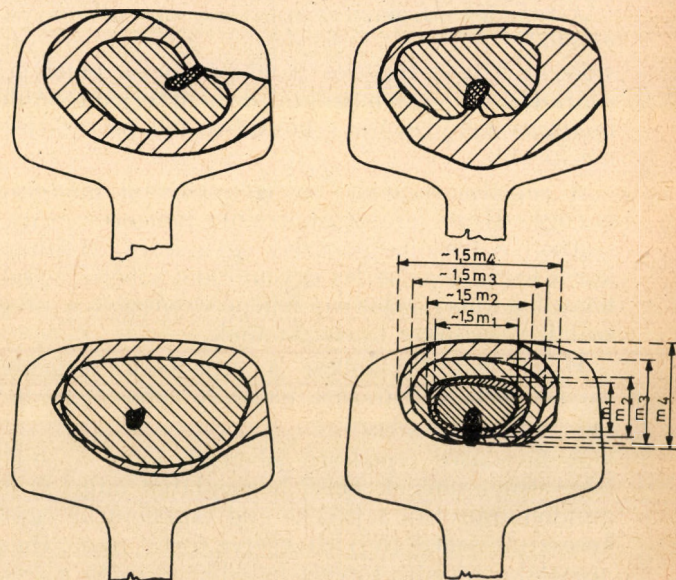
A vesealakú fáradásos repedés *góca* a sínfejben a sín futófelülete alatt, magasságának első és második harmadában fordul elő. A mérési adatok szerint a legfelső határ — épszelvényű sín véve alapul — a futófelülettől kb. 11 mm mélyen, alsó



2. ábra. A vesealakú repedés gócaának elhelyezkedése a sínfejben

határa 24 mm mélyen van. Ezzel lehet meghatározni a góc függőleges értelemben vett *elhelyezkedését*.

A sínfej szélességéhez viszonyítva a góc a sín gerince fölött helyezkedik el. Egészen minimális az olyan repedés, ahol a góc a síngerinc függőleges síkjától jobbra vagy balra nagy mértékben eltolódnék. A góc tehát a síngerinc fölött, a sín futófelülete alatt kb. 21 mm szélességben van, ami az ultrahangos sínvizsgálat szempontjából előnyös. A vizsgálófejektől a sínfejbe jutó sugarára a legkisebb hibát is érintik, ami a forgalom biztonságára nézve a kedvező időbeni feltárás feltétele.



3. ábra. A repedés függőleges és vízszintes aránya

A vizsgálatok igazolták, hogy a vesealakú fáradásos repedés, illetve az ebből keletkező vesealakú fáradásos törés a sín hossz tengelyére merőleges vagy azzal szöveget zár be. A függőlegestől való elhajlás $0-28^\circ$, átlagosan $17^\circ 46' 48'' \sim 18^\circ$. Az adatokat a 2. ábrán mutatjuk be.

A vesealakú fáradásos repedés keresztirányban elhelyezkedve az ellipszishez hasonlít. A hiba szélessége általában a magasság másfélszerese (3. ábra).

A sín fáradásos töré felületét sztereómikroszkópon vizsgálva megállapítható, hogy négy részből tevődik össze (1. ábra):

a) a göcből, amelyből a fáradásos vesealakú repedés kiindult. Ez rideg törés jellegű, rendszerint kristályosan csillogó felületű. A felület hullámos, nyugtalan, nem fekszik egy síkban. Mérete a gombostűfejtől felfelé változik;

b) a vesealakú repedési felületből;

c) az éles bemetszésből, amely a fáradásos repedési felület és a töréskor keletkező legszélső (külső) felület között van;

d) a töréskor keletkező felület, amely ridegtörétre emlékeztet, csillogóan kristályos jellegű, külső rész.

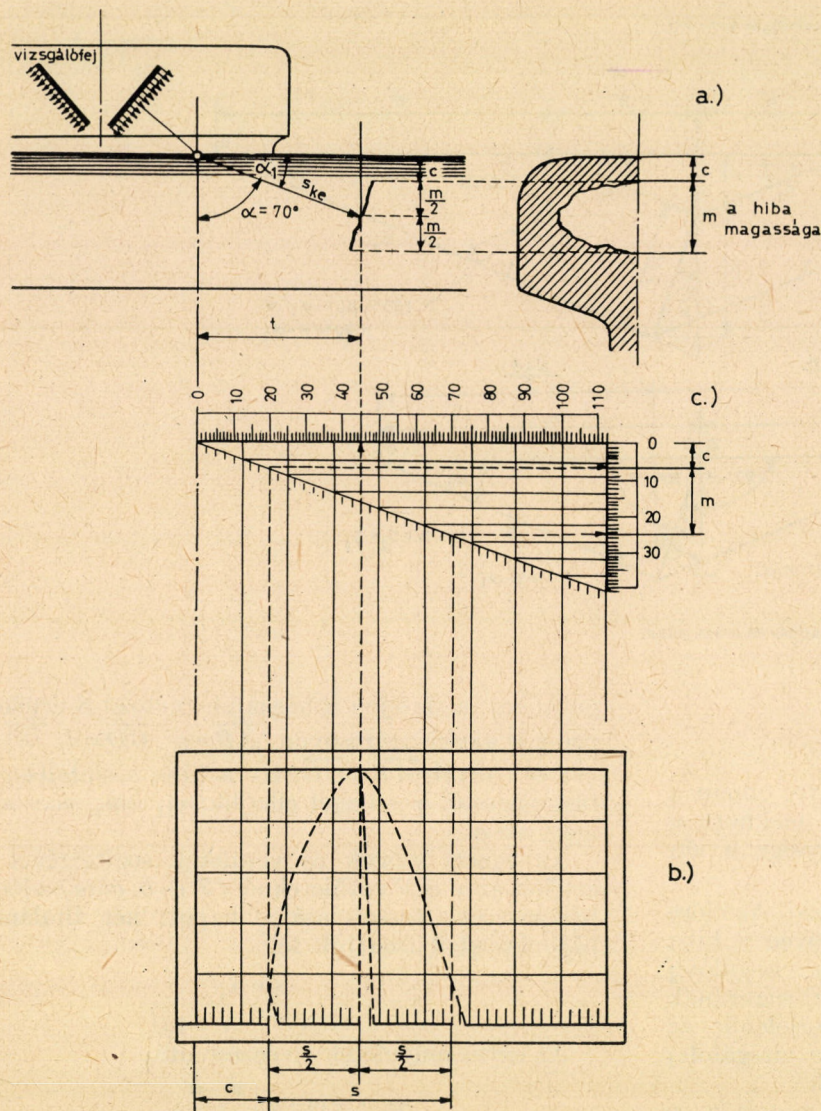
Az első két hibafelület és a harmadik éles bemetszés annyira legyengítheti a sín keresztmetszetét, hogy a negyedik, végső törési felület egyszerre, hirtelen törés következtében keletkezik.

A fáradási mező sima felületén kiemelkedő határvonalak észlelhetők, amelyek rétegvonalszerű elhelyezkedésűek, szabályszerűen rendeződnek és évgyűrűkre emlékeztetnek. Elrendezésük szemlélteti a repedés továbbhaladását. Ezek a jelek a kifáradási, terhelési határjelek. A határjeleket a terhelések, illetve üzemszünetek okozzák. A sínfejen a hiba a feszültségeloszlást megváltoztatja (gátláshatás), feszültségtorlódást okoz.

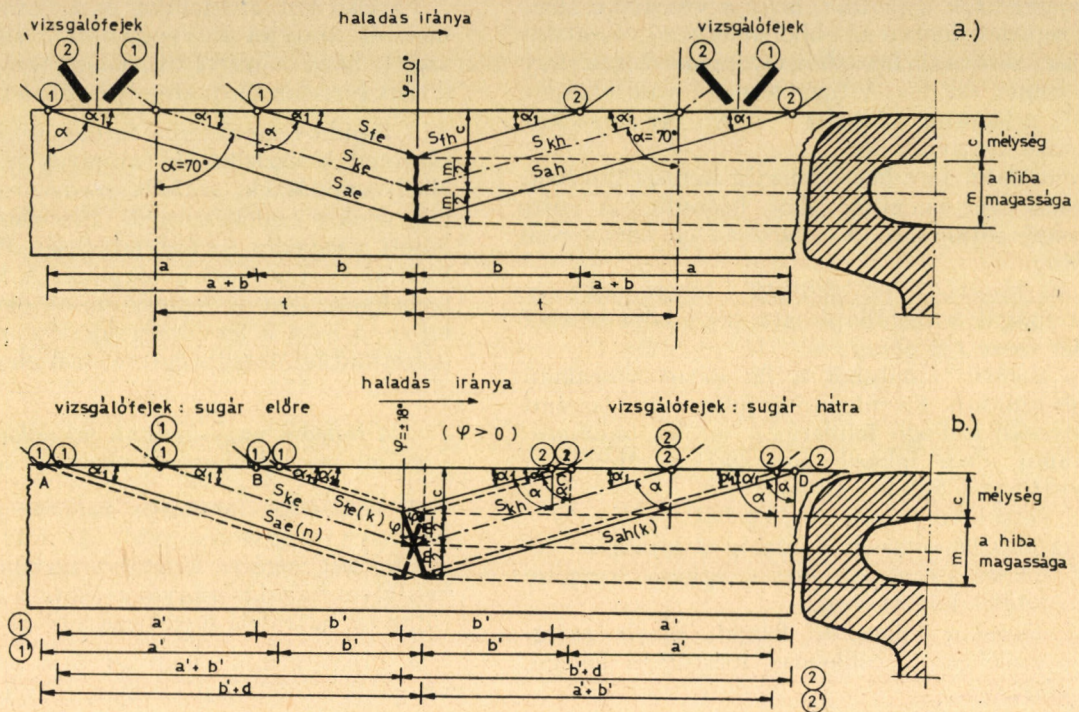
A repedés nagyságának megállapítása és számítása ultrahangos vizsgálat segítségével

A vesealakú fáradásos repedés magassága és nagysága meghatározható. Az ultrahangos vizsgálófej két sugárzó kristályt tartalmaz. Az egyik kristály a haladás irányával előre, a másik a hibán túljutva, hátrafelé sugározza a hibát (4. ábra).

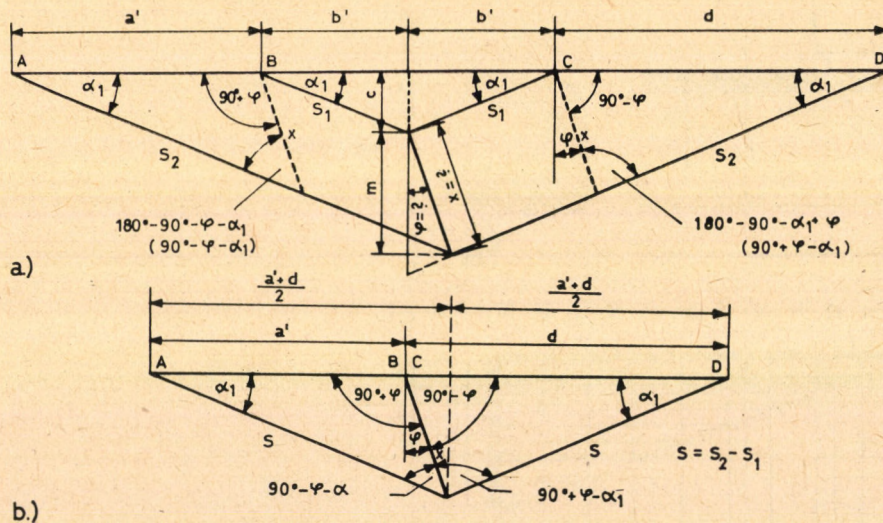
A hibát érintő sugár S útja az ultrahangos vizsgálokészülék katódsugár csövén leolvasható.



4. ábra. A vesealakú repedés magasságának meghatározása



5. ábra. A vesealakú repedések ultrahangos keresése



6. ábra. A vesealakú repedés elhajlása és magassága

A hiba magassága:

$$m = S \cdot \sin 20^\circ$$

Az S távolságot nomogramra vetítve, onnan a sínfej magasságára megkapjuk, hogy mekkora a hiba m magassága, valamint c mélysége a sín futófelületétől mérve (4a ábra).

A hiba hajlását is meg tudjuk határozni. Az előre sugárzásnál, amikor a katódsugár csövén a hiba jelentkezik, a sínfejen megjelöljük a vizsgálófej A helyét, tovább haladva a vizsgálófej sugárának észlelésével, a katódsugárcsővön megjelenik az S sugártávolság és ekkor a sínfejen a vizsgálófej B pontba került, amelyet megjelölünk.

A hiba ellentétes oldalán így kapjuk a C és D

pontokat, a sínfejen a hozzájuk tartozó S értéket pedig a katódsugárcsővön. $\overline{AB} = a'$, $\overline{CD} = d$, $\overline{BC} = 2b'$. Mivel $\overline{AB} \cong \overline{CD}$, így a hiba a sínfejen a függőlegestől φ szöggel elhajlik, $m_1 \cong m_2$, $m_2 > m_1$, mert $d > a'$.

Az ismert szögek és vetületek segítségével x értékét az a' és d vetületeknél (5. és 6. ábra) adódó háromszögek összetolásával kapott két általános háromszögből írhatjuk fel:

$$x = a' \frac{\sin \alpha_1}{\sin (90^\circ - \varphi - \alpha_1)}$$

Az egyes műveletek elvégzése után

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{ctg} \alpha_1 \frac{d - a'}{d + a'}$$

A φ ismeretében számítani lehet az x magasságú hiba értékét, amely a levezetés után:

$$x = a' \frac{\sqrt{\sin^2 \alpha_1 + \cos^2 \alpha_1 \left(\frac{d-a'}{d+a'} \right)^2}}{\cos \alpha_1 \cdot \left(1 - \frac{d-a'}{d+a'} \right)}$$

A számítás egyszerűsítésével:

$$\cos \varphi = \frac{m}{x}$$

ahol φ a hiba elhajlási szöge a függőlegestől,

m a hiba vetületi magassága,

x a hiba tényleges magassága.

A hiba magassága a vetületi távolságok ismeretében szög nélkül:

$$m = \frac{a' + d}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_1$$

A számításokkal táblázatok készíthetünk vagy nomogramokat szerkeszthetünk a gyakorlati munka végrehajtásához és a sín vesealakú fáradásos repedésének minősítéséhez.

A vesealakú fáradásos repedés kifejlődése és számítása az egytonna terhelés függvényében

A vasúti pályából a vesealakú repedéses sín-darabokat kivágtuk és laboratóriumban tovább fárasztottuk. A fárasztás során a sín-darabokat 0,8 m-es, a fárasztógépen beállítható legnagyobb alátámasztási közön fejjel lefelé terheltük, a természetes üzem közben a sínben fellépő feszültségi értékek megfelelően. A fárasztás leállítása és újraindítása között ultrahangos vizsgálattal ismétellen ellenőriztük a hibát és megállapítottuk a fejlődés mértékét, majd a kapott adatokat regisztráltuk.

A fejjel lefelé való fárasztást azért választottuk, mert így a belső hibának töréssé való kifejlődése gyorsabb és a vizsgálat eredménye a forgalom biztonságát növeli. A terhelés körülményei és a fárasztási értékek lehetőséget adnak a hibás sín-rész élettartamának biztonságos meghatározására.

$$\sum_i \left[(a_0 x_i e^{b_0 x_i} b_1 + e^{b_0 x_i} a_1 + x_i e^{b_0 x_i} a_1 b_1 + \frac{1}{2} a_0 x_i^2 e^{b_0 x_i} b_1^2 + \frac{1}{2} x_i^2 e^{b_0 x_i} a_1 b_1^2 - a_1) - z_i \right]^2$$

Ahhoz, hogy minimumot kapjunk, a kifejezés a_1 és b_1 szerinti parciális differenciálhányadosának 0-nak kell lennie:

$$\frac{\partial}{\partial a_1} \sum_i (a_0 x_i e^{b_0 x_i} b_1 + e^{b_0 x_i} a_1 + \dots - z_i)^2 = 0$$

$$\sum_i (e^{2b_0 x_i} - 2e^{b_0 x_i} + 1) a_1 + \sum_i (a_0 x_i e^{2b_0 x_i} - x_i z_i e^{b_0 x_i} - a_0 x_i e^{b_0 x_i}) b_1 = \sum_i (z_i e^{b_0 x_i} - z_i)$$

és

$$\sum_i (a_0 x_i e^{2b_0 x_i} - a_0 x_i e^{b_0 x_i} - x_i z_i e^{b_0 x_i}) a_1 + \sum_i (a_0^2 x_i^2 e^{2b_0 x_i} - a_0 x_i z_i e^{b_0 x_i}) b_1 = \sum_i a_0 x_i z_i e^{b_0 x_i}$$

A fárasztással kapott terhelési és területfejlődési adatokat felrakva, a legveszélyesebb kifejlődési pontokat vettük a számítás alapjául. A területmeghatározást planimetrállással végeztük el fényképfelvételről, a törés után.

Ahhoz, hogy a kifejlődést egyszerűbb formában tudjuk kezelni, meghatároztuk a *felrakott görbe egyenletét* a hiba területnövekedése és az átgördült egytonna függvényében. A formula alakját linearizáló eljárás segítségével választottuk ki.

Feltételeztük, hogy x és y között

$$y = a e^{bx} + c$$

függvénykapcsolat áll fenn. Ha $X = x$ és $Y = \log(y - c)$ új változókat vezetjük be, akkor ezek között a következő lineáris összefüggést kapjuk:

$$\log(y - c) = \log a + b X \log e$$

Ha az $y = a e^{bx} + c$ függvénykapcsolat fennáll, akkor kiszámítva $X(x)$ és $Y(y)$ értékeket, az összefüggés lineáris. A függvény paramétereit a legkisebb négyzetek módszerével határoztuk meg, de először közelítő értékeket számoltunk. A paraméterek közelítő értékét 6 pont segítségével számítottuk ki, amelynek alapján

$$\begin{aligned} a_0 &= 13 \\ b_0 &= 0,05 \\ c_0 &= -a_0 = -13 \end{aligned}$$

Felírva a paramétereket:

$$\begin{aligned} a &= a_0 + a_1 \\ b &= b_0 + b_1 \\ c &= -a \end{aligned}$$

Az előzőek alapján a függvény:

$$\begin{aligned} y &= (a_0 + a_1) e^{(b_0 + b_1)x} - (a_0 + a_1) = \\ &= a_0 e^{b_0 x} e^{b_1 x} + a_1 e^{b_0 x} e^{b_1 x} - a_0 - a_1 \end{aligned}$$

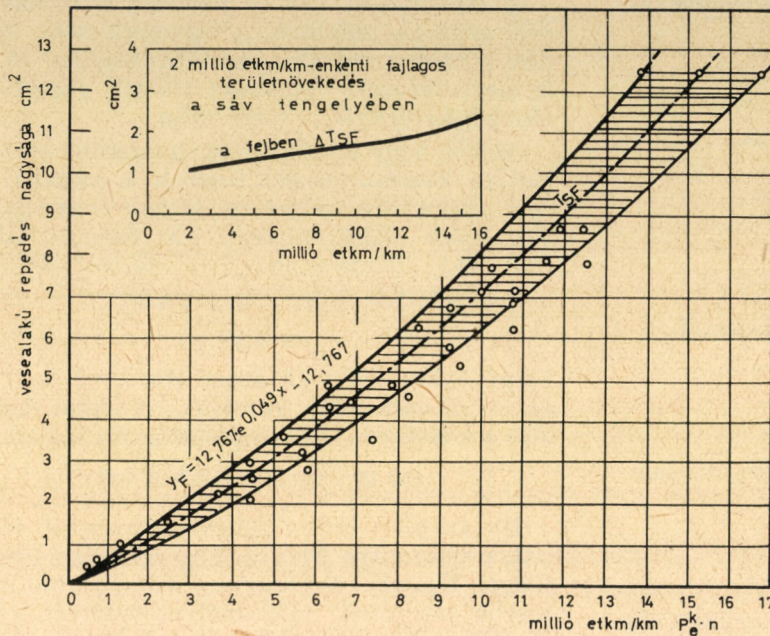
$e^{b_1 x}$ hatványsorba fejtvé és $z = y - a_0 e^{b_0 x} + a_0$ jelölést bevezetve olyan összefüggést kapunk, amely a mérési adatokat tekintve ($x_i, y_i \rightarrow z_i$) a_1, b_1 ismeretleneket tartalmazza.

Az egyenletrendszer megoldása körülményes, ezért célszerű olyan megoldást keresni, amely esetben az egyenlet négyzetösszege minimumot ad.

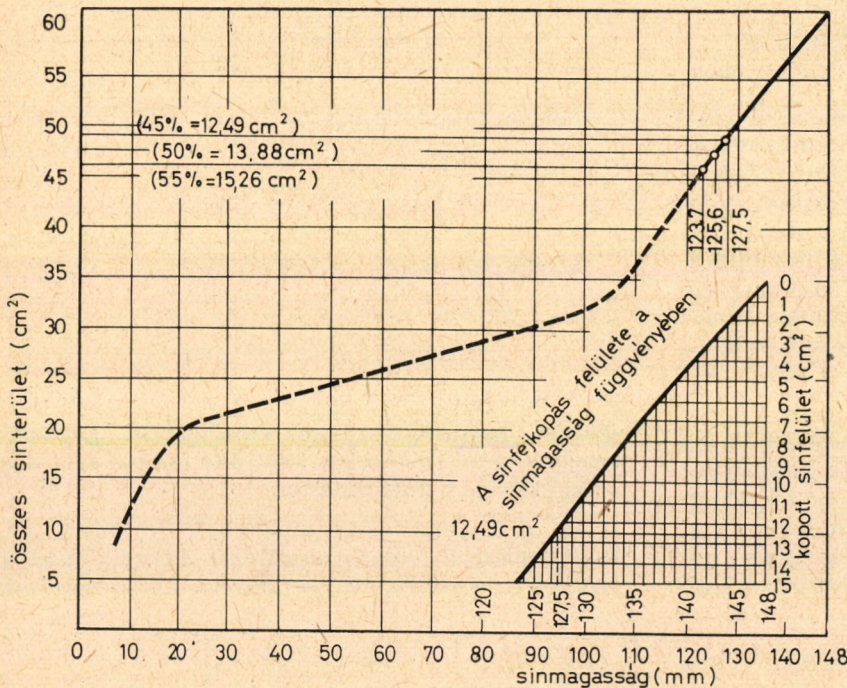
és

$$\frac{\partial}{\partial b_1} \sum_i (a_0 x_i e^{b_0 x_i} b_1 + e^{b_0 x_i} a_1 + \dots - z_i)^2 = 0$$

A differenciálás elvégzése után, mivel a_1 és b_1 nagyon kis számok, csak a lineáris tagokat megtartva, egyszerűsítés és összevonás után:



7. ábra. A hiba felületi növekedése a fejben



8. ábra. A sinterület a sínmagasság függvényében, 48,3 kp/m súlyú sínél

Az egyenletrendszer megoldva kapjuk:

$$a_1 = -0,233265$$

$$b_1 = -0,000637$$

Igy

$$a = a_0 + a_1 = 13 - 0,233265 = 12,766735$$

$$b = b_0 + b_1 = 0,05 - 0,000637 = 0,049363$$

tehát a közelítő függvény (7. ábra):

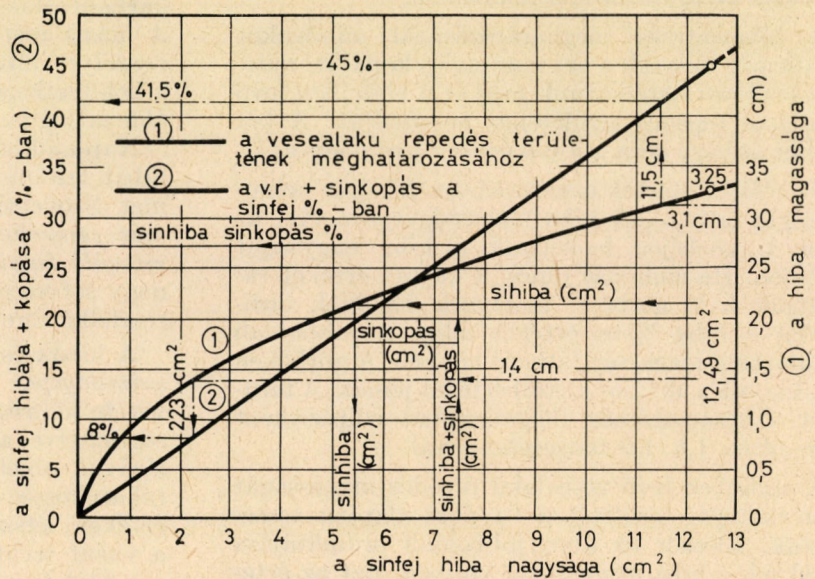
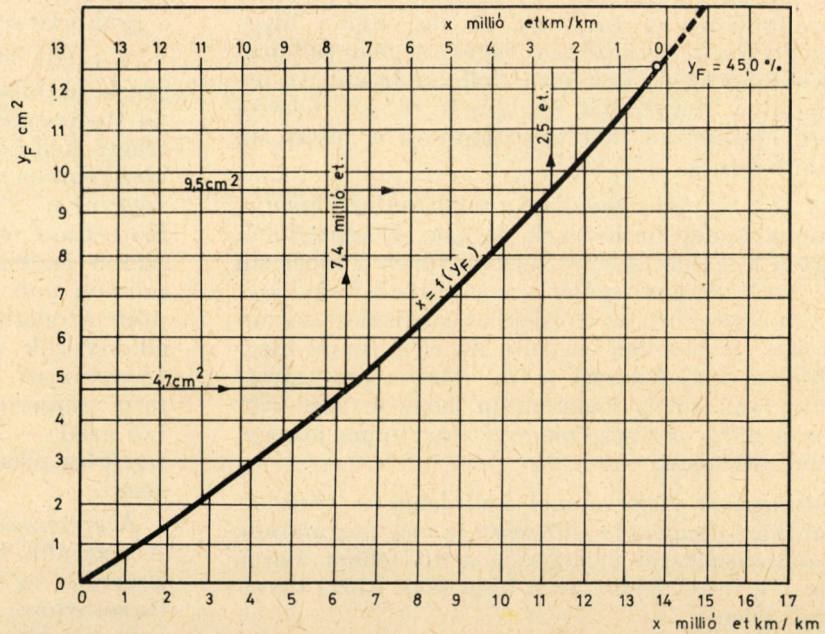
$$y_F = 12,7667 \cdot e^{0,0494 \cdot x} - 12,7667$$

A sínfej hasznos területén a megengedett hiba

nagyságát (küszöbérték) a vasutak %-ban adják meg. A francia vasutak vizsgálata szerint a sínfej 55%-a lehet hibás, amely 95%-os biztonsággal jár. A Német Szövetségi Köztársaságban 50%-os hibát engednek meg.

A Magyar Államvasutak vonalain végzett vizsgálataink azt igazolják, hogy a sínhiba a fejben alsó vagy felső elhelyezkedésű lehet. A felső elhelyezkedésű hiba a sín keresztmetszeti modulusát nagy mértékben csökkenti. A 45%-nál nagyobb hibájú sín már nem maradhat a vágányban. Egységesen küszöbhatárként ezt fogadjuk el.

9. ábra. A vesealakú hiba kifejlődése



10. ábra. A hiba nagysága és %-os értéke a fejnél

A sín magasságát le mérve, a 8. ábra segítségével leolvasható a már lekopott felület nagysága cm^2 -ben.

A vesealakú repedés magassága ultrahangos vizsgálattal meghatározható, vagy az így kapott segéd-adatokra támaszkodva kiszámítható.

A sínfejben levő repedés nagyságát három kategóriában kezeljük:

I. kategória: a hiba nagyobb, mint a sínfej területének 45%-a vagy kisebb ugyan, de halmozódik. A hibák halmozódásáról akkor beszélünk, ha távolságuk, az alátámasztásokat figyelembe véve három vagy öt aljnál kisebb.

Páratlan számú aljat azért veszünk, mert a rezgési hullámok terjedése így lesz nulla a támaszok felett és páratlan aljak száma egy teljes hullámot

jelent. A jól karbantartott hézag nélküli felépítménynél, ahol az aljak távolsága 60, 65 cm, ez az érték három alj esetén 180, 195 cm. Rosszul fenntartott pályán célszerű öt alj-távolsággal számolni. A 77 cm-es aljtávolságnál a hosszak nagyobbak lesznek, de ez a megoldás biztonságosabb, mint a korábban egységesen megállapított 2,0 m volt. A halmozott hibát tartalmazó sínt azonnal ki kell cserélni. Hasonló módon kell eljárni, ha a hiba nagysága elérte a sínfej területének 45%-át.

II. kategória: a hiba a sínfej területének 20—45%-a között van. Ez esetben óvatosan kell eljárni és meg kell határozni a havonként átgördülő elegytonnát és ennek hibanövelő hatását. Amennyiben a hiba a következő roncsolásmentes vizsgálatig nem éri el a 45%-ot, a hibás sín a pályá-

ban marad a következő sínvizsgálat idejéig. Ha a hiba fejlődése olyan, hogy az elegytonna függvényében a következő sínvizsgálatig már túllépne a küszöbértéket, úgy meg kell határozni az átengedhető elegytonna nagyságát és azt fekvési időre átszámítva kell megállapítani a hibás sín kicserélésének időpontját.

A III. kategória esetében a talált sínhiba kisebb, mint a sínfej területének 20%-a. Elképzelhető, hogy a forgalmi terhelés függvényében a hibás sín a következő sínvizsgálatig a pályában hagyható. A határesetekben az előzőekben megismert számításokat itt is el kell végezni. Az elegytonna meghatározására alkalmas a 9. ábrán bemutatott nomogram, amely megmondja, hogy a talált sínhiba a 45% eléréséig mennyi elegytonna átengedésére alkalmas.

Mindenkor figyelemmel kell lenni a töréskor jelentkező *dtpattanási mélységre* (a még megmaradó ép keresztmetszet vastagsága a futófelület alatt), amely a külső felület és a hiba széle közti távolságot jelenti.

Ha az ultrahangos vizsgálat a külső felülettől 2 mm mélyen észleli a hibát, a sín áthevedezéséről vagy kivágásáról kell inztékedni.

A hibamagasság meghatározásánál mindenkor figyelembe vesszük a sín magassági kopását, amelyet cm^2 -ben határoztunk meg és a sínfejben levő fáradásos repedés területéhez hozzáadjuk. A két terület összege adja a kieső érték %-os nagyságát.

Az előző területek összevonása a 10. ábra nomogramján látható. A hiba magasságát ismerve, az ábra 1: görbén leolvassuk a hiba nagyságát cm^2 -ben. Ha sínkopás nincs, a kapott értéket rávetítjük a 2. görbére, amelynek baloldali ordinátája a hiba %-os értékét adja. A jobboldali ordinátán a magasság látható cm -ben. A görbéken a nullkörök a 45%-os küszöbértéket jelölik. A területet a hibamagasság függvényében ellipszisként számoltuk, 1,5:1,0 tengelyarányal.

A sínfejben levő vesealakú repedés magasságát és a sínkopás területét a 10. ábra alapján összegezzük. Először az ábra jobboldali ordinátájára felrakjuk a hiba magasságát cm -ben. Ezt az értéket az 1. görbére vetítve, a metszéspontot az abszcisszára irányítva megkapjuk a hiba területét cm^2 -ben. Ehhez hozzáadva a sínkopás területét az abszcisszán, majd az értékeket a 2. görbére vetítve, ennek metszéspontját a baloldali ordinátára irányítva megkapjuk a vizsgált sín csökkentett keresztmetszeti területét a sínfej %-ában. Az ábra példát mutat be a hiba és sínkopás összegezésére.

A sínhibák minősítése

Ahhoz, hogy a *sínvizsgálók* a reájuk bízott nagyon fontos feladatot maradéktalanul el tudják végezni, a vizsgálati eljárás alapos ismerete szükséges.

Ezt a célt szolgálja a téli oktatás, amely lehetővé teszi az ismeretek elsajátítását. Az oktatásnak és a vizsgának célratorően a gyakorlati tevékenységre kell irányulnia, amellett, hogy az elmélet

megismerése sem maradhat el. Az elméleti oktatás a gyakorlat során szükséges mértékű legyen.

A talált hibák minősítéséhez *etalonok* szükségesek, a hiba és a katódsugárcsővön megjelenő jel függvényében. A sínvizsgálók teljes részletességgel kell hogy ismerjék az egyes, a törést előidéző sínhibák jeleit, amelyekkel a *minősítést* el kell végezniük. Ismert hibával ellátott etalont kell biztosítani minden sínvizsgáló részlegnek a műszeren észlelt jelekkel együtt, amely ellenőrzést minden nap munkába indulás előtt és befejezés után azonosítani kell. Az azonosítást naponként elkönyvelik és az esetleges eltérést jelentik az *Ultrahangos Vizsgáló Központnak*. Eltérést mutató műszerrel — ha az eltérés belső instabilitásból ered — további vizsgálatot csak a készülék részletes ellenőrzése és kijavítása után lehet végezni.

A *sínvizsgálók ellenőrzése* nagyon fontos kérdés. A vizsgálók képességei nem azonosak. Az alapok ismerete, az észlelt jelek azonosítása és a döntés összetartozó fogalmak. Amennyiben a vizsgáló nem áll hivatása magaslatán, a különben is fárasztó munka során hajlamos lesz arra, hogy kisebb hibákat veszélyesnek ítéljen meg. Ez esetben a karbantartási munka költségeit fölöslegesen növeli. A másik eset sokkal veszélyesebb, amikor t. i. a veszélyes hibát kedvezőnek minősíti. Ez esetben a bekövetkezett baleset súlyos anyagi és személyáldozattal járhat.

Napjainkban az ultrahangos vizsgálat a sínhibák feltárására a legalkalmasabb módszer. A Német Szövetségi Köztársaság és Anglia vasútjai már rendelkeznek *nagysebességű ultrahangos sínvizsgáló kocsi*val. Arra kell törekednünk, hogy a nagy sebességgel vizsgáló kocsi nálunk is mielőbb rendelkezésre álljon.

A hibák és jelek ismeretében meg kell oldani a *számítógépes értékelést*. Az egész sínszál filmfelvétele költséges. A hibás helyeket a programozás segítségével az emberi, szubjektív hibák kikapcsolásával objektíven kell minősíteni. A módszer takarékossgát jelent a fényérzékeny szalaggal, az értékelő létszámmal. Ezt a nagyon fontos kérdést a vasút technikai fejlődésének időszakában nagy gondnal és megfontossággal, kiemelten kell kezelni.

Összefoglalás

A tanulmány a sínfej vesealakú fáradásos repedésének okával, kialakulásával, majd kifejlődésével és a szükséges gyakorlati intézkedések megtételével foglalkozik. Alapvető céljának tekinti a fáradásos repedés kifejlődése és az átfutott elegytonna közötti függvénykapcsolat leírását.

A vizsgálat során foglalkoztunk a legyártott sínek peyhességével, megállapítva, hogy a repedések keletkezéséhez több alternatív folyamat is hozzájárulhat, így a meglévő mikrozárványok, diszlokációk oszcilláló mozgása, a sínfejben eredő nagyobb feszültség stb. A kiinduló góccok elhelyezkedését sok töret vizsgálatával és mérésekkel határoztuk meg. Számításokat végeztünk a repedés magasságának és a függőlegestől való elhajlás

szögének meghatározására. Fárasztással elemeztük a meglevő fáradásos repedés kifejlődését a terhelés függvényében, meghatározva ennek matematikai egyenletét is.

A hasznos sínkeresztmetszeti terület meghatározásánál figyelembe vesszük a sínkopás mértékét is, ezzel növelve a fáradásos repedés területét.

A megengedett küszöbértékeket elemezve előírásokat javasolunk és nomogramok segítségével megadjuk a sínfej hibájának %-os értékét. A kézi vizsgálat mellett sürgetjük a nagy sebességgel vizsgáló ultrahangos sínvizsgáló kocsi mielőbbi létrehozását. A korszerű vasúti üzem számára az ultrahangos sínvizsgálat a legkedvezőbb módszer, amelyet az emberi szubjektivitás kikapcsolásával, számítógépekkel kiegészítve kell végezni.

IRODALOM

- Füle Endre:* Sínhibák és sántörések a vasútüzemben, Síngyártási Ankét, Miskolc, 1968. VI. 26.
Dr. Gillemot László: Anyagszerkezetten és anyagvizsgálat, Bp. 1967. Tankönyvkiadó.
Dr. Kecskés Sándor: A sín oldalkopása, Vasút, 1970. évi 11. sz.
Dr. Kecskés Sándor: A vasúti sín és kerék fejlődése, Vasút, 1971. évi 12. sz.

- Dr. Kecskés Sándor:* A vasúti pálya teherbírását befolyásoló vesealakú fáradásos repedés vizsgálata a sínfejben, Sínek Világa, 1971. évi 4. sz.
Dr. Kecskés Sándor: A vesealakú sínhibák kifejlődésének vizsgálata a forgalmi terhelés függvényében és az ezzel kapcsolatos biztonsági intézkedések, KTE konferencia, Bp. 1971. október 19—21.
Dr. Kecskés Sándor: Untersuchung der nierenförmigen Ermüdungsrisse im Schienenkopf, Deutsche Eisenbahntechnik, 1972. évi 8. sz.
Kittel, Ch.: Bevezetés a szilárd test fizikába, Bp. 1966. Műszaki Könyvkiadó.
Dr. Korányi Imre: Acélszerkezetek, Bp. 1960. Tankönyvkiadó.
Krautkrämer, J.: Fehlergrössenermittlung mit Ultraschall, Archiv für das Eisenhüttenwesen, 1959. évi 11. sz.
Dr. Palotás László: Építőanyagok I. rész, Bp. 1971. Tankönyvkiadó.
Reiner, M.: Building Materials their Elasticity and Inelasticity, Amsterdam, 1954.
Schey János: A fémek képlékeny alakváltozásának atomos elmélete, Bp. 1954. MTI Felsőoktatási Jegyzetellátó Váll.
Dr. Sziklavári János: A sínacél minőségi kérdései, Síngyártási Ankét, Miskolc, 1968. VI. 26.
Van Buren, H. G.: Defekti v kristallah, Izdatyelsztvo Inosztrannoj Lityeraturi, Moszkva, 1962.

(Folytatás a 257. oldalról)

- Május 7. A Vasútépítési és Pályafenntartási Szakosztály rendezésében előadás: A vasúti ágyazat felújítása és a javítóréteg gépesített beépítése.
 Előadó: *Dipl. Ing. EGON SCHUBERT* (ÖBB, Bécs)
 Május 8—9. A Vasútüzemi Szakosztály és a Szombathelyi Területi Szervezet rendezésében ankét: „A VASÚT AUTOMATIZÁLÁSA ÉS KORSZERŰSÍTÉSE” címmel.
 Május 8. Megnyitó: *SZABÓ BÉLA*, a MÁV Szombathelyi Igazgatóság vezetője, A KTE Szombathelyi Területi Szervezet elnöke.
 Előadás: A vasútüzem korszerűsítésének közeli és távlati feladatai és lehetőségei a MÁV-nál.
 Előadó: *URBÁN SÁNDOR*, KPM Vasúti Főo. 9. Szako. vezetője.
 Előadás: A rendezőpályaudvari munkák koncentrációja a lengyel vasutaknál.
 Előadó: *DR. MÉSZÁROS PÁL* tud. főmunkatárs, VTKI.
 Előadás: A műszaki fejlesztés hatása a forgalom lebonyolítására.
 Előadó: *ARANYOSI JÓZSEF* (KPM VF. 8. Szako. h. vezetője).
 Előadás: Korszerű technika és üzemszervezési módszerek alkalmazása a kereskedelmi szolgálat fejlesztésében.
 Előadó: *JUHÁSZ MIKLÓS*, KPM VF. 11. Szako. vezetője.
 Május 9. Előadás: A dieselítés eredményei és tapasztalatai a Lengyel Vasutaknál.
 Előadó: *Ing. SKONIECKI JANUS* Vasútig. Lengyelország.
 Előadás: A vontatás korszerűsítésének üzemgazdasági és üzemszervezési problémái.
 Előadó: *BARS JÁNOS*, KPM VF. 7. szako. v. h.
 Előadás: A vasúti járműipar korszerűsítésének hatása, követelményei a járműfenntartásban.
 Előadó: *PAPP GYULA*, KPM VF. 10. szako.
 Előadás: A számítógépes rendszer elterjesztésének problémái.
 Előadó: *FEKETE ANDRÁS*, a MÁV Vasúti Főo. Kib. Oszt. vez.
 Zárszó: *LINDNER JÓZSEF* MÁV vezérig. h.
 Május 9. A Talajmechanikai Szakosztály rendezésében munkahelyi bemutató és helyszíni ismertetés: Vízszintes csőátsajtolás a ferencvárosi pályaudvar alatt. Bevezető tervismertetést tartott: *BÓDIS FERENC* (MÁVTI)

- A munkahelyet bemutatta: *KÉRY TIBOR* (KÉV)
 Május 9. A Postai és Távközlési Tagozat Postai Oktatási Albizottsága rendezésében előadás: Az MSZMP KB 1972. júniusi határozatai érvényesítése a postai szakképzésben.
 Előadó: *PETÁK LAJOS* (PVIg)
 Május 9. A KPM Vasúti Főosztály 10. Szakosztálya, a KTE Járműjavító Szakosztály Anyagmozgatási Állandó Bizottság és a Landler Jenő MÁV Járműjavító Üzem KTE Üzemi Szakcsoportja közös rendezésében előadás és bemutató: Az üzemi belső anyagmozgatás és szállítás korszerűsítése; a fejlesztés iránya, lehetőségei.
 Előadó: *BOR ISTVÁN* (Landler J. MÁV Járműjav. Ü.)
 Felkért hozzászólók: *DR. FARAGÓ FERENC* (KPM 10. Szako.), *MOCSÁRI MIHÁLY* (Miskolci MÁV Járműjav. Ü.)
 Május 10. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztálya rendezésében előadás: A postai URH hálózat és tarifális kérdései. A postai üzletszabályzat módosítása.
 Előadók: *DR. TURI KOVÁTS ATTILA* (PVIg), *BUDAI LÁSZLÓ* (PVIg)
 Május 11. A Magyar Jogász Szövetség és a KTE Városi Közlekedésjogi Szakosztálya rendezésében előadás: Az alkoholizmus hatása a közúti közlekedés biztonságára.
 Előadó: *DR. VINCZE GYŐZŐ* (BM Közl. Csop. Főn.)
 Május 15. A Közlekedési Anyagmozgatási Állandó Bizottság rendezésében előadás: A rakodások gépesítése és a vasúti kocsik szerkezeti kialakítása közötti összefüggések.
 Előadó: *ELTETŐ ZOLTÁN* (KPM. V. F.)
 Május 15. A Vasútüzemi Szakosztály rendezésében előadás: A rendezőpályaudvarok korszerűsítése.
 Előadó: *FÜLÖP FERENC* (KPM V. F.)
 Május 15. Az Organizációs, Technológiai és Építés-gépesítési Szakosztály rendezésében tanulmányi kirándulás: Üzemlátogatás a Közlekedési Építési Szervező és Adatfeldolgozó Egyesülés elektronikus számítógéppontjába.
 A kirándulást vezette: *DR. TAVASZI FERENC* (KÜSZI)
 Május 16. A Vasúti Távközlő és Biztosítóberendezési Szakosztály és a VTKI közös rendezésében előadás: Atrakóköri technológiai folyamatok matematikai modellezési lehetőségei.

(Folytatás a B/3. oldalon)

NEMZETKÖZI SZEMLE

A nagyobb vasúti sebesség és a felépítmény — az Osztrák Közlekedéstudományi Társaság ankétja —

Dr. U NY I B É L A

Ez év február 20—22. közt tartotta az Osztrák Közlekedéstudományi Társaság második ankétját a nagyobb vasúti sebességek és a vasúti felépítmény tárgyában. A Bécsben megtartott ankét igen nagy érdeklődés mellett folyt le; 16 országból 113 külföldi résztvevő mellett az osztrák közlekedéstudomány csaknem valamennyi nevesebb képviselőjének jelenlétében. A megnyitót *dr. Ing. Ludwig Weiss* ny. közlekedésügyi miniszter tartotta. Bevezetőjében hangoztatta, hogy az osztrák közlekedési szakemberek következetes munkát folytatnak a vasúti közlekedés korszerűsítése és ezen belül a vasúti közlekedés sebességének emelése érdekében. Érdekes példával illusztrálta az elért eredményeket. A *Bécs—Salzburg* közti, mintegy 320 km-es távolságot

- 1835-ben a közúti gyorsposta 38 óra alatt,
- 1875-ben a Courirzug 7 óra 27 perc alatt,
- 1906-ben az Orient-Express 5 óra 30 perc alatt,
- 1925-ben a 139. sz. Luxuszug 4 óra 55 perc alatt,
- 1930-ban a 121. sz. D-Zug 4 óra 20 perc alatt,
- 1950-ben az Arlberg-Express 4 óra 6 perc alatt és

— 1970-ben a Transalpin 3 óra 5 perc alatt tette meg. Hasonló módon igen nagy mértékben emelkedett a tehervonatok sebessége is. 1875-ben 35 km/h, 1875-ben 50 km/h, 1920-ban 60 km/h és 1970-ben már 100 km/h sebességgel is közlekednek Ausztriában tehervonatok. Hangoztatta a Társaság munkájának szerepét az elért fejlődésben.

Az első előadást a Róma—Firenze közt épülő új vasútvonal alépítményéről *dr. Ing. Damiano Orlandi* tartotta.

Előadásának bevezetőjében megállapította, hogy a *vasúti alépítményre* ható igénybevételek a közlekedés állandó növekedése, a tengelyterhelések emelkedése és a sebesség növelése következtében megnöttek és ez a pályafenntartás részéről új eljárásokat tesz szükségessé. Ezen felül a nagyobb sebesség a vágánygeometria vonatkozásában szigorúbb mérettűréseket követel meg. Egyébként mind nehezebb ezeket a követelményeket a rendelkezésre álló rövid idő alatt kielégíteni, mert ez az idő — a vonatok növekvő száma miatt — egyre rövidebb lesz. Éppen ezért stabil alépítmény szükséges, kielégítő teherbíróképességgel, hogy ezáltal a fenntartási munkákat relatíve kis mértékre lehessen csökkenteni. Ez után röviden tárgyalta a különböző megoldási lehetőségeket, amelyeket az egyes vasutak a nagyobb sebességű pályák létesítésénél bevezettek és kipróbáltak, majd az Olasz Államvasutak által választott megoldási lehetőségeket ismertette. Az olasz felfogás szerint a jól

kivitelezett földmunkák alkalmassá teszik a vonalat a legnagyobb sebességekre is. Szükségesnek tartották a Róma—Firenze közti nagysebességre épülő vasútvonal nyomvezetésénél, illetve annak kialakításánál a *legjobb minőségű anyagok felhasználását* és egy kis mértékben kötött, vegyes szemcséjű alagyazatot. Ez a választás több mint öt éven át néhány kísérleti szakaszon folyt, és a próbapadon végrehajtott fárasztási kísérletek eredményein alapult.

Az előadás szemléltetően bemutatta a földmunkák kivitelezésének módozatait, az alagyazás kialakításának részleteit, valamint a végrehajtott kutatásokat és ellenőrzési módozatokat. A kivitelezést nagyrészt gépesítéssel végezték; ez biztosította a költségek viszonylagos csökkenését.

Befejezésként az előadó a régi pályaszakaszok nagyobb sebességgel történő igénybevétele előtt végzendő munkákat ismertette.

A következő előadó *prof. dr. techn. Klugar*, a grázi egyetem tanára volt, aki az előadásában az esetleges terhelés folyamán keletkező *ágyazati igénybevételeket* ismertette. A szokásos vágány a mai követelményeknek már nem felel meg, ezért lépésről lépésre annak átalakítása válik szükségessé.

Sikeres lépés volt ezzel kapcsolatban, a vágány állékonyságának növelése céljából az aljközők tömörítése. Az ezen a téren elért jelentős előnyöket, eredményeket a Német Szövetségi Vasutak kísérletsorozatainak eredményei demonstrálták.

Az Osztrák Szövetségi Vasutak ez idő szerint a vasúti ágyazat szemnagyságának, illetve összetételének megváltoztatásával foglalkozik és ezáltal a vágány káros alakváltozásait a lehetőség szerint kis értéken tartja. Az elgondolások alapjait kísérletekkel és elméleti munkálatokkal teremtették meg. A kísérleteket egy „nyíróedény”-nek nevezett eszközzel hajtották végre. A vizsgálatok eredménye alapján az eddigi 30/60 mm szemnagyságú zúzottkő ágyazatot 15% 15/30 mm átmérőjű zúzottkővel javítva alakítják ki.

Fontos lépésként könyvelte el az előadó a vágány továbbfejlesztése során a Schubert-féle „füles aljak” bevezetését. Az ilyen aljakkal végzett vizsgálatok azt mutatták, hogy az első hajszálrepedések 2×30 Mp terhelés hatására léptek fel. A fárasztóvizsgálatok során 27×10^6 igénybevétel után sem lehetett semmiféle sérülést az aljakon megállapítani. Az ilyen aljakkal kialakított pályán a 2 mm nagyságú eltolást kétszer olyan nagy, a 20 mm nagyságú elmozdulást pedig csak háromszor olyan nagy erővel lehetett megvalósítani, mint a szokásos pályán. A „füles aljak”-kal ki-

alakított íves pályarészekben lényegesen nagyobb sebességgel lehet közlekedni, mint a hagyományos aljakkal létesített hasonló pályaszakaszokon.

Befejezőként még egy lehetőséget említett meg az előadó a pálya továbbfejlesztése szempontjából: a kohézió nélküli ágyazat helyett koherens ágyazat használatát javasolta. Az ebből adódó előnyöket a Mohr-féle feszültségkör bemutatásával igazolta.

Az ankét harmadik előadója *dr. Ing. Werner Simon*, a Svájci Szövetségi Vasutak építési igazgatóhelyettese volt.

Bevezetőként megállapította, hogy a legutóbbi évtizedben a vasúti járművek, illetve vonatok sebessége 120 km/h, kivételesen 140/160 km/h értéket ért el, bár bizonyos vasutak a 200 km/h sebességet is bevezették. Újonnan épített vonalakon (pl. a JNR-nél) menetrendszerűen 200 km/h sebességgel közlekednek a vonatok. A sín-kerék elven alapuló vontatásnál a gazdaságossági határt 300 km/h sebességben határozta meg.

Egy lehetőleg zavartalan menet érdekében a nagyobb sebességeknél nemcsak a pálya megfelelő fekvésbiztonsága, hanem a legújabb menetdinamikai ismeretek alapján levezetett geometriai és építési kitérő-konceptiók is jelentőséget nyernek. A menetsebesség emelkedése a *kitérők* tövágányában — üzemi okokból — magával hozza, illetve megköveteli a kitérőág sebességének emelését is, amelynél a kisiklás elleni biztonságra kell törekedni. Határesetként a tő- és kitérőágban azonos sebesség elérése lehetségesnek látszik.

Az ilyen kitérők fejlesztésével kapcsolatban a jelenleg használatos kitérő-rendszerek sebességének a felemelése — megfelelő változtatásokkal — 200 km/h értékig (a kitérőágban esetleg 160 km/h értékig) biztosítható.

Ezt a sebességhatárt természetesen a további fejlődési lehetőségek, így a közlekedés volumenjének növekedése, a közlekedés módjának változása, a járművek újabb kialakítási módja, a tengelynyomás emelkedése figyelembevételével állapították meg.

Figyelembe kell venni azt is, hogy bizonyos geometriai és szerkezeti elgondolások alkalmazásával újabb kitérő-rendszerek kialakítása is szóba került.

Az ORE D 121 sz. szakértő bizottsága foglalkozott a kitérők menetdinamikai és geometriai vizsgálatával és egyebek között a szűk nyomkarimacsatorna szükségességére, az egységes kerékarima használatára tett javaslatot a menetdinamikai helyzet megjavítása érdekében. A nagyobb sebességű pályákon használatos kitérők szempontjából még a következő elgondolások jelentősek:

— A mozgás irányában futó kerék kis ütközési szöge a csúcshín tényleges vezetőélének érintőjéhez viszonyítva, az íves kitérőkben történő behaladás alkalmával.

— A kiegyenlítetlen oldalgyorsulás értéke — a szokásos $0,8-0,85 \text{ m/s}^2$ helyett — a kitérőágban a megengedhető igénybevételek szempontjából csak $0,4-0,5 \text{ m/s}^2$ értékű lehet. Egy más lehetőség a kitérőág kiképzésére: az átmeneti ív

felhasználása, mint azt az SBB tetőponti klotoiddal kialakított kitérője mutatja, amelynél az átmeneti és a körív kombinációja került alkalmazásra. Egy további javítási lehetőség lehetne: a kitérőág belső sínszálának esetleges lesüllyesztése, amennyiben azt, mint átmeneti ívet vagy átmeneti-körív kombinációt képeznék ki. Építési okokból azonban a gyakorlatban erről mégis le kell mondani. Mértékadónak maradnak a kitérőág geometriai kiképzése számára azok a mérési eredmények, amelyeket a nagy terhelésű pályarészekben végeztek.

— A függőleges és a vízszintes gyorsulásokat — különösen a keresztezési körzetben — messze menően kerülni kell. Az utazási komfort szempontjából különösen zavaró, keresztezéssel szemközti vezetősínt a keresztezés csúcsának megszakítás nélküli kialakításával mellőzni lehet.

A kitérő szerkezeteknek íves pályarészekben tökéletesen be kell illeszkedniük az íves vonalrész vonalvezetésébe. Az e célból szükséges berendezések közül a 200 km/h körüli nagy sebességeknél kerülni kell a komplikált berendezéseket. Az ilyen pályarészekben az íves kitérők számát lehetőség szerint a minimálisra kell csökkenteni.

A jármű és a pálya kölcsönös igénybevételének a nagysága meghatározó jellegű a kitérő alkatrészek méretezésére és igénybevételére. A kísérleti eredmények és tapasztalatok, mindenekelőtt a kitérő befutási körzete részére a váltó elején, a megtámasztó rudazatok és a keresztezés körzetében rendkívül lényeges a végleges kialakítás szempontjából. A terelőkészülékek felhasználóságának a feltételéről rendszerint lemondanak. A jó kitérő szerkezeteknél a növekvő sebességek esetén — a vágányokban végzett mérésekhez hasonlóan — az igénybevételeknek csak egy csekély átlagos emelkedését, mindenesetre nagyobb szórással lehet megállapítani.

A kb. 200 km/h sebességre alkalmas kitérők kialakítási jellemzői gyakorlatilag azonosak az eddigi klasszikus kitérőkével. Ezek a kitérők, a meglévő kitérő-rendszerek kiegészítésével, nagyobb sebességre is alkalmasak. Példaként megemlítette az előadó a köríves kitérő által kialakított nagyobb sebességű kitérőket az SNCF-nél, az FS, DB és a DR hálózatán. Tetőponti klotoid kitérők, azaz a kitérőágban klotoid alkalmazása a svájci vasutaknál kerül bevezetésre. A keresztezéssel szembeni vezetősínek elmaradnak, amennyiben különleges keresztezési szerkezeteket alkalmaznak.

A tő- és a kitérőágban 300 km/h körüli sebességre alkalmas kitérők kialakítási jellemzőit a német vasutak tanulmányozzák. Az eddigi elgondolások eltérnek a klasszikus kitérők kialakításától. A következő irányzatokat lehet felismerni:

— a leágazási körzetben a klasszikus kétcsúcs-sínes elrendezés pótlása:

oldalt eltolható pályasínek,
egyszerű tolósín,
kettős tolósín és

eltolható csúcshín-meghosszabbítások révén;

— a keresztezési körzetben a merev keresztezési csúcs pótlása:

mozgatható keresztezési csúcs vagy blokkcsúcs

mozgatható könyöksínek és mozgatható pályasín átfedések révén.

Az eltérítési és a keresztezési körzet nem szokásos kiképzésénél szerkezeti változás jelentős. Többéves üzemi tapasztalatok csak a mozgatható csúcsbetétekkel kapcsolatban állnak rendelkezésre.

A 250 km/h feletti sebességek esetén a viszonylag magas tengelyterheléseknél — hasonlóan a pálya fejlődési tendenciájához — előreláthatólag az ágyazat-nélküli kitérők jönnek tekintetbe. Ezeknél a rudazattámasztókat rugalmas elemek közbeiktatásával vagy közvetlenül a pályalemezre, vagy jobb fekvés biztosításánál elastomerbe ágyazott tömbökre helyezik el.

A nagyobb sebességű kitérők fenntartásával és gazdaságosságával kapcsolatban az előadó hangsúlyozta, hogy egy elegendő pontos geometriai helyzet ilyen szempontokból különösen fontos. A ma rendelkezésre álló aláverő-, szintező-, irányító- és tömörítőgépekkel a szükséges milliméter pontosságot el lehet érni. Az ágyazat-nélküli kitérőkkel kapcsolatban azonban hiányoznak még a hosszabb üzemi tapasztalatok. A fáradási hibák időbeni felismerése ultrahang segítségével el nem hagyható feltétele az üzembiztonságnak.

Már a ma használatos kitérőknel is a kifogástalan vezetőél-futás megtartására különösen szívós és kopásálló sínacél, továbbá — magától érthetően — a hegesztés-technikai feltételek kielégítése, illetve biztosítása szükséges. A nagyobb sebességű pályákban levő kitérőkkel szerzett tapasztalatok ezeket a tendenciákat megerősítik.

Összefoglalóan az előadó hangsúlyozta, hogy a klasszikus kitérő-rendszerek kiegészítésével a nagyobb sebességre alkalmas kitérők kialakíthatók. Építési vonatkozásban a nagyobb üzemi követelmények a csúcssínek és a keresztezési csúcsbetét körzetében új szerkezeti megoldásokhoz vezethetnek. A kívánt üzemi méretek megtartásához a célszerűen megválasztott acélananyagok hozzájárulnak, illetve azt biztosítják.

Hasonlóan a pálya fejlődéséhez, a nagyon nagy sebességek részére a kitérők fejlődésének előre látható végfázisa az ágyazat és alj nélküli leágazó berendezéseknek betonlemezre történő helyezésével fog bekövetkezni.

Rendkívül nagy érdeklődés kísérte, majd igen érdekes vita követte *Francois Paul Guitaut*, az SNCF vezérigazgatója főmérnökének előadását, amelyet „*Nagyforgalmú pályák kiépítésével és fenntartásával szerzett tapasztalatok*” címen tartott.

Előadása első részében történeti áttekintést adott a francia vasutak nagyobb sebességű pályáriszein ez ideig szerzett tapasztalatokról. Megállapította, hogy amíg csak gőzmozdonyok álltak az SNCF rendelkezésére, addig a legnagyobb sebesség 120, legjobb esetben 125 km/h volt. Csak a villamos mozdonyok és az ún. turbó-vonatok beállítás tette lehetővé a nagy sebességeket. Az eddig végrehajtott sebességi kísérletek azt mutatták, hogy azok a vágányok, illetve pályarészek, amelyeken ma 140 vagy 150 km/h sebességgel közlekednek, nagyobb sebességekre is alkalmasak.

A következőkben a sebességfelemeléssel kapcsolatban az SNCF által folytatott politikáról szólt. A gőzüzemről az elektromos üzemre történő átállásnál sok olyan pályarészt kellett átépíteni, amelyeken ez ideig csak korlátozott sebességgel lehetett járni (állomások, emelkedők). Az újonnan beszerzett vonatszerelvények lehetővé teszik, hogy azokon a vonalokon, ahol a normális gyorsvonatok csak 140 km/h sebességgel közlekedhettek, 150—160 km/h sebességgel járjanak. Mivel a gyorsabb városközi közlekedés megteremtése (pl. „Capitole”) az utasszám jelentős megnövekedését hozta magával, az SNCF politikája a gyors személyszállító vonatok szaporítására irányul. 1966-ban adták ki azokat a direktívákat, amelyek a fővonalakon a sebességfelemelés valamennyi lehetőségének rendszeres értékelésére vonatkoztak. A sikerek, amelyek bekövetkeztek, annak köszönhetőek, hogy azoknak a pályarészeknek száma, amelyek magas átlagsebességgel járhatók, erőteljesen növekszik.

A továbbiakban az előadó a lehetőségek rendszeres kihasználási metodikájának leírását adta, a nagyobb sebességekre való törekvések jegyében. A legnagyobb sebességek megállapítása részére az egyes pályarészekben olyan vágányparaméterek megállapítása vált szükségessé, amelyek a meglévő vagy a még megalkotandó képletekbe behelyezhetőek. Az elektronikus számítóberendezések és grafikus értékelők segítségével a számítási eredmények gyorsan áttekinthetőek és megállapíthatók, hogy mely pályarészekben lehet költséges építések nélkül nagyobb sebességekre átállni. Első kiépítési fokozatként sok ívben a túlemelést megnövelték, mivel ez a munka a pályafenntartás folyamán könnyen végrehajtható volt és különös költséget nem okozott.

Rendkívül érdekesek voltak azok a megállapítások, amelyek a jelenlegi felépítménynek — szokásos minőségében — a nagyobb sebességekre való alkalmasságáról hangoztak el.

A 200 km/h sebességgel végzett kísérletek, sőt az ennél nagyobb sebességgel végrehajtottak is azt mutatták, hogy az egyenes pályarészek jó állapotban maradtak. A 200 km/h sebességnél az ívek sugara minimálisan 1700 m lehet. A gyakorlati kísérletek eredményeit a számítások alátámasztották. Egy vonalrészben a megengedett legnagyobb sebességet két tényező határozza meg: a kiskiklás elleni biztonság és az utazási komfort. A számítások és a kísérletek azt mutatták, hogy ma a nem különleges vonalokon, vegyes forgalom esetén a komfort-feltétel az állékonysági feltétel előtt áll.

A vonalvezetés költséges megváltoztatása nélkül 200 km/h utazási sebességet lehet bevezetni. E sebességek részére mind a mai felépítmény, mind a mai fenntartási módszerek alkalmasak.

Az új vonalak építéséről, a vágányok kiválasztásáról az előadó a következőket közölte. Az SNCF a 200 km/h feletti utazási sebességekre alkalmas vonalak megteremtését elkezdte. A Párizs—Lyon vonalon, amelyen 300 km/h sebességgel fognak járni, a felépítményt folyamatosan összehegesztett sínekkel, betonalkon alakítják ki, és nem

fognak betonlemez felépítményt alkalmazni. Ennek a felépítményi formának a megválasztásánál a következő szempontok érvényesültek:

— a betonaltas vágányok oldalstabilitása kielégítő,

— mivel új építésről van szó, a legkisebb sugarat eleve 4000, kivételes esetben 3200 m értékben állapították meg,

— a felépítményi forma megválasztásánál nemcsak technikai, hanem gazdaságossági szempont is érvényesült,

— a lemez felépítmény létesítési költsége kétszer olyan nagy, mint a szokásos felépítmény költsége,

— a magas beruházás a kisebb fenntartási költségek révén nem amortizálódna,

— egy új vonal építésénél olyan intézkedéseket lehet tenni, hogy a szokásos felépítmény fenntartási költsége is, csökkenthető.

Az új vonalakon a különleges kitérőkön a főirányban 300, a kitérő irányban 160, esetleg 220 km/h sebesség is megengedhető. Ezekben a kitérőkben nincs mozgatható keresztelési csúcs, azonban azok különleges hosszúságúak, és a szokásos kitérő elrendezéssel szemben néhány szerkezeti javítást is tartalmaznak.

Az előadás következő részében a nagy sebességeknek a pályafenntartásra történő hatását vizsgálta az előadó. A szokásos felépítmény mind a 200, mind a 300 km/h sebességre alkalmas. A 300 km/h sebességgel végzett kísérleteket egy TGV 001 turbóvonattal hajtották végre.

Nagyban és egészben a pályafenntartási munkáknak két módja van:

— a vágány cserélése és

— a pályaszint és irány megjavítása.

A szükséges felújítási munkákra időszakokat állapítottak meg, a szintezési és irányító munkákat már rövidebb időpontra kiterjedően programozták.

Egy vonal fenntartási költsége egy adott közlekedési helyzetben egyrészt a felépítmény igénybevételével szembeni ellenállóképességtől, másrészt a megállapított normáktól és tűrésektől függ. A szokásos felépítményt minőség szempontjából olyan módon javították meg, hogy a növekvő forgalom ellenére a fenntartási kiadások évről-évre csökkennek. A sebesség a fenntartási költségeket befolyásolhatja, azonban rá kell mutatni arra, hogy a relatíve lassan járó tehervonatok a pályát jobban igénybe veszik.

A sebesség 200 km/h-ra történő felemelése nem kíván semmiféle többletkiadást a pontosabb vágányfekvés szempontjából, mivel már a 120 km/h sebességű vágányoknál a pontosságra vonatkozó valamennyi lehetőséget kimerítették.

Mivel a pontosságra vonatkozó lehetőségek más ki vannak merítve, a sebesség felemelésénél már tényezőket kellett megjavítani:

— a periodikusan fellépő hibákat idejében fel kell fedni és meg kell szüntetni. Az SNCF ebben az irányban tanulmányokat folytat:

— a vágányfenntartási munkák tartósságát kell javítani. Az SNCF a gépesítésnek az előnyeit hasz-

nálja ki és különösen ügyel arra, hogy valamennyi rész munkát vágányzár alatt végezzék.

A Párizs—Lyon közti új vonalon az időszakos anyagszerelési munkákat vállalkozók fogják végezni, a magassági- és az irányhelyzet fenntartását nehéz szintező, aláverő-gépekkel fogják végezni, amely munkákat mérőszalagokkal programoznak, míg a kisebb létszámú állandó személyzet a mellék-munkákat végzi el. Úgy becsülik, hogy a fenntartási költségek a már meglévő fővonalak hasonló költségei alatt fognak maradni.

Befejezésként az előadó a jelzők, a felsővezetékek és a szintbeni utánjárók problémájával foglalkozott. A jelzőberendezések, a menetbefolyásoló berendezések és a fékezési technika területén nagy fejlődést értek el. Az új vonalakon a jelzési képeket beadják a vezetőkabina. A felsővezeték-tartók és az áramszedők rugózásának megjavítását tervezik, továbbá az áramszedőknek az elválását a felsővezetektől megakadályozzák. Az új vonalakon a műtárgyakat oly magasra építik, hogy az áramszedőknek nem kell alattuk haladva összenyomódnia. Legvégül a szintbeni utánjárók problémája került tárgyalásra. Valamennyi ilyen átjáró megszüntetése igen magas költséget okozna. Az SNCF-nél ezért mind az őrzött, mind a felügyelet nélküli utánjárókat automatikus berendezésekkel látták el, valamint olyan berendezésekkel is, amelyek a közeledő vonal személyzetét figyelmeztetik, ha közúti jármű van az utánjárón.

Újonnan építendő vonalakon szintbeni utánjárót nem létesítenek.

Összefoglalásként az előadó ismételtén leszögezte, hogy alapvető változtatásra a pályával kapcsolatban nincs szükség, ha a vasutak a nagy sebességre kívánják áttérni. A fenntartási költségek és a műszaki problémák különös nehézséget nem támasztanak. Az elmondott példák azt mutatják, hogy a nagyobb sebességek több haszonnal járnak, mint amennyibe kerülnek.

Az ankét következő előadását *Ir. E. J. M. Harmesen*, a Holland Vasutaknál a felépítményi ügyek irányítója tartotta „*A járművek hatásának legújabb mérései a vasúti pályában*” címmel.

A Holland Vasutak 1970-ben a tehervonatok legalacsonyabb sebességét 80 km/h-ra emelték fel. Ez után, az 1970. április 17. és 1971. augusztus 25. közti időszakban hat tehervonati kisiklás történt és valamennyi vagy a vágány átépítése, vagy röviddel annak felújítása után következett be. Minden esetben hézagnélküli vágányban történt a kisiklás, ugyanakkor a magas hőmérséklet miatti vágánykivetődésről szó sem lehetett. A kisiklott vonatok 80–100 km/h sebességgel közlekedtek. A továbbiakban több helyen kisebb vágány-kinyomódásokat figyeltek meg, amelyek azonban nem voltak a kisiklás okai. A nagy vonatsűrűség miatt — legalább négy vonat óránként és vágányonként — a vágány átépítéseket a NS-nél szokásos módon, sebességkorlátozás mellett, mégpedig viszonylag magas, 90 km/h sebesség bevezetésével, mindegy 1000–1200 hosszban végezték. További és hosszabb korlátozások elsősorban a személyvonatok és a menetrend kötöttsége miatt nem voltak lehetségesek.

1970. áprilisáig ilyen módon minden nehézség nélkül újjították fel a vágányokat és nem is vártak nehézségeket, amikor a tehervonatok sebességét fel emelték.

Az említett hat tehervonati kisiklás közül az első három 3 hónapon belül következett be. Ez után a vágány felújításoknál a tehervonatok sebességét 60 km/h-ra korlátozták és a lassan bejárando hely hosszát, valamennyi vonat számára 2500 m-re hosszabbították meg, ami viszont nagy idővesztést és késéseket eredményezett. Az NS ezek után két fontos kérdést állított fel:

— hogyan lehet elejét venni a további tehervonati kisiklásoknak és vágány-kinyomódásoknak,

— miképpen hajtsák végre a vágányátépítéseket anélkül, hogy messzire kiterjedő és hosszú sebességkorlátozásokra lenne szükség.

Ezeknek a kérdéseknek megoldására egy kísérleti programot állítottak fel, amely még most sincs teljesen befejezve, ennek ellenére azonban már értékes eredmények mutatkoznak.

A program a következőket foglalja magában:

— vízszintes irányú erők mérése a csapágyakon 6 különböző teherkocsi típusnál, 60–70–80 és 90 km/h sebességnél. A kísérleti meneteket hézag nélküli és hevederezett vágányokon tartották. Ezeknél két különböző típusú mérőkerékpárt használtak, egyet a DB 2 kopásszelvényvel ellátott kerekekkel és egyet olyan kerékprofilokkal, amelyet az ORE a B 37 sz. jelentésében, mint reprezentatív példát adott meg a kopott kerekek részére;

— egyidejűleg a vágányokban fellépő függőleges és vízszintes erőket is mérték a „E” típusú mozdonyok áthaladása alkalmával, az Utrecht-Arnhem közti vonalrészén beépített 20 mérőberendezés felhasználásával;

— különböző vágánytípusoknál a keretmerek mérésére, közvetlenül a vágányok felújítása után;

— különböző vágánytípusoknál az oldalirányú eltolási ellenállás megállapítása végett mérések végrehajtása a terhelt és a terheletlen ágyazatban, olyan körülmények között, amelyek közvetlenül a vágány felújítása után adódnak.

Mindezekhez hozzá kell venni, hogy az NS-nél az ágyazat legtöbbször gömb alakú kavicsból áll és gyakran az átépítés előtt azt még tisztítják is. Ezért tört kavics és ágyazat hozzáadásával is végeztek kísérleteket, az ágyazat rostálása nélkül, illetve rostálásával. A kísérleteket eddig statikus terhelések mellett végezték. Szándékuk azokat dinamikus terhelések figyelembevételével is végrehajtani, azonban hogy miképpen, azt még nem állapították meg.

A jellegzetes holland pályafenntartási probléma ismertetése és a kérdés megoldása tárgyában végrehajtott mérések, valamint azok eredményei érdeklődést váltottak ki, noha azok még nem alkalmasak végkövetkeztetések levonására.

A bécsi ankét utolsó előadását *dr. Ing. Hans Heinrich Weber*, a Svájci Szövetségi Vasútak vezérigazgatóságának a vontatási szakosztály igazgatóhelyettese tartotta „*Vontatójárművekre vonatkozó szerkezeti rendelkezések a pálya igénybevételének csökkentése érdekében*” címmel.

Az íves pályarészekre és az egyes pályaszakaszokon megengedhető legnagyobb jármű-sebességek megállapítása céljából a Svájci Szövetségi Vasútak 1954. óta rendszeres méréseket végeztek a sín és a kerék érintkezési helyén és egyebütt, hogy a vonó járművek megengedhető maximális sebessége mellett, a nagyszámú ívekkel terhelt pályarészekre azok teljesítőképességét megállapítsa. Mindezeket a lehető legnagyobb biztonság, illetve a megengedhető kerék- és sínkopás figyelembevételével végzik.

Az előadás során — az elméleti alapelvek tisztázása alkalmával — a sínekre ható erők vizsgálatáról a pályatestre jutó erőkről és a keresztirányú súrlódási koefficiensről esett szó. A pálya és a jármű kölcsönhatásának jegyében tartott előadás a következőkben a SBB kerékmérési metodikáját taglalta.

A következőkben az előadó az ívekre jutó kvázistatikus erők csökkentése érdekében tett konstrukatív intézkedéseket részletezte. Ennek során közölte, hogy a nagyteljesítményű mozdonyaik legnagyobb tengelyterhelése 20 Mp, a forgó alvázakban lehetőleg kicsik a tengelytávolságok és a befutási szög csökkentése érdekében sugár irányban beállnak a tengelyek. Igen gyakran alkalmazott eszköz a jármű két forgó-alvázat vezérlő keresztakaplung. A mérések megállapították: az a félelem, hogy annak használata által a dinamikus vezetőerők megnövekednének, alaptalan.

Hasonló részletezéssel tárgyalta az előadó a dinamikus erők csökkentése érdekében tett szerkezeti intézkedéseket. Azokat a dinamikus erőket, amelyek a vágánygeometria hibája vagy a felépítmény rugalmasságának egyenetlensége miatt keletkeznek, a dinamikus mozgó jármű tömegek lágy összekapcsolása révén, az erők keletkezési pontjának közelében csökkentik. Ezt egyrészt a kocsiszekrény és a forduló alváz közti lágy rugózás által, másrészt a vezetőtengelynek a forgó alvással szembeni oldalrugózásával érik el. Azon fáradoznak, hogy a rugózatlan tömeget oldalirányban is minimális értékre csökkentsék.

Az előadás további része a sín igénybevételére, a vágány eltolódására és a kisiklás elleni biztonságra vonatkoztatott határértékeket tárgyalta.

Befejezésként az ívbeni sebesség további növelésének a lehetőségét, majd a tengelyrendezések hatását ismertette az előadó.

Az előadottakból kitűnt, hogy a jármű szerkesztőknek — a nyomvezetési elmélet alapján és a modern kerékmérő eljárások felhasználásával, amivel a kerék és a sín közötti erőket pontosan meg lehet határozni — ma egy olyan hatásos eszköz áll rendelkezésükre, amely lehetővé teszi igen konstruktív paraméterek használatát, hogy a pálya a nagyteljesítményű mozdonyoknál is csak minimális értékben legyen igénybe véve.

A rendkívül időszerű, érdekes előadások után kialakult *viták* során, valamint az előadások közötti időben tartott *közvetlen megbeszélések* alkalmával az ankét résztvevői gazdag és értékes ismeretekkel gyarapodtak. Az *Osztrák Közlekedéstudományi Társaság* igen jelentős munkát végez a nálunk is mind időszerűbbé váló vasúti sebesség-felemelés érdekében.

	Page
<i>Dr. Géza Gyular: Politique des relations dans les communications de masse urbaine</i>	225
<p>La population des villes insiste d'une façon très énergique outre l'augmentation du nombre des arrêts et de la construction de nouvelles lignes sur l'établissement des relations directes. L'auteur analyse d'une façon détaillée les questions techniques, économiques et de mouvement y relatives et expose les différentes étapes du procédé des projets. Il s'occupe à part aussi des problèmes de l'établissement des lignes rapides d'autobus et des gares terminus.</p>	
<i>Dr. Sándor Harmati: Détermination des principaux paramètres de l'effort de traction moderne sur les lignes ferroviaires ayant égard au rendement des locomotives</i>	232
<p>L'auteur résume d'abord les résultats de ses enquêtes publiées plus tôt au point de vue du poids, de la vitesse des trains, de la charge limite des attelages et des sections de traction. Puis il s'occupe de la puissance nécessaire des locomotives à acquérir et sur la base de ses considérations il fait des propositions concernant les types de locomotives considérés comme nécessaires sous les conditions des Chemins de fer de l'État Hongrois.</p>	
<i>Károly Rozsnyay: Proposition concernant l'établissement des courbes des voies à grande vitesse</i>	241
<p>L'étude relate les prescriptions actuellement en vigueur en Hongrie relatives au surhaussement nécessaires dans les courbes ferroviaires et aux courbes de raccordement. Il esquisse la nécessité des nouvelles prescriptions et fait part des premières dispositions des modifications servant à ce but puis il s'occupe aussi des problèmes des projets qui ne sont pas encore repris dans les prescriptions et fait des propositions pour la solution de ceux-ci.</p>	
<i>Károly Lukács: Mesure de vitesse par convertisseur de fréquence-tension</i>	249
<p>L'Institut des Recherches Scientifiques des chemins de fer a développé un appareil servant à la mesure de vitesse qui satisfait à tout point de vue les hautes exigences se présentant lors des essais des véhicules ferroviaires. L'auteur décrit l'appareil: le signalisateur, l'amplificateur de système, le convertisseur de tension à l'analogie de la fréquence et l'instrument d'enregistrement.</p>	
<i>Dr. Emil Szántó: Optimum économique de l'utilisation des engins de chargement</i>	253
<p>Le critère de l'optimum économique du système consistant des engins de chargement et des camions attendant le chargement est le prix de revient minimum de la tonne-kilomètre marchandise. L'auteur présente une méthode mathématique par laquelle on peut calculer le changement du prix de revient du transport dans la fonction de l'utilisation variable de l'engin de chargement par laquelle on peut déterminer aussi l'utilisation optimum de la machine de chargement.</p>	
<i>Dr. Sándor Kecskés: L'examen de la tache ovale des rails due à la fatigue</i>	258
<p>L'auteur traite les causes de la fissure ovale dans le champignon du rail due à la fatigue, de sa naissance, de son développement et des mesures pratiques nécessaires. Son but fondamental est l'établissement et la présentation du rapport fonctionnel entre le développement de la fissure due à la fatigue et la quantité des tonnes brutes qui a traversé le rail. En analysant le seuil admis il propose des prescriptions et établit la valeur pourcentuelle du défaut du champignon du rail.</p>	
<i>Revue Internationale:</i>	
<i>Dr. Béla Unyi: Plus grande vitesse des chemins de fer et la superstructure — Enquête de la Société des Sciences de Communications Autrichienne</i>	268
<p>L'auteur relate les conférences tenues à l'enquête qui a eu lieu au mois de février 1973 et qui ont traité la sollicitation de l'infrastructure et du ballast, l'établissement des aiguilles, les modifications constructionnelles des engin-moteurs ayant pour but le ménagement de la voie ainsi que les expériences acquises auprès des différentes administrations ferroviaires sur le domaine des grandes vitesses.</p>	
<i>Nouvelles d'association</i>	231, 257, 267, B/3

SUMMARY

	Page
<i>Dr. Géza Gyulai: Policy of Urban Mass Traffic Relations</i>	225
<p>Besides the construction of new lines and multiplication of stops the thing that citizenry desires most is the establishment of through services. The author analyses with full particulars the technical, operating and economic problems connected with the matter and he shows the steps of the process of planning. He deals separately the problems of fast bus services and of the location of terminal points.</p>	
<i>Dr. Sándor Harmati: Determination of the Main Parameters of Modern Main-Line Traction Units with Regard to Locomotive Performance</i>	232
<p>The author first summarizes his results of examination published so far in connection with the train load and speed, with the maximum coupling load and with the operating range. Further he deals with the necessary performance of the locomotives to be purchased then he suggests on the former bases the types of locomotives esteemed as suitable under the conditions of the Hungarian State Railways.</p>	
<i>Károly Rozsnyay: Suggestions Concerning the Development of Curves in Railway Tracks for High Speed</i>	241
<p>The study shows the internal actual regulations being valid for the necessary superelevation and transition curves. He outlines the necessity of new rules and writes about the first modifying orders in this sense, further he mentions the designing problems that aren't fixed in regulations and suggests their solving.</p>	
<i>Károly Lukács: Speed Measurement with Frequency Voltage Converter</i>	249
<p>The Hungarian Railway Scientific Research Institute has developed a speed measuring device that meets in every respect the high claims arising at railway vehicle tests. The author describes the installation: the marker and amplifier of the system, the frequency analogous converter and the recording instrument.</p>	
<i>Dr. Emil Szántó: Economic Optimum of the Exploitation of Loading Machines</i>	253
<p>The economic criterion of the optimum of a system being composed of loading machines and lorries waiting for loading consists in the minimum cost of the net ton-kilometre. The author makes acquainted with a mathematical method by the use of which the process of changing of the cost of transport as a function of the changing exploitation of the loading machine can be calculated, thus, the optimum exploitation of the loading machines can be fixed, too.</p>	
<i>Dr. Sándor Kecskés: Examinations of the Rail Oval Flaw Caused by Fatigue</i>	258
<p>The author treats the causes, beginning and development of oval flaws in the head of rail due to fatigue along with the realization of the necessary practical measures. His fundamental aim is to deplore and show the functional relation between the development of the oval flaw caused by fatigue and the gross-ton having passed over the track. Analysing the permissible threshold value, he suggests rules and indicates the percentage value of the failures of the head of rail.</p>	
<i>Foreign Review:</i>	
<i>Dr. Béla Unyi: High Speed and Superstructure — Conference of the Austrian Society for Transport Sciences</i>	268
<p>The article reports on the papers read at the Conference organized in February, 1973, and dealing with the load of the substructure, designing of points and crossings, structural modifications of the traction units resulting in a sparing impact on the permanent way and, finally, with the experiences gained with high speed transport at different railways.</p>	
<i>Association news</i>	231, 257, 267, B/3

(Folytatás a 267. oldalról)

Előadók: **DÓRI BÉLA** (VTKI), **VOLANT ANDRÁS** (VTKI).

Május 17. A Postai és Távközlési Tagozat Postaforgalmi Szakosztálya rendezésében előadás: Az Egyetemes Postaegyesület szerepe a postai nemzetközi együttműködés fejlesztésében.

Előadó: **DR. OLÁH LÁSZLÓ** (PVIG)

Május 17. A Gépjárműjavító Szakosztály rendezésében előadás: Korszerűbb készletgazdálkodás lehetősége az A—B—C rendszer segítségével.

Előadó: **DR. MIKECZ TAMÁS** (IV. Autójav. V.)

Május 18. A Városi Közlekedésgazdasági Szakosztály rendezésében előadás: Az üzem- és munkaszervezésből adódó feladatok a helyi közlekedési vállalatoknál.

Előadó: **SZARVASI ISTVÁN** (BKV)

Május 21. A MÁV. Bp. Ig. Területi Szervezet rendezésében előadás: UH sinvizsgálati módszerek és a kísérleti kocsik megtekintése.

Előadó: **ASZTALOS ISTVÁN** (MÁV KFF)

Május 22. A KTE Vasútgépészeti Szakosztálya és a VTKI közös rendezésében előadás: Az egészséges és biztonságos munkavégzés feltételeinek vizsgálata vasúti járműveknél és egyéb vasúti berendezéseknél.

Előadó: **KERÉNYI GYULA** (VTKI)

Május 22—24. A KTE Közlekedésgazdasági Szakosztálya és Miskolci Területi Szervezete közös rendezésében:

IV. ORSZÁGOS KÖZLEKEDÉSGAZDASÁGI KONFERENCIA Miskolcon.

Május 22. Megnyitó: **DR. PÁSZTOR PÁL**, a MÁV Miskolci Ig. vezetője, a KTE Miskolci Területi Szervezet elnöke.

Bevezető előadás: Magyarország a nemzetközi forgalomban.

Előadó: **DR. CSANÁDI GYÖRGY** közlekedés- és postaügyi miniszter.

Előadás: A magyar közlekedés nemzetközi kapcsolatai.

Előadó: **FÖLDVÁRI LÁSZLÓ** KPM miniszterhelyettes.

Felkért hozzászólók: **JÁKÓI GÉZA**, KPM oszt. vez. **DR. BORDA JÓZSEF**, Belker. Min. oszt. vez.

Május 23. Előadás: A vasút nemzetközi forgalma.

Előadó: **DR. MÉSZÁROS KÁROLY** miniszterhelyettes, a MÁV vezérigazgatója.

Korreferátum a MÁV Miskolci Ig. nemzetközi forgalmáról.

Előadó: **DR. PÁSZTOR PÁL**, a miskolci MÁV Ig. vezetője.

Előadás: A hajózás nemzetközi forgalma.

Előadó: **KOVÁCS ISTVÁN**, a MAHART vezérigazgatóhelyettese.

Előadás: Légiforgalmunk szerepe és feladatai Magyarországon nemzetközi forgalmában.

Előadó: **HÜVÖS SÁNDOR**, a KPM Légiközl. Főo. vezetője.

Május 24. Előadás: Nemzetközi közúti forgalmunk.

Előadó: **KISS DEZSŐ** KPM miniszterhelyettes.

Korreferátumok: **DR. ZENTAI DEZSŐ**, a Hungarocamion igazgatója, **TARI LÁSZLÓ**, a MÁVAUT igazgatója, **VARGA JÓZSEF**, a KPM Miskolci Közúti Ig. vezetője.

Előadás: Nemzetközi forgalmunk és a közlekedéspolitikai koncepció.

Előadó: **DR. BAJUSZ REZSŐ**, a KPM Közlekedéspolitikai Főo. vez.

Korreferátum: **DR. TÓZSÉR ISTVÁN**, KPM VI. főoszt. vez.

Zárszó: **DR. CZÉRE BÉLA**, a Közl. Múzeum főigazgatója, a KTE Közl. gazd. Szako. elnöke.

Május 23. A Vasútépítési és Pályafenntartási Szakosztály rendezésében előadás: Nagysebességű vasúti pályák túlemelése és az átmeneti ív geometriáival kapcsolatos kérdések.

Előadó: **DR. MEGYERI JENŐ** (BME)

Május 23. A Postai és Távközlési Tagozat Építési Szakosztálya rendezésében előadás: Munkavédelmi minősítő eljárás aktuális kérdései.

Előadó: **VERMES ANTAL** (PKI)

Május 24—25. A Közlekedéstudományi Egyesület

Közúti Szakosztálya és Kaposvári Területi Szervezetének Közúti Szakcsoportja közös rendezésében: **ORSZÁGOS ÚTÜGYI NAPOK**.

Május 24. Elnök: **SZÉLES PÉTER**, a KTE Kaposvári Szervezetének elnöke.

Az ankétot üdvözölte: **NÉMETH FERENC** az MSZMP Somogy megyei Pártbizottságának első titkára, **DR. GÁTI ISTVÁN**, Siófok Városi Tan. V. B. elnöke.

Előadások:

Somogy megye úti helyzete és közlekedésének jelentősége.

Előadó: **KINCSES TIBOR**, a KTE Kaposvári Közúti Szakcsoport titkára.

Az útépítés és útfenntartási szabványok, műszaki előírások helyzete.

Előadó: **CSERMENDY LÁSZLÓ**, a KTE Közúti Szako. Útép. Szakcsoport elnöke.

Organizáció, árvetés, szerződési rendszer és közgazdasági szabályozók a közúti gazdálkodás tükrében.

Előadó: **DR. GÁBOR ISTVÁN**, a KTE Közúti Szakosztály társelnöke.

A közúti forgalom által szabályozott jelzőlámpák országos közutakon.

Előadó: **KARDOS IMRE** (Pécs).

Zárszó: **DR. NEMESDY ERVIN**, a KTE társelnöke, a Közúti Szakosztály elnöke.

Május 25. A Siófoki Sió-híd szélesítési munkáinak megtekintése. Az épített részek összefeszítése. A hídfeljárók és csomópontok tervezett korszerűsítése.

A Beszédes József Múzeum, a hajókikötő és az Aranypart megtekintése.

Értekezlet az Egyesület Közúti Szakosztálya és a területi közúti szakcsoportok vezetői és titkárai számára. Titkári beszámolók az 1973. évi programról. Vezetőségi megbeszélés és vita.

Határozatok.

Május 28. A Hajózási Szakosztály rendezésében előadás: A magyar és csehszlovák állami hajózás fejlesztési együttműködése.

Előadó: **Ing. PAVOL CIBAK** (CsPD, Csehszlovákia)

Felkért hozzászóló: **KOVÁCS ISTVÁN** (MAHART)

Május 28. A Postai és Távközlési Tagozat Távközlési Szakosztálya rendezésében előadás: A távkábel-fenntartás eredményei a Helyközi Távközlési Igazgatóságnál.

Előadó: **RABI LÁSZLÓ** (HTIg)

Május 30. Az Alagút és Mélyalapolozási Szakosztály rendezésében előadás: A Nyugat-Európában alkalmazott legújabb pajzsos alagútépítési módszerek.

Előadó: **Dr. Ing. GÜNTER GIRNAU** (Düsseldorf).

Május 31. A Talajmechanikai Szakosztály rendezésében vetített képes előadás: Mélyépítési tapasztalatok Algériában.

Előadó: **BALÁZSY BÉLA** (FTI)

Május 31—Június 1. A MÁV Budapesti Igazgatóság Területi Szervezet rendezésében Országos Vezetőségi Vándorgyűlés Esztergomban.

Május 31. Megnyitó: **SOLYMOS JÁNOS**, a KTE főtitkárhelyettese.

Bevezető előadás: A közlekedés előtt álló időszerű feladatok.

Előadó: **DR. BAJUSZ REZSŐ**, a KPM Közlpol. Főo. vez.

Előadások:

Esztergom közlekedési helyzete és fejlesztési tervei.

Előadó: **BRUNSZKÓ ANTAL**, Városi Tan. V. B. elnök. A közutak helyzete és fejlesztése Komárom megyében.

Előadó: **BUNGHARDT JÓZSEF**, KPM Tatabányai Közúti Ig.

A gépjárműközlekedés helyzete és jövője Komárom megyében.

Előadó: **MERÉNYI GYULA**, VOLÁN 18. sz. V. igh. A vasúti közlekedés szerepe és a fejlesztés várható irányai Komárom megyében.

Előadó: **TÓTH JÁNOS** vasútig. a MÁV Bp. Ig. vezetője.

Beszámoló a KTE MÁV Budapesti Igazgatóság Területi Szervezete tevékenységéről.

Előadó: **SOMOGYI IMRE**, a Területi Szervezet titkára.

Június 1. Kibővített titkári értekezlet.

Záróülés.

Solymos János

A ma tudománya – a holnap technikája

OLVASSA RENDSZERESEN MŰSZAKI TUDOMÁNYOS SZAKLAPJAINKAT!

Mindig széleskörűen tájékoztat a szakterület helyzetéről, eseményeiről, újdonságairól

Anyagmozgatás, Csomagolás
Bányászati és Kohászati Lapok
BÁNYÁSZAT

Bányászati és Kohászati Lapok
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ

Bányászati és Kohászati Lapok
KOHÁSZAT

Bányászati és Kohászati Lapok
ÖNTÖDE

Bőr- és Cipőtechnika

Elektrotechnika

Energia és Atomtechnika

Élelmezési Ipar

Építőanyag

Épületgépészet

Az Erdő

Faipar

Finommechanika

Fizikai Szemle

Gép

Gépgyártástechnológia

Hidrológiai Közlöny

Híradástechnika

Ipari Energiagazdálkodás

Ipargazdaság

Járművek, Mezőgazdasági Gépek

Kép- és Hangtechnika

Közlekedéstudományi Szemle

Magyar Alumínium

Magyar Építőipar

Magyar Grafika

Magyar Kémiai Folyóirat

Magyar Kémikusok Lapja

Magyar Textiltechnika

Mélyépítéstudományi Szemle

Mérés és Automatika

Műanyag és Gumi

Műszaki Élet

Papíripar

Városépítés

Villamosság

FENTI KIADVÁNYAINK ELŐFIZETHETŐK

minden postahivatalban,

a Posta Központi Hírlap Iroda (József nádor tér 1.) csekkszámlájára vagy átutalással, valamint

a Technika Háza műszaki könyvboltjában (V., Szabadság tér 17.)

PÉLDÁNYONKÉNT KAPHATÓK

V., Váci utca 10.

VI., Bajcsy-Zsilinszky út 76. szám alatti Hírlapboltokban.

HIRDETÉSEKET FELVESZ A LAPKIADÓ VÁLLALAT HIRDETÉSI OSZTÁLYA

VII., Lenin körút 9–11. I. em. 120. (222-251).