

DR. CZÉRE BÉLA, a műszaki tudományok kandidátusa
és VASS LÁSZLÓ

A VASÚTI TELJESÍTŐKÉPESSÉG-SZÁMÍTÁS TOVÁBBFEJLESZTÉSE*

Bevezetés

A közlekedési üzemtan tudományos tárgykörében fontos fejezetet képvisel a *teljesítőképeség számítása*, illetőleg annak módszertana, amely a közlekedéstudomány egyik legbonyolultabb problémaköre, de amelyre a gyakorlatban: a létesítmények és berendezések tervezésénél, a műszaki fejlesztési kérdések helyes eldöntésénél éppúgy szükség van, mint az üzemvitelben, az operatív és távlati gazdasági tervezésben és a különféle üzemgazdasági vizsgálatoknál.

A teljesítőképeség számításának elméleti és gyakorlati kérdései — fontosságuknak megfelelően — jelentős helyet foglalnak el az újabb hazai *vasúti üzemtani* vizsgálódásokban és irodalomban is. Főként a helyhez kötött berendezések: a nyílt vonal (állomásköz) átbocsátóképessége, az állomások átbocsátóképessége és rendező- (kocsifeldolgozó) képessége, illetőleg befogadóképessége (rakodási teljesítőképesége), a vízállomások és fűtőházak (beleértve a tüzelőanyagszerező berendezéseket és a fordító-, valamint energiaellátó berendezéseket is) teljesítőképesége numerikus, illetőleg grafikus számítási módszerei nyertek részletes és a gyakorlatban is kielégítő megoldást [1, 2, 5, 6, 7, 8, 11, 16, 17]. E hazai módszerek felhasználják a külföldi eredményeket [12, 13], de sok tekintetben új utakon és a mi viszonyainknak megfelelő gyakorlati tendenciával keresik a megoldásokat.

A teljesítőképeség számítására vonatkozó módszerek kidolgozása azonban nemcsak a nagyvasutakat, de a *közüti villamosvasutakat* [3, 4], a *keskeny-nyomtávú (gazdasági) vasutakat* [10, 19] és a *közüti közlekedést* [20, 21] illetően is jelentősen fejlődött.

A vasúti teljesítőképeség-számítás elméletét és gyakorlatát illetően ez idő szerint főleg két olyan problémakör mutatkozik, amelynek kevésbé kimunkált volta szembetűnő.

Az egyik az a terminológiai zavar, amely talán éppen a gyors fejlődés velejárója, és amely mögött bizonyos *alapvető elméleti kérdések* tisztázatlansága

* E dolgozat az MTA Építés- és Közlekedéstudományi Munkaközössége keretében 1957-ben végzett vonatkozó kutató munka rövid összefoglalása. Közzéteszi az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem Vasútépítési és Üzemi Tanszéke.

húzódik meg. A másik a vasúti járműpark, főként a *teherkocsi*park teljesítő- (szállító-) képessége tekintetében olyan számítási módszer hiánya, amely az üzemi gyakorlatban jól felhasználható. A következőkben ezzel a két kérdéssel foglalkozunk.

I. A teljesítőképesség fogalma és számításának elvi alapjai a vasúti közlekedésben

A vasúti teljesítőképesség számítására kidolgozott módszerek jósága nagymértékben múlik azon, hogy elvi alapjaik mennyiben tisztázottak.

E téren a vasúti, de általában a közlekedési szakirodalmunkban nagyfokú bizonytalanság uralkodik, ami megmutatkozik az eltérő terminológiában is. Így pl. használják a „maximális”, „elméleti”, „ideális”, „névleges” kapacitás fogalmát, általában a számításokkal nyert legnagyobb teljesítőképességi értékek jelzésére — szemben a létesítmények és berendezések tényleg elérhető „gyakorlati”, „optimális” teljesítőképességével, továbbá a ténszámként jelentkező „tényleges” teljesítőképességgel [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 17, 18, 20, 21].

Ez a körülmény a tisztánlátást rendkívül megnehezíti, amellet a teljesítőképességi számítások gyakorlati sikerét is veszélyezteti, a terveinkben szereplő teljesítőképességi értékekkel szemben pedig bizalmatlanságot támaszthat. Éppen ezért indokoltak az olyan törekvések, amelyek a közlekedési teljesítőképességi számítások elvi alapjainak tisztázására irányulnak [14].

A közlekedési szakirodalomban tapasztalható terminológiai bizonytalanság egyrészt arra vezethető vissza, hogy a teljesítőképesség számítása a közlekedéstudománynak viszonylag fiatal fejezete, másrészt arra, hogy a közlekedés sajátos termelési terület, ahol a technika, illetőleg a közgazdaságtan általános „kapacitás” fogalmai, de főként számítási módszerei több tekintetben kiegészítésre, illetőleg módosításra szorulnak.

Ezzel szemben kétségtelen, hogy a bármilyen értelemben használt „teljesítőképesség” fogalmának van egy általános és közös tartalma, amelynek a közlekedésben éppúgy érvényesnek kell lennie, mint a termelés más területein.

A feladat tehát : olyan fogalomkészlet kialakítása a közlekedési (vasúti) teljesítőképesség-számítási módszerek területén, amely egyfelől elvi alapjaiban egyezik a termelés más területein is érvényes, általános teljesítőképességi fogalmakkal, másfelől tükrözi a közlekedés eltérő termelési sajátosságait.

A közvetlen cél : a vasúti teljesítőképesség elvi alapjainak tisztázása érdekében tehát a következőkben :

1. foglalkozunk a teljesítőképesség általános fogalmával ;
2. a vasút termelő munkájának sajátosságaival, figyelemmel a teljesítőképesség számítására ;
3. a használatos vasúti terminológia kritikája mellett megkíséreljük a helyes teljesítőképességi fogalmakat rögzíteni.

1. A teljesítőképesség általános fogalma

A *teljesítőképesség* a mindennapi szóhasználatban — a szó eredeti értelmében — bármiféle teljesítmény elvégzésére való képességet jelent. A termelésben, illetőleg a termelés kérdéseivel foglalkozó tudományos irodalomban azonban a teljesítőképesség pontosabban meghatározott és lekötött fogalom.

Mint ismeretes, az iparban használatos definíciók szerint a *termelési teljesítőképesség (kapacitás)* a termelő berendezés teljesítőképességének azt a felső határát jelenti, amely a berendezés gazdaságosan megengedhető maximális megterhelése, a termelőtér legjobb kihasználása, élenjáró termelési folyamat alkalmazása és a termelő munka élenjáró szervezése mellett érhető el. Ezt az általános érvényű meghatározást a közlekedésben is alapvetőként fogadják el a teljesítőképesség kiszámításához [1, 2, 14].

A fenti definícióból néhány alapvető következtetés vonható le:

a) A munkaeszközök csak élő munka közreműködésével használhatók fel termelésre. Minthogy pedig az élő munka szerepe — egyszer és mindenkorra — számszerűleg nem értékelhető, a munkaeszközök teljesítőképességének nincs és nem is lehet abszolút mérőszáma. Ezt igazolja az a széleskörű tapasztalat is, hogy a munkamódszerek, technológiák fejlődésével ugyanannak a munkaeszköznek teljesítőképessége növekszik. Az ún. *potenciális (abszolút) teljesítőképesség* tehát nem határozható meg, minthogy a jövődőlbeli új munkamódszerek és technológiák nem ismeretesek. Mindössze annyi állapítható meg, hogy az abszolút teljesítőképesség magasabb a mindenkor termelési teljesítőképességnél. Éppen ezért a munkaeszközöknek ezt a tulajdonságát indokolt lehet egyszerűen *potenciális készségnek* nevezni.

b) A *termelési teljesítőképesség* tehát nem abszolút érték, mert mindig csak *egy adott időpontra* vonatkozhat. Ilyen értelemben azonban reális, kiszámítható érték, amely gyakorlati, tapasztalati alapokon nyugszik, hiszen a valóban elért, megvalósított termelési eredmények adataiból épül fel.

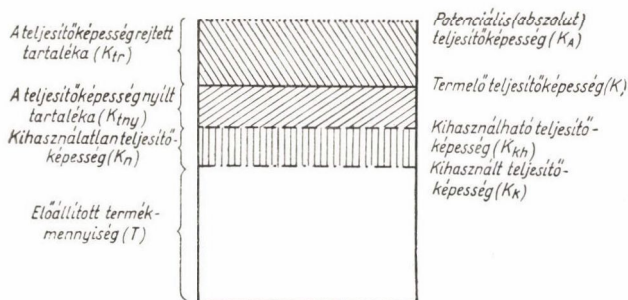
c) A termelési teljesítőképesség definíciójából, valamint az a)–b) pontban foglaltakból következik, hogy adott pillanatban a termelési teljesítőképességnek csak *egyetlen értéke* lehet, minthogy a berendezés „gazdaságosan megengedhető maximális” megterhelése, a termelőtér „legjobb” kihasználása, az „élenjáró” termelési folyamat és szervezés nyilvánvalóan az adott időpontban elérhető maximális teljesítményre utalnak.

A fentiekből önként következik, hogy az idő függvényében nemcsak lehet, de kell is az ugyanazon termelő berendezést illetően különböző termelési teljesítőképességi értékekkel operálni, de *teljesen helytelen adott időpontban többféle termelési teljesítőképességi értékről beszélni*. A termelési teljesítőképesség (vagy röviden: teljesítőképesség) értéke — minthogy a fogalom maga adott időponthoz kötött — csak egyetlen szám lehet. Ezen a tényen az a körülmény sem változtathat, hogy adott esetben a termelési teljesítőképesség nem ismeretes, illetőleg értékére többféle adatunk is van. Ez ugyanis csak ismereteink fogyatékosságának, illetőleg a számítási módszerek hiányosságának, de leginkább az alkalmazott helytelen alapadatoknak következménye lehet.

Annak ellenére, hogy a teljesítőképességnek csak egyetlen értéke lehetséges, a teljesítőképességgel kapcsolatosan mégis nélkülözhetetlen *több fogalom* használata, annak folytán, hogy az adott teljesítőképességet az esetek nagy részében nem használjuk ki. Amikor a teljesítőképesség bizonyos hányada az adott termelési körülmények, a kapcsolódó berendezések — tehát ismert okok — miatt nem használható ki, az ezzel a hányaddal csökkentett teljesítőképességet *kihasználható teljesítőképességnek* nevezzük. Az a teljesítőképesség-hányad pedig, amelyet ténylegesen felhasználnak a termelésre, a *kihasznált teljesítőképesség*.

Ha a fentiekben kifejtett fogalmakat elfogadjuk, akkor a kihasznált és a kihasználható teljesítőképesség közti különbséget „*kihasználatlan tel-*

„teljesítőképesség”-nek nevezhetjük, amely nem a termelőberendezésre jellemző, hanem a termelés mennyiségével függ össze. A kihasználható teljesítőképesség és a termelési teljesítőképesség különbözete a „teljesítőképesség nyílt tartaléka”, amely ugyan ismeretes, de valamilyen oknál fogva nem vehető igénybe. Ez az adat már jellemző lehet a termelő berendezésre. Végül a termelési teljesítőképesség és a potenciális (abszolút) teljesítőképesség ismeretlen mennyiségű különbözete képezi a „teljesítőképesség rejtett tartaléka”-t, amelynek feltárása, nyílt tartalékká tétele a termelési teljesítőképesség növelését eredményezi (1. ábra).



1. ábra. Teljesítőképesség-fogalmak

Jelöljük a fenti fogalmakat a következőképpen :

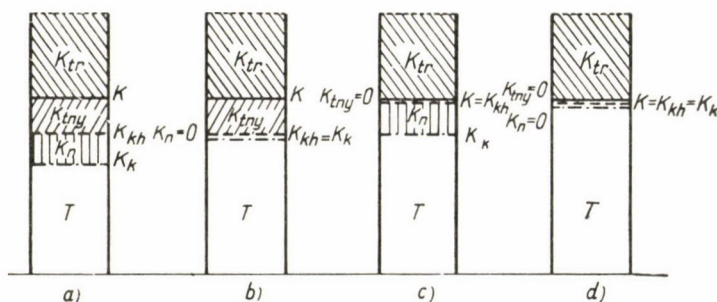
- K_A = potenciális (abszolút) teljesítőképesség,
- K = termelő teljesítőképesség,
- K_{kh} = kihasználható teljesítőképesség,
- K_k = kihasznált teljesítőképesség,
- K_n = kihasználatlan teljesítőképesség,
- K_{tny} = a teljesítőképesség nyílt tartaléka,
- K_{tr} = a teljesítőképesség rejtett tartaléka,
- T = teljesítmény (előállított termék-mennyiség).

Ez esetben a következő alapvető, gyakorlatilag is fontos összefüggések állapíthatók meg :

$$\begin{aligned}
 K_A &> K \geq K_{kh} \geq K_k \\
 K_A &= K + K_{tr} \\
 K &= K_k + K_n + K_{tny} \\
 K_{kh} &= K_k + K_n \\
 K_k &= T \\
 K_n &= K_{kh} - K_k \\
 K_{tny} &= K - K_{kh} \\
 K_{tr} &= K_A - K
 \end{aligned}$$

Az adott időpontban fennálló termelési teljesítőképesség, valamint a kihasználható és a kihasznált teljesítőképesség viszonyában pedig négyféle helyzet lehetséges (2. ábra):

- a) $K_k < K_{kh} < K$
- b) $K_k = K_{kh} < K$
- c) $K_k < K_{kh} = K$
- d) $K_k = K_{kh} = K$



2. ábra. A termelési teljesítőképesség kihasználásának változatai

Ezeknek az egyszerű összefüggéseknek világos felismerése azért fontos, mert csak ezek alkalmazásával bírálhatók el a különböző teljesítőképesség-számítási módszerek, illetőleg az, hogy a számítások valóban a teljesítőképességet, vagy annak csupán kihasználhatóságát, illetőleg kihasználtságát eredményezik-e.

Így pl. valamely teljesítőképesség-számítási módszer csak akkor vezethet valóban a termelési teljesítőképesség (K) kiszámításához, ha számértékei a kihasznált teljesítőképesség értékén felül a kihasználatlan teljesítőképességet (K_n) és a teljesítőképesség nyílt tartalékait (K_{tny}) is magukban foglalják stb.

A fentiekkel kapcsolatban tisztázandó még a termelési teljesítőképesség „tervezhető”, illetőleg „tervezett” kihasználásának fogalma.

A *tervezhető kihasználás* nagysága azonos a „termelési teljesítőképesség kihasználhatóságának” nagyságával, természetesen a tervidőszakra vonatkoztatva. Az eltérő szóhasználat itt csak a tervezési munkában való felhasználásra utal. Nyilvánvaló ugyanis, hogy — csak a termelő berendezés, az üzem teljesítőképességét tekintve — a kihasználható teljesítőképesség teljes egészében érvényesíthető a tervekben.

A *tervezett kihasználás* fogalma azonban már két elemet tartalmaz: a jövőbeli kihasználtság és a tervezett termelés elemeit, minthogy a berendezésnek a tervidőszakban megvalósítandó kihasználása egyfelől a jövőbeli kihasználhatóságtól, mint felső értéktől, másfelől a tervezett termelés nagyságától függ, amely utóbbi kevesebb is lehet a kihasználhatóság értékénél, sőt a korábbi kihasználtság értékénél is. A tervezett kihasználás értéke tehát 0-tól K_{kh} értékéig terjedhet.

A termelő teljesítőképesség fogalmával kapcsolatban felvethető a kérdés: *lehetséges-e olyan nagyságú termelés, amely K értékét meghaladja?* A fentiekből

és a gyakorlati tapasztalatokból is következik, hogy erre a kérdésre határozott *igennel* kell válaszolni.

A termelési teljesítőképesség definíciója ugyanis feltételként említi ugyan a berendezések maximális megterhelését, de a technikailag lehetséges teljesítmény nagyságát leszűkíti a „*gazdaságosan megengedhető*” megterhelésre. Ebből következik, hogy a berendezések túlzott, nem gazdaságos foglalkoztatásával elért nagyobb termelési eredmény nem mértékadó a termelési teljesítőképességre. A berendezés vagy üzem ilyen esetben többet is termelhet, mint amennyi a termelési teljesítőképessége. Ilyenkor azonban a termelés költségei magasabbak, ami rendszerint a berendezések aránytalanul gyors elhasználódásának következménye. Megjegyzendő, hogy kivételes esetekben ez a nem gazdaságos termelés társadalmi szempontból hatékony lehet, ha a termelés mennyiségi növeléséből származó előnyök nagyobbak, mint a berendezések nem gazdaságos megterheléséből származó hátrányok.

Rá kell mutatni azonban arra, hogy amikor a valamely időszakra megállapított K értékét a termelés azért szárnyalja túl, mert a *rejtett tartalékokból* sikerült valamit mozgósítani — ez korántsem azonosítható a fenti jelenséggel. Ha ugyanis a K_{tr} -ből valami felszabadul, K értéke ezzel megnövekszik, tehát ilyen esetben az üzem termelő teljesítőképességét növeltük meg, ami nem jár gazdasági hátránnyal, hanem minden szempontból előnyös.

A termelési gyakorlatban, illetőleg a kihasznált teljesítőképesség számításánál ezért alapvetően fontos megkülönböztetni a berendezések nem gazdaságos megterheléséből és a rejtett tartalékok feltárásából eredő termelés-növekedést.

2. A vasút termelő munkájának sajátosságai és a teljesítőképesség számítása

A fentiekben kifejtett általános alapelvek jórészt az ipar területén alakultak ki, de mindenféle termelő munka területén, a termelés bármely ágazatában használt munkaeszközökre érvényesek.

Mínthogy a közlekedés területén folyó munka — ez ma már alig vitatható — termelő munka, a közlekedés teljesítőképességi vizsgálatai sem alapulhatnak más elveken.

Felvetődhet azonban a kérdés, hogy a közlekedés sajátosságaira tekintettel mennyiben lehet vajon eltérni a termelés más ágaiban alkalmazott elvektől és módszerektől? E tekintetben két tételt kell előrebocsátani:

1. a közlekedés teljesítőképesség-számítási metodikájának összhangban kell állnia a termelés más területein (pl. az iparban) is érvényes általános törvényszerűségekkel;

2. a közlekedés teljesítőképesség-számítási metodikája alkalmazhat olyan kiegészítő elveket, amelyek a közlekedés sajátosságai folytán csak ezen a területen érvényesek, feltéve, hogy azok nem ellenkeznek a teljesítőképesség-számítás általánosan érvényes elveivel.

Mínthogy a teljesítőképesség-számítás általános alapelvei az ipar gyakorlatából nőttek ki, indokolt számba venni azokat a *főbb sajátosságokat, amelyeket a közlekedés — közelebbről a vasúti közlekedés — az iparral szemben felmutat*, és amelyek a teljesítőképesség-számítás metodikájának és fogalomkészletének eltéréseit (a fenti 1—2. tétel határai között) indokolhatják.

Ezek a következők:

a) A vasút termelő munkájának eredménye: a *szállítás* nem jelent új, tárgyi alakot öltött terméket, árut.

b) A vasút termelő munkájának eredménye: a *szállítás nem tárolható*, hanem azonnal — a termelés pillanatában — „elfogyasztásra” kerül, oly módon, hogy áruszállítás esetén értéke a szállított áru értékét növeli, személyszállításnál pedig közvetlenül kerül „elfogyasztásra”.

c) A vasúti termelés „termékeinek” (a szállításoknak) sokkal több a *fajtasága (változata)*, mint egy-egy ipari termelő üzemé. A személyszállítás különböző lehetőségein (vonatnem, kocsiosztály) felül az áruszállításban a főbb áruféleségek szállítása eltérő teljesítményeket kíván, és mindkét szállítási kategóriában eltérők a teljesítmények a távolságok, illetőleg a viszonylatok függvényében is.

d) A vasúti üzemben alapvető különbségek vannak a *személy- és áruszállítás* tekintetében. Előbbit az utasáramlás oda-vissza iránya (kiegyenlítettége), a szerelvények zárt fordulója jellemzi, míg az áruáramlatokban általában nincs ilyen mennyiségű egyenlőség, mert az egyes termelő- és fogyasztóhelyek közt szállítandó termékek mennyisége többnyire nem egyenlő.

e) Az áruszállítás a népgazdasági termelés folytatása a forgalom szférájában, tehát az áruszállítás nem önmagáért való, hanem más termelő ágazatok, illetőleg az árukat (termékeket) elosztó tevékenység kiszolgálója. A vasút áruszállító feladata ily módon *más termelő ágazatok munkájának függvénye*. Ennek eredménye a forgalom egyenlőtlensége, a napi, heti, havi és szezonális ingadozások (csúcsforgalmak).

f) A vasúti üzem általában és egészében ugyan *folyamatos* üzem, ami éjjel-nappali, munka- és ünnepnapra foglalkoztatottságot jelent, de egyes részeiben *nem folyamatos (intermittens)* üzem, amelynek hatásfoka rendkívül kedvezőtlen.

g) A vasúti üzem *veszélyes üzem*, ami a berendezések használatát sok esetben korlátozza; ez a legjobban a vonatok megszabott követési távolságában jut kifejezésre.

h) A vasúti üzem többnyire *térbelileg rendkívül kiterjedt*, a természeti behatásoknak nagymértékben kitett, sok üzemet magában foglaló komplexum, amelyet az összefüggő hálózat mégis egységbe fog össze. A nagykiterjedésű hálózat üzemi jelenségei egymással bonyolult kölcsönhatásban vannak, amelyeknek számszerű értékelése sok tekintetben nem is lehetséges. Emiatt *a vasúti üzem technológiája általában kevésbé egzak, mint a jobban izolált ipari termelésé*.

A fenti a)–h) pontokban foglalt fontosabb sajátosságokból a *vasúti teljesítőképesség-számítás tekintetében a következő főbb jellegzetességek* adódnak:

A) A fenti c), d) és e) pontokban foglalt sajátosságok azt okozzák, hogy a vasúti teljesítőképesség-számítások területén különösen nehéz feladat az ún. *választék és a mennyiségi arány* érvényesítése a metodikában, főként az állomások teljesítőképességének számításánál. Arról van ugyanis szó, hogy a vasút berendezéseinek nagyobb része egyaránt szolgál a személy- és áruszállítás, valamint a különféle vonatnemek, szállítási módok számára. Így pl. ugyanazon a vasúti pályán személyszállító és tehervonatok egyaránt közlekednek, az állomások vágányzata és egyéb berendezései nemcsak a vonatok közlekedését, de összeállítását és szétbontását, valamint az áruk rakodását is szolgálják stb. Emiatt a teljesítőképesség számításánál a teljesítő-

képesség összetevőit különbözőképpen lekötő elemek meghatározott megoszlásából (választék), illetőleg ezek meghatározott mennyiségi arányából lehet csak kiindulni. Ugyanez a probléma az iparban többnyire jól megoldható homogén mérőszámok alkalmazásával („berendezés-óra”, a pénzben kifejezett teljesítőképesség, „feltételezett termék”, „vezértípus”), továbbá megállapítható az „optimális választéki arány”, amely mellett a berendezések leterhelése és egyben a teljesítőképesség a maximális. A vasútnál a választék a forgalom alakulásának függvénye, amely viszont a vasút részéről kevésbé befolyásolható, rendkívül nehéz tehát a választék és a mennyiségi arány gyakorlatilag előforduló összes lehetőségeit rögzíteni és így a berendezések teljesítőképességét kimerítően kiszámítani. Ugyanakkor az optimális választéki arány kialakítására való törekvés is jórészt megvalósíthatatlan.

B) A *kapacitásnormák* megállapításánál a vasúti üzemben nagy nehézséget okoz a *h*) pontban említett körülmény, mert — szemben az ipari üzemek izoláltabb viszonyaival — a lazább technológiák, a természeti behatások és a helyi viszonyok egyéb sajátosságai nagy hibákra vezethetnek az átlagolásnál.

C) Az iparban a berendezések *hasznos időalapja* és a teljes naptári időalap közt rendszerint lényeges különbségek vannak, éppen ezért a hasznos időalap megnövelése itt az egyik alapvető feladat. A vasúti üzemben — az *f*) pontban említett okoknál fogva — a helyhez kötött berendezéseknél általában nincs ilyen probléma, mert a teljes naptári időalappal számolhatunk, de a járműpark terén is megközelítően hasonló a helyzet.

D) Az ipari termelés szervezésében alapvető tényező a *termelés ütemének* meghatározása. Az ütem az az időköz, amely két egymást követő terméknek valamely meghatározott keresztmetszeten való áthaladásához szükséges, ennek reciprok értéke pedig az időegység alatt a keresztmetszeten átáramló termékmennyiség [14]. Ez nagymértékben hasonló jelenség, mint a vasúti közlekedésben a követési időköz, azonban amíg az első esetben döntően a technológia lehetséges kialakításától függ, a második esetben túlnyomóan biztonsági követelmények (lásd *g*) pont) eredménye.

E) A vasúti üzemnek a *c*), *d*) és *h*) pontokban említett sajátosságaiból kifolyóan — szemben az ipari üzemekkel — alig volna jelentősége a *teljes vasúti üzem* (az összes vonalak és a járműpark) teljesítőképesség-vizsgálatának és számításának. Elvileg és metodikailag ugyan nincs akadálya annak, hogy — éppen a meghatározott választék elve alapján (amely ebben az esetben a forgalomnak az egész hálózaton adott arányát viszonylatilag is rögzítettnek veszi) — egyetlen számban kifejezzük az egész üzem teljesítőképességét, ez azonban „nem volna célszerű, mert ennek gyakorlati értéke nincs” [2]. Gyakorlati értéke csak a vonalak, vonalszakaszok, meghatározott viszonylatok, illetőleg a pálya (nyílt vonal, állomásköz), az állomások, a fűtőházak és egyéb berendezések, a személy- és teherkocsipark, illetőleg a vontató-járműpark, tehát a vasúti üzem *egyres részei* teljesítőképességi vizsgálatának van.

F) Az *a*), *b*) és *e*) pontokban említettekben következik, hogy a vasúti üzem — szemben az ipari üzemekkel, amelyeknek munkáját a raktárra való, viszonylagosan önálló termelés lehetőségei sokkal egyenletesebbé tehetik — nagymértékben *egyenlőtlen teljesítőképességi színvonalat* igényelne. A jelentős torlódások és szállítási késedelmek elkerülése végett ezért a vasútnál az átlagosan szükséges teljesítőképesség színvonalát meghaladó kihasználható telje-

sítőképességet kell biztosítani, ami viszont az év egy részében azt eredményezi, hogy kihasználatlan teljesítőképesség mutatkozik. A várható igénybevétel, a szükséges teljesítőképesség, illetőleg a kihasználható teljesítőképesség összefüggéseinek számítása és tervezése ezért ugyancsak bonyolult feladat.

A vasúti közlekedésnek a teljesítőképesség számítására is kiható sajátosságai a fentiekkel még nincsenek kimerítve. Mindezek a sajátosságok azonban kellően indokolják, hogy a vasúti teljesítőképesség-számítási módszerek ne csak azért térjenek el az általános, ipari módszerektől, mert a használt berendezések mások, de azért is, mert kiegészítő elvekre is szükség van, a vasúti közlekedés sajátos gazdasági szerepe folytán. Mindez az eltérő — helyesebben kiegészítő — terminológia szükségességét is indokolja.

3. A vasúti teljesítőképesség alapfogalmai

A fenti 1.—2. alfejezetben kifejtettek alapján a vasúti teljesítőképesség számításánál is alkalmaznunk kell a *teljesítőképesség—kihasználható teljesítőképesség—kihasznált teljesítőképesség* hármasszoros összefüggését és alapfogalmát. A vasúti üzemnek azok a sajátosságai ugyanis, amelyekkel az előzőekben foglalkoztunk, egyáltalán nem zárják ki az általános (ipari) teljesítőképességi elvek érvényesülését, sőt, alkalmazásuk az egyedül lehetséges mód a fogalmi és terminológiai zavar felszámolására.

Nyilvánvaló ugyanis, hogy a vasúti közlekedés területén is csak akkor kapunk valóban termelési teljesítőképességi értéket (K), ha a hasznos idő-alapot a javítás, illetőleg a TMK legfejlettebb módszereinek alkalmazása mellett szükséges idővel számítjuk, a kapacitásnorma pedig az élenjáró, legfejlettebb módszerek eredményeként adódó vonatterheléseket, hasznos/holt-súly-arányt, menettartamokat stb. tükrözi [14]. Minden olyan számítás, amely lemond e maximális gyakorlati értékek alkalmazásáról, nem a teljesítőképességet, hanem annak csak a kihasználhatóságát (K_{kh}), sőt esetleg csak a tényleges kihasználását (K_k) eredményezi. Olyan esetekben ugyanis, amikor az állomási, vonali stb. teljesítőképesség számításánál a közvetlen mérési eredmények átlagával számolunk, nem ritkán csak a kihasználtság átlagát kapjuk, de mindenképpen csak olyan értéket, amely a kihasználhatóság és a kihasználtság közt helyezkedik el. Ily módon annak a tapasztalati tételnek alkalmazása, hogy ti. a kiszámított teljesítőképesség 80%-a tekinthető kihasználhatónak (anélkül, hogy forgalmi zavarok keletkeznének), helytelen kihasználhatósági értékre vezethet.

Ha a fenti tételt elfogadjuk, akkor nyilvánvaló, hogy a termelési teljesítőképesség értéke az élenjáró eredmények alapján számított érték (100%), a kihasználható teljesítőképesség lesz az a csökkentett érték, amely a nyílt tartalékok levonása után adódik és a kihasznált teljesítőképesség értéke ezzel legfeljebb egyenlő, de általában ennél kisebb érték.

A vasúti üzem sajátosságaira tekintettel azonban nincs akadálya annak, hogy a „teljesítőképesség” kifejezést más, olyan kifejezésekkel helyettesítsük, amelyek a szóban levő vasúti berendezések jellegének jobban megfelelnek, illetőleg, amelyek a berendezések vasútüzemi funkcióját is kifejezik. Ez annál is inkább indokolt, mert — miként az I/2. alfejezet E) pontjában kifejtettük — a vasútnál a rész-teljesítőképességi számításoknak van csak gyakorlati jelentőségük.

Ilyen értelemben — a termelési teljesítőképesség fogalmával teljesen egyenlő értékűen — használhatók különösen :

az „*átbocsátóképesség*” — a nyílt vonal (állomásköz), az állomások, általában a helyhez kötött berendezések ;

a „*rendező (kocsifeldolgozó) képesség*” — az állomások ;

a „*befogadóképesség*” — az állomási vágányok és egyéb, a járművek tárolására szolgáló létesítmények, valamint a raktárak ;

a „*szállítóképesség*” — a járműpark teljesítőképességének jelölésére.

Meg kell itt említeni, hogy az *átbocsátóképesség* elnevezés az iparból származik, ahol azt — főként régebben — a kihasználható teljesítőképesség fogalmának jelölésére használták. Ma már azonban az iparban túlnyomóan felszámolták ezt a kifejezést és helyette, főként a szakirodalomban, a kihasználható teljesítőképesség kifejezést használják [14]. A vasúti terminológiában ugyancsak erősen gyökeret vert az *átbocsátóképesség* fogalma, véleményünk szerint azért, mert jól kifejezi a pályának és az állomásnak, általában a helyhez kötött berendezéseknek azt a tulajdonságát, hogy a forgalmat mintegy „*átbocsátják*” rajta, s így a járművekkel elérhető teljesítményeket determinálja — nem pedig azért, mintha az ipari fogalmat tartalmában (kihasználhatóság) is át akarták volna venni. Sőt, a vasúti terminológiában kifejezetten a teljesítőképesség fogalma helyett használják az *átbocsátóképesség* kifejezést. Igaz ugyan, hogy a vasúti *átbocsátóképesség* mérésére használt módszerek ez idő szerint nem mindig a teljesítőképességet, hanem inkább a kihasználható teljesítőképességet adják, a fent kifejtettek szerint. Mindez azonban — nézünk szerint — nem teszi szükségessé az *átbocsátóképesség* fogalmának elvetését. Csupán arra van szükség, hogy jövőben e fogalmat a termelési teljesítőképességgel tekintsük egyenlőnek, míg az egyes esetekben ma mért *átbocsátóképességi* értékeket — a valóságnak megfelelően — „*kihasználható át bocsátóképesség*”-nek, illetőleg „*kihasznált át bocsátóképesség*”-nek nevezzük.

A *vasúti állomások* teljesítőképessége összetett fogalom. Az állomásnak van *átbocsátóképessége*, amikor is a rajta átáramoltatható vonatok, illetőleg utasok és áruk mennyiségét tekintjük ; van továbbá *rendező (kocsifeldolgozó) képessége*, amikor az érkező vonatok szétrendezése és az induló vonatok összeállítása során rendezett elegy (kocsik) mennyisége a mérvadó ; van *rakodási teljesítőképessége*, amikor a be-, ki- és átrakható kocsik, illetőleg áruk maximális mennyiségét keressük (összefüggésben a raktárak, rakterületek, áru- és rakodófrontok kocsibefogadó képességével) ; van *vízállomási teljesítőképessége*, amikor a gőzmozdonyok vízellátása az irányadó szempont ; végül van *vágány-befogadóképessége*, amikor a járműtárolás mennyiségét keressük. Hasonlóan összetett fogalom a *fűtőházak (vontatási telepek)* teljesítőképessége, ahol a kiszolgálható vontató járművek számát — többek közt — a tüzelőanyagszerelő berendezések teljesítőképessége, a fordítóberendezések és a vontatási vágányok *átbocsátóképessége*, valamint az energiaellátó berendezések teljesítőképessége — mint külön-külön elemek — szabják meg. Ez és a hasonló jelenségek teszik indokolttá a különböző berendezések teljesítőképességének, illetőleg az ugyanazon berendezés többféle teljesítőképességének eltérő, sajátos elnevezését a vasúti üzemben.

A *szállítóképesség* ugyancsak kifejező fogalom, amely a járművek rendeltetését is jelzi. Ilyen értelemben beszélünk a személy- és teherkocsipark, valamint a vontató járműpark (mozdonypark stb.) *szállítóképességéről*.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy e kifejezések önmagukban a teljes termelési teljesítőképesség (K) értékének jelölésére használhatók csak elvileg helyesen; a kihasználhatóság és kihasználtság eseteiben mindig csak pl. „kihasználható átbocsátóképesség”-ről, illetőleg „kihasznált átbocsátóképesség”-ről stb. indokolt beszélni.

Úgy véljük, hogy a fentiekben kifejtett alapelvek és az ajánlott terminológia következetes használata alkalmas arra, hogy felszámolja a vasúti teljesítőképességi számításokban fellelhető bizonytalanságokat, ami egyben a számítási eredmények használhatóságát, a velük folytatott vizsgálatok és tervezések eredményességét, ezen keresztül pedig a reálisan megvalósítható nagyobb teljesítmények elérését is elősegíti.

II. A használatos vasúti teljesítőképesség-számítási módszerek rövid jellemzése

A *vasúti építmények és helyhez kötött berendezések* teljesítőképességének számítására kialakult módszerek elméletileg és a gyakorlati alkalmazhatóság tekintetében már meglehetősen magas színvonalon állnak.

A vasútvonalak és állomások átbocsátóképességének meghatározására kidolgozott módszerek két csoportba sorolhatók, mégpedig a numerikus és grafikus módszerek csoportjába. A *numerikus (analitikus) módszerek* jellemzője, hogy az egyszerűbb, szűk területre korlátozott esetekben (mint pl. egyetlen állomásköz átbocsátóképessége, vízállomás teljesítőképessége) alkalmazhatók sikerrel, mert gyorsan adnak gyakorlatilag is használható értékeket. A nagyobb kiterjedésű berendezések bonyolultabb üzemi viszonyai között azonban megbízható eredményt adnak a *grafikus módszerek*, amelyek különösen az igen bonyolult esetekben az egyedül eredményes eljárások [11, 16].

Az említett módszerek segítségével ma már a legtöbb vonatkozásban teljesen megoldottnak tekinthető:

a *nyílt vonal* átbocsátóképességének,

az *állomások* átbocsátó- és kocsifeldolgozó képességének, valamint rako-

dási és vízállomási teljesítőképességének, végül

a *vontatási telepek* teljesítőképességének

számítása.

Valamely *vasútvonal* vagy *vonalszakasz* átbocsátóképességének számításánál a numerikus módszerek lényegileg a legkihasználtabb („kritikus”) állomásköz vonatátbocsátó képességét adják meg, egy meghatározott forgalom-megoszlás esetére, amelyből az elegytonna- és árutonna kapacitás számítható. Ha azonban a vonalon különféle rendeltetésű és különböző sebességű vonatok közlekednek, rendszerint több „kritikus állomásköz” alakul ki, s a numerikus módszer kevésbé alkalmazható. Ilyenkor megbízhatóbb eredményt ad a grafikus eljárás, amelynek lényege egy megfelelő menetrendábra szerkesztése.

Az *állomások* átbocsátó- és kocsifeldolgozó képességének egy meghatározott vonatforgalom-megoszlás esetére való megállapítása ugyancsak történhetik numerikus vagy grafikus eljárással. A leginkább használatos numerikus módszer, amelynek lényege a legerősebben igénybevett váltók, valamint a vágányok foglaltságának, illetőleg kihasználtsági fokának meghatározása, kisebb középállomások átbocsátóképességére általában jó eredményt ad. A csatlakozó és főleg a nagyobb gócponti állomások kapacitásvizsgálatára azonban már egyedül a grafikus módszer alkalmazható sikeresen. A MÁV-nál

bevezetett grafikus eljárással a vágányutak, a vonatfogadó és az elegytároló vágányok, valamint a csatlakozó állomásközök átbocsátó- és kocsifeldolgozó képessége komplex módon vizsgálható.

A *rakodási és vizállomási teljesítőképesség*, továbbá a *vontatási telepek berendezéseinek teljesítőképessége* a megfelelő numerikus módszerek segítségével általában a gyakorlat céljára kielégítő pontossággal határozható meg.

A helyhez kötött berendezések teljesítőképességével szemben a *járműpark szállítóképességének* számítási módszereivel a szakirodalom ezideig aránylag keveset foglalkozott [2, 18].

A *teherkocsipark* egy havi, árutonnakm teljesítményben számított szállítóképességének (N) meghatározására pl. általában a következő képletet használják:

$$N = n \cdot R \cdot S \cdot \frac{30}{F} \quad (1)$$

ahol:

n = a dolgozó teherkocsik mennyisége, db.

R = az egy teherkocsira eső átlagos terhelés, t.

S = az áruk átlagos szállítási távolsága, km.

F = a kocsiforduló idő, nap.

A képletben szereplő tényezők közül R és S számszerű értéke csak szűk határok között szokott ingadozni, sőt első közelítésben S állandónak is vehető. A szóbanlevő formula gyakorlati alkalmazásánál a nehézséget, illetőleg bizonytalanságot F számszerű értékének meghatározása okozza. A kocsiforduló idő ugyanis sok tényező alakulásától függ és azt — többek között — a dolgozó teherkocsik mennyisége is lényegesen befolyásolja. Az n és az F tehát nem független változók, összefüggésük pedig igen bonyolult, matematikailag nem meghatározható.

Olyan módszer, amely a teherkocsipark szállítóképességének meghatározására általánosan használható és teljesen megbízható volna, ez idő szerint nem ismeretes. A továbbiakban ezért olyan módszert ismertetünk, amely a teherkocsipark kihasználható szállítóképességének megállapítására jó közelítő eredményt ad, s így a gyakorlati üzemvezetésben sikerrel alkalmazható.

III. Új módszer a teherkocsipark kihasználható szállítóképességének meghatározására

A teherkocsipark szállítóképességét az *egy hónap alatt elérhető árutonnakm teljesítménnyel* jellemezhetjük. Ez a szállítóképesség sok tényezőtől függ, amelyek közül egyesek hatása tág határok között érvényesülhet a szállítóképesség számszerű értékében. Éppen ezért a teherkocsipark szállítóképessége általános érvennyel nem is határozható meg.

A teherkocsipark szállítóképességét számottevően befolyásoló tényezők között vannak olyanok, amelyek csak *hosszabb idő alatt* és akkor is csak kis mértékben változnak, mint pl. a kocsik átlagos raksúlya, a vonalhálózat műszaki adottságai stb. Vannak viszont olyan tényezők is, amelyek *erősen változó* jellegűek, de változásaik nagyrészt *idényszerűek*; ilyenek — többek

között — az áruforgalom árunemek szerinti összetétele és viszonylatok, illetőleg irányok szerinti megoszlása, valamint az időjárás. A teherkocsipark szállítóképességének vizsgálatakor a lassan bekövetkező változásokat általában figyelmen kívül hagyjuk, tehát a megfelelő tényezők változatlanságával számolunk, a többi tényező hatását pedig igyekszünk — amennyire csak lehetséges — helyesen felmérni és figyelembe venni.

A II. fejezetben már rámutattunk arra, hogy a teherkocsipark szállítóképességének meghatározására használatos képlet alkalmazásakor leginkább a *kocsiforduló idő* felvétele okoz bizonytalanságot. A kocsiforduló idő alakulásának vizsgálata csak úgy történhetik eléggé megbízhatóan, ha a kocsiforduló időt főbb *elemeire* bontjuk és külön-külön foglalkozunk a teherkocsik:

1. úton, futás közben eltöltött idejével,
2. az átmeneti állomásokon és rendezőpályaudvarokon eltöltött idejével és végül
3. a feladási és rendeltetési állomásokon eltöltött idejével.

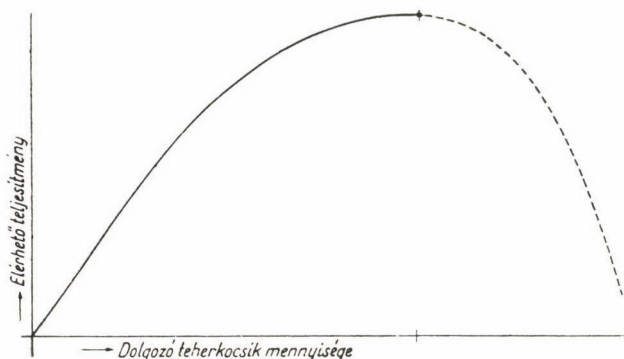
Elvégezve ezt a részletes vizsgálatot megállapíthatjuk, hogy az áruforgalom emelkedésével és a dolgozó teherkocsik mennyiségének ezzel együttjáró növekedésével — egyébként változatlan üzemi viszonyok mellett — a kocsiforduló idő többé-kevésbé változik. Ez a változás nem jelentős és az előzőekben ismertetett tényezők különböző arányú eltolódásainak megfelelően előjelében is ingadozhat addig, amíg a nagyforgalmú vonalak átbocsátóképességének és még inkább az erősen igénybevett nagy állomások és rendezőpályaudvarok teljesítőképességének átlagos kihasználtsága el nem éri a 70—80 %-ot. A teljesítőképesség átlagos kihasználtságának további fokozódása esetében egyre inkább előtérbe lép a kocsiforduló idő meghosszabbodása és a 100 %-os kihasználás közelében már csaknem arányos a dolgozó teherkocsik mennyiségének további növekedésével. Ilyen esetben tehát céltalan a dolgozó teherkocsik mennyiségének további növelése, mert az elérhető teljesítmény már alig fokozható, a nagyarányú torlódások veszélye ellenben rohamosan nő. Ez a megállapítás egyébként világosan kiolvasható a teherkocsipark szállítóképességének (1) jelű általános képletéből is. Az N számértéke ugyanis az n növekedésével alig változik, ha a $\frac{n}{F}$ hányados közel állandó, a többi tényező pedig változatlan marad.

Elméletileg tovább vizsgálva a kérdést, könnyen belátható, hogy a dolgozó teherkocsik mennyiségének további növelése a vasúthálózat legerősebben igénybevett részein súlyos torlódásokat okoz, amelyeknek következményeképpen a kocsiforduló idő ugrásszerűen emelkedik. Van tehát egy bizonyos határ, amelyen túl a dolgozó teherkocsik mennyiségének növekedésével a kocsiforduló idő még rohamosabban nő és az elérhető teljesítmény csökken. Ugyanez az eredmény az (1) jelű képletből is kiadódik arra az esetre, amikor az n növekedésével az F még rohamosabban emelkedik. Ekkor ugyanis az $\frac{n}{F}$

hányados és — a többi tényező változatlansága esetében — az N is csökken. Végül elképzelhető a dolgozó teherkocsik mennyiségének olyan mértékű növekedése is, hogy az állomások vonatfogadó és indító vágányai, valamint az állomásközők, illetőleg térközők mind foglaltak lennének. A vonatok mozgása ebben az esetben lehetetlenné válnék, következésképpen teljesítményről sem lehetne szó.

A dolgozó teherkocsik mennyisége, a kocsiforduló idő és az elérhető teljesítmények között fennálló, az előzőekben tárgyalt összefüggés jelleggörbéjét mutatja be a 3. ábra. A görbe pontozott részének természetesen nincs gyakorlati jelentősége, az csak a teljesség kedvéért szerepel az ábrán. A felvázolt görbe matematikailag nem határozható meg, mert a kocsiforduló idő (F) változása — az előbbieken röviden vázoltak szerint — csak nagyvonalúan állapítható meg.

Mindazonáltal van lehetőség arra, hogy bizonyos *egyszerűsítő feltevések* mellett, az ismertett elméleti meggondolások és a rendelkezésre álló statisztikai adatok, illetőleg módszer segítségével olyan görbét rajzoljunk, amely a gyakorlat céljára elfogadható pontossággal adja meg az összefüggést a dolgozó teherkocsik mennyisége és az elérhető teljesítmény, illetőleg az elszállítható árumennyiség között.



3. ábra. A dolgozó teherkocsipark teljesítményi jelleggörbéje

Az egyszerűsítő feltevések elsősorban egyes, a kocsiforduló időt lényegesen befolyásoló tényezők változatlanságára vonatkoznak. Így gyakorlatilag változatlanak kell tekinteni a vonalhálózatot és az állomások vágányzatát, a menetrendet, az áruforgalomnak árumemek, valamint viszonylatok és irányok szerinti megoszlását, az átlagos szállítási távolságot, a teherkocsik átlagos hasznos terhelését, az áruforgalom heti és havi egyenlőtlenségét, a rakodási időt és végül az időjárást. Fel kell tételezni továbbá, hogy a forgalom lebonyolítása azonos irányelvek és szabályok szerint történik, valamint azt, hogy a szükséges vonóerő mindenkor időben rendelkezésre áll. Végül ügyelni kell arra, hogy a felhasznált adatok olyan időszakokra vonatkozzanak, amelyekben komolyabb torlódások, vagy más, a forgalom lebonyolítását lényegesen zavaró, rendkívülinek tekintendő körülmények nem fordultak elő.

Ha továbbá a következőkben a havi árutonnákm teljesítményről a 30 nap alatt elszállítható árumennyiségre (T) kívánunk áttérni, akkor az (1) jelű képletet az $N = T \cdot S$ összefüggés figyelembevételével, S -sel való egyszerűsítés után a következő alakban írhatjuk fel:

$$T = n \cdot R \frac{30}{F} \quad (2)$$

A felsorolt egyszerűsítő feltevések mellett a *dolgozó teherkocsik havi átlagos mennyisége és a 30 nap alatt elszállítható árumennyiség közötti összefüggést* ábrázoló görbe megrajzolása részben elméleti megfontolások, részben megfelelő statisztikai adatok feldolgozásával a következő módon történik:

A derékszögű koordináta rendszer abszcissza tengelyén a dolgozó teherkocsik mennyiségét, az ordináta tengelyen pedig az elszállítható árumennyiséget rakjuk fel, alkalmasan megválasztott méretarányban.

A görbe *kezdő érintője* a koordináta rendszer kezdőpontjából indul ki és gyakorlatilag egybeesik a görbe első szakaszával. A kezdő érintő megszerkesztéséhez tehát elegendő a kocsi forduló időnek a gyakorlatban megvalósítható legkisebb értékét — ami a mi jelenlegi viszonyaink mellett mintegy három napra tehető — behelyettesíteni a (2) jelű képletbe. Ezután R -nek bármely gyakorlati értékéhez, pl. 15 tonna átlagos hasznos kocsi terheléshez meghatározhatjuk a 10 000 dolgozó teherkocsival (aránylag igen alacsony állag) 30 nap alatt elszállítható árumennyiséget. A T és n így nyert értékpárjának megfelelő pontot felrakva és a kezdőponttal összekötve megkapjuk a 15 tonna átlagos hasznos terheléshez tartozó görbe kezdő érintőjét és egyben a görbe kezdeti szakaszát.

Ezután kiválasztjuk a legutóbbi évek statisztikájából azokat a hónapokat, amelyekben a teherkocsi park teljes kihasználtsága mellett az előbb felsorolt egyszerűsítő feltételek a gyakorlatban elhanyagolható eltérésekkel fennállottak, majd a havi átlagos dolgozó teherkocsimennyiség és az elszállított árumennyiség értékpárjainak megfelelő pontokat berajzoljuk a grafikonba. Az egyes hónapokban elszállított árumennyiséget azonban előzőleg 30 napra és meghatározott átlagos hasznos kocsi terhelésre, pl. 15 tonnára redukálni kell. Az így nyert pontok természetesen bizonyos szórást fognak mutatni, de azért alkalmasak lesznek arra, hogy azok alapján megrajzolhassuk a *keresett görbe egy szakaszát*.

A görbe helyes megrajzolásához szükség van még a *tetőponti érintő* jó közelítéssel történő meghatározására. Ennél a műveletnél abból a megfontolásból indulhatunk ki, hogy egy adott vonalhálózaton és meghatározott forgalom-megoszlás mellett akkor érhető el a legnagyobb teljesítmény, ha a legerősebben igénybevett nagyforgalmú vonalszakaszok, állomások és árukezelési helyek teljesítőképessége közel 100%-ra van kihasználva.

Ehhez képest a közelmúlt időszakból kiválasztunk egy-két olyan hónapot, amelyben az áruforgalom és általában az üzemi viszonyok tekintetében semmi rendkívüli sem volt. Ezután megállapítjuk, hogy a vizsgált hónapokban hány százalékra volt kihasználva a nagyforgalmú vonalszakaszok, gőcponti állomások, rendezőpályaudvarok stb. teljesítőképessége és ezekből a százalékokból a forgalom nagysága szerint súlyozott átlagot képezünk.

Ehhez az x százalékos átlagos kihasználtsághoz tartozó, 30 nap alatt elszállított árumennyiség a statisztikából kivehető. Ha ezt az árumennyiséget $100 : x$ arányban megnöveljük, megkapjuk a 30 nap alatt elszállítható árumennyiségnek — a legerősebben igénybevett hálózati részek 100% körüli kihasználtsága mellett elérhető — maximumát, vagyis a keresett tetőponti érintő ordinátáját.

Az így megrajzolt tetőponti érintő érintési pontját az ismertetett közelítő eljárással nem lehet meghatározni, de erre nincs is szükség, mert a görbe tetőponti szakasz a gyakorlatban nem kerül felhasználásra.

Az előzőekben röviden vázolt módon megszerkesztett görbe a felsorolt egyszerűsítő feltevésekkel rögzített merev arányok és 15 tonnás átlagos hasznos statikus teherkocsiterhelés esetére jó megközelítéssel érvényes összefüggést ad a dolgozó teherkocsik mennyisége és a 30 nap alatt elszállítható árumennyiség között. Ez természetesen még nem felel meg a gyakorlati követelményeknek. Az eddigiekben állandónak feltételezett tényezők között vannak ugyanis olyanok, amelyek rövid időn belül is többé-kevésbé változnak, sőt jelentős idényszerű ingadozást is mutatnak.

Ilyen tényező mindenekelőtt az *egy teherkocsira jutó átlagos hasznos statikus terhelés*, amelynek változása — egyebekben változatlan üzemi viszonyokat feltételezve — számbavehetően nem hat a kocsiforduló idő alakulására. Eszerint tehát a (2) jelű képlet alapján a 30 nap alatt elszállítható árumennyiség egyenesen arányos az egy teherkocsi átlagos hasznos statikus terhelésével.

Ez a megállapítás azt jelenti, hogy egy második független változót is figyelembe vehetünk a szóbanlevő közelítő eljárásnál. Ha ugyanis az alapösszefüggést ábrázoló görbének, — amely 15 tonna átlagos kocsiterhelésre

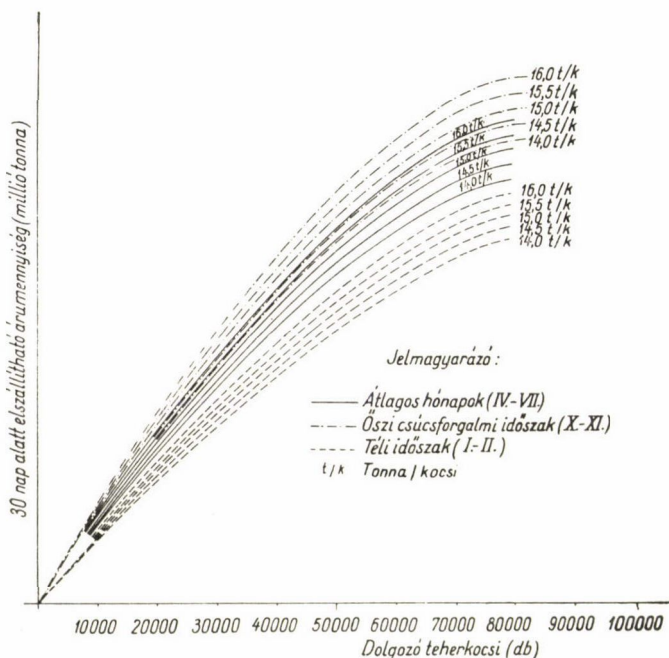
készült — egyes ordinátáit $\frac{x}{15}$ arányszámmal megszorozzuk, megkapjuk az

x tonna átlagos hasznos statikus kocsiterheléshez tartozó görbét. Így szerkeszthetjük meg az alapgörbéből a 4. ábrán látható és az év átlagos hónapjaira vonatkozó görbesereget, amely féltonnás lépcsőzéssel közvetlenül megadja a dolgozó teherkocsimennyiség és a 30 nap alatt elszállítható árumennyiség összetartozó számértékeit. Az átlagos kocsiterhelés nem kerek számértékeihez tartozó közelítő adatok pedig interpolálás útján nyerhetők a nomogramból.

A nomogram gyakorlati használhatósága azonban így még nem volna eléggé általános. Nagyon sok volna még ugyanis a kötöttség a korábban ismertetett egyszerűsítő feltevések folytán; ezek közül a legsúlyosabb az, amely az áruforgalom árunemek és viszonylatok, illetőleg irányok szerinti megoszlásának arányait rögzíti. Az egyszerűsítő feltevések közül ez az, amely hosszabb időszakra nézve egyáltalán nem áll fenn, sőt egy éven belül is jelentős idényszerű változásokon megy át. Az áruforgalom idényszerű változásait követi azután az átlagos szállítási távolság kisebbmértékű ingadozása is. Végül hozzájárul ezekhez az idényszerű változásokhoz az időjárás változása is, ami különösen télen jön tekintetbe, mint a dolgozó teherkocsipark szállítóképességét erősen csökkentő tényező.

Az év különböző hónapjai közül a tavaszi és részben a nyári hónapok tekinthetők átlagosaknak mind a szállítási feladatok, mind pedig általában az üzemi viszonyok szempontjából. Az átlagoshoz képest kifejezetten kedvezőbb a helyzet az ún. őszi forgalom idején, amikor a cukorrépa belépése folytán csökken az átlagos szállítási távolság és az áruforgalom bővülése elsősorban a vonalhálózat gyengébben igénybevett részein következik be. Részben ennek a körülménynek, de még inkább az átlagnál jóval kedvezőbb rakodási, elegyrendezési és kocsikiállítási viszonyoknak következményeképpen a cukorrépaforgalom hatására a kocsiforduló idő számottevően csökken, s így az egy meghatározott dolgozó teherkocsi mennyiséggel 30 nap alatt elszállítható árumennyiség növekszik. Ugyanakkor a mi éghajlati viszonyaink mellett az időjárás ebben az időszakban még csak alig, vagy egyáltalán nem befolyásolja hátrányosan a vasúti üzemet.

Lényegesen kedvezőtlenebbek viszont az átlaghoz képest az üzemi viszonyok a *téli* hónapokban. Ekkor rendszerint már megszűnik a cukorrépa-forgalom, az azzal összefüggő, a vasútüzemet előnyösen érintő körülményekkel együtt. Ugyanakkor jelentkeznek a téli nehézségek az üzemben. A mozdonyok terhelését le kell szállítani, a köd és a fagy meglassítja az üzemi munkát, különösen az elegyrendezést és a vonatösszeállítást, sőt a havazás és a hófúvás a vasúthálózat egyes részein meg is béníthatja a forgalmat. Mindezek következtében a kocsiforduló idő jelentékenyen meghosszabbodik és — egyébként változatlan viszonyok mellett — csökken az elszállítható árumennyiség.



4. ábra. A dolgozó teherkocsipark, a teherkocsik átlagos kihasználása és az elérhető áruszállítási teljesítmények összefüggéseit az év különböző időszakaiban ábrázoló nomogram

Az őszi csúcsgazdálkodási időszak, valamint a téli időszak hónapjaira érvényes görbenyaláb az év átlagos hónapjaira készült görbék szerkesztésével azonos módon nyerhető, csupán a felhasználandó tényezéseket kell a megfelelő időszakok statisztikájából venni.

A 4. ábrán látható teljes nomogram tehát már elég jó tájékoztatást ad az év bármely hónapjára vonatkozóan a dolgozó teherkocsipark, a teherkocsik átlagos kihasználása és az elérhető teljesítmények összefüggéseit illetően. Az év jellemző időszakai között átmenetet képező hónapokra, pl. decemberre vonatkozóan a megfelelő görbék közötti interpolálás útján kaphatunk elfogadható eredményt.

Az eddigiekben ismertetett közelítő eljárás azonban nemcsak arra használható, hogy a felsorolt erős megszorítások mellett számszerű összefüggést adjon

a dolgozó teherkocsik mennyisége, az egy teherkocsi átlagos hasznos terhelése és a 30 nap alatt elszállítható árumennyiség között az év egy bizonyos időszakra vonatkozóan. A szóbanlevő grafikus eljárás arra is alkalmas, hogy az eddig változatlanul feltételezett tényezők megváltozásának hatását is számbavehessük a teherkocsipark kihasználható szállítóképességének vizsgálatakor.

Ilyen tényezők többek között az *áruforgalom egyenlensége*, az *átlagos szállítási távolság*, a *tranzitforgalom* részesedési aránya a teljes áruforgalomban stb. E tényezők változásának hatására a nomogram egyes görbenyalábjai a koordináta-rendszer kezdőpontja körül kis mértékben elfordulnak. A *szögelfordulás* iránya általában aránylag könnyen és biztosan megállapítható, nagysága azonban legfeljebb szakszerű becsléssel, megközelítően határozható meg. A szögelfordulással természetesen együtt jár az egyes görbék tetőponti érintőinek az abszcissza tengelytől távolodó, illetőleg ahhoz közeledő eltolódása is.

Végül figyelmet érdemel még a *nagyobb építési beruházások* hatása a teherkocsipark szállítóképességére. Gyakorlatilag ebben a vonatkozásban csak azok az építési beruházások jönnek tekintetbe, amelyek valamely ténylegesen jelentkező *szűk keresztmetszet* enyhítését vagy megszüntetését eredményezik.

A célszerűen megválasztott beruházások hatására a nomogram egyes görbenyalábjai a kezdőpont körül az óramutató járásával ellenkező irányban többé-kevésbé elfordulnak, az egyes görbékhez tartozó tetőponti érintők pedig magasabb fekvésbe kerülnek és az érintési pontok az ordináta tengelytől távolodnak. A nomogramnak ez a módosulása egyben világosan mutatja, hogy a helyesen megválasztott és végrehajtott építési beruházások hatására nemcsak a teherkocsik kihasználása javul, hanem arra is mód nyílik, hogy a torlódási veszély fokozódása nélkül növelhető legyen a dolgozó teherkocsik mennyisége.

Az előzőekben ismertetett közelítő eljárás jó szolgáltatokat tehet a *gyakorlati üzemvezetésnek* és az egész hálózat viszonylatában sikerrel alkalmazható mind az éves, mind pedig a távlati tervezés keretében a teherkocsipark kihasználható szállítóképességének megállapításakor, valamint a teljesítendő áruszállítási feladatok megoldásához szükséges intézkedések és fejlesztési programok kidolgozásakor.

IRODALOM

- [1.] A közlekedés tervezésének alapjai (szerk.: DR. CZÉRE BÉLA). Bp. 1952.
- [2.] CSANÁDI GYÖRGY: Vasúti üzem. Bp. 1954.
- [3.] FARKAS GÁBOR: A szállítási kapacitásnövelés lehetőségei a közúti vasúti közlekedésben. Közlekedéstudományi Szemle, 1955. évi 12. sz.
- [4.] FARKAS GÁBOR: Módszer a közúti vasutak teljesítőképességének meghatározásához (kézirat). Bp. 1957.
- [5.] DR. HORVÁTH SÁNDOR: A vasútvonalak teljesítőképessége. Közlekedéstudományi Szemle, 1951. évi 4. sz.
- [6.] DR. HORVÁTH SÁNDOR: Állomások teljesítőképessége. Közlekedéstudományi Szemle, 1952. évi 1. sz.
- [7.] DR. HORVÁTH SÁNDOR—KRAUSZ GYÖRGY: Vasútállomások rakodási kapacitása. Közlekedéstudományi Szemle, 1952. évi 8. és 9. sz.
- [8.] DR. HORVÁTH SÁNDOR—PÁPAY ISTVÁN: Vasúti vízállomások teljesítőképessége. Közlekedéstudományi Szemle, 1952. évi 12. és 1953. évi 1. sz.
- [9.] KÁNYA ERNŐ: A vasúti járműpark munkája. Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem jegyzete (sokszorosítás), Bp. 1957.

- [10.] KOPPÁNY ERNŐ : Kisvasutak teljesítőképességének vizsgálata. Bp. 1955. Mérnöki Továbbképző Intézet 3279. sz.
- [11.] LÁLITY GYULA—ZOVÁNYI MIKLÓS : A csatlakozó állomások átbocsátó- és elegyfeldolgozó képességének meghatározása. Közlekedéstudományi Szemle, 1955. évi I. sz.
- [12.] MAXIMOVICS : A vasútvonalak teljesítőképessége (kéziratos magyar fordítás), 1949.
- [13.] DR. MÜLLER, W.: Eisenbahnanlagen und Fahrdynamik. Berlin, I. köt. 1950., II. köt. 1953.
- [14.] TURÁNYI ISTVÁN : A közlekedési kapacitáselmélet alapfogalmai, az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem 1955/1956. tanévének évkönyvében, Bp. 1957. 186—193. old.
- [15.] TURÁNYI ISTVÁN : Közlekedési üzemtan I. Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem jegyzete (sokszorosítás), Bp. 1956.
- [16.] TURÁNYI ISTVÁN : Vasúti üzemtan III.: A vasúti kapacitás és annak kihasználása. A Közlekedési Műszaki Egyetem (Szolnok) jegyzete (sokszorosítás), Bp. 1954.
- [17.] VASÚTI TUDOMÁNYOS KUTATÓ INTÉZET : A fűtőházak teljesítőképessége (kézirat), Bp. 1953.
- [18.] VASÚTI TUDOMÁNYOS KUTATÓ INTÉZET : A járműpark teljesítőképessége (kézirat), Bp. 1953.
- [19.] DR. VASZKÓ ÁKOS : A gazdasági vasutak teljesítőképességének mérése (kézirat), Bp. 1957.
- [20.] DR. VÁSÁRHELYI BOLDIZSÁR : Az útvonalak teljesítőképességének megállapítása. Közlekedéstudományi Szemle, 1952. évi 5. és 6. sz.
- [21.] DR. VÁSÁRHELYI BOLDIZSÁR : Útépítéstan. 2 kiad. Bp. 1954.