

A SZÁLLÍTÓJÁRMŰVEK TENGELYELRENDEZÉSÉNEK HATÁSA A SZÁLLÍTÁS ÖSSZES KÖLTSÉGÉRE

Rumpf
János

Az Erdő 1973. szeptemberi számában megjelent tanulmányomban kimutattam a tehergépkocsi hasznos teherbírásának növelésével járó útépitési többletköltségek hatását a szállítás összes költségének alakulására. Mint láttuk, minden szállítási feladathoz meghatározható egy optimális gépkocsi-teherbírás, melynek alkalmazásával a szállítás és az útépités együttes költsége minimális. Ez az optimális teherbírás, egyes hátsó tengellyel rendelkező gépkocsik esetében 4,0—5,5 Mp között mozog.

Közismert azonban, hogy kettőnél több tengely alkalmazása esetén a jármű jobban kíméli a burkolatot. Régotha gyártják már a hátul ikertengellyel rendelkező gépkocsikat, vagy pl. egy pótkocsi szerelvény is hasonló elv alapján jelent kedvezőbb megoldást. Az újabban piacra kerülő tehergépjárműveknél a tengelyelrendezést egyre tudatosabban úgy választják meg, hogy az út pályaszerkezetét jobban kímélő, soktengelyes, lehetőleg egy vagy több ikertengellyel rendelkező megoldásokat részesítenek előnyben. Célszerű ezért megvizsgálni részletesebben is, mennyiben befolyásolja a tengelyelrendezés a szállítás összköltsége szempontjából optimális teherbírás alakulását.

A TENGELYELRENDEZÉS HATÁSA

Az erdei utak pályaszerkezetének egyenértékvastagságát az úton, az élet-tartam alatt áthaladó, 10 Mp-os egységtengelynyomásra átszámított összes forgalom alapján határozzák meg. (Lásd: KPM. 159215/1971. sz. Hajlékony útpályaszerkezetek méretezési utasítását!) Ez a vastagság azonos szállítási feladat esetén is különböző lehet, attól függően, hogy a szállítást milyen típusú gépkocsival végezzük. Célszerűnek tartottam azért az ún. „burkolatigénybevételei tényezővel” (I_t) jellemezni az egyes típusokat, mely érték az adott típus egy egységtengely-áthaladást jelentő forgalma által leszállított hasznos terhet adja meg, Mp-ban. Minél jobban kíméli egy gépkocsi a burkolatot, annál magasabb a hozzá tartozó I_t értéke.

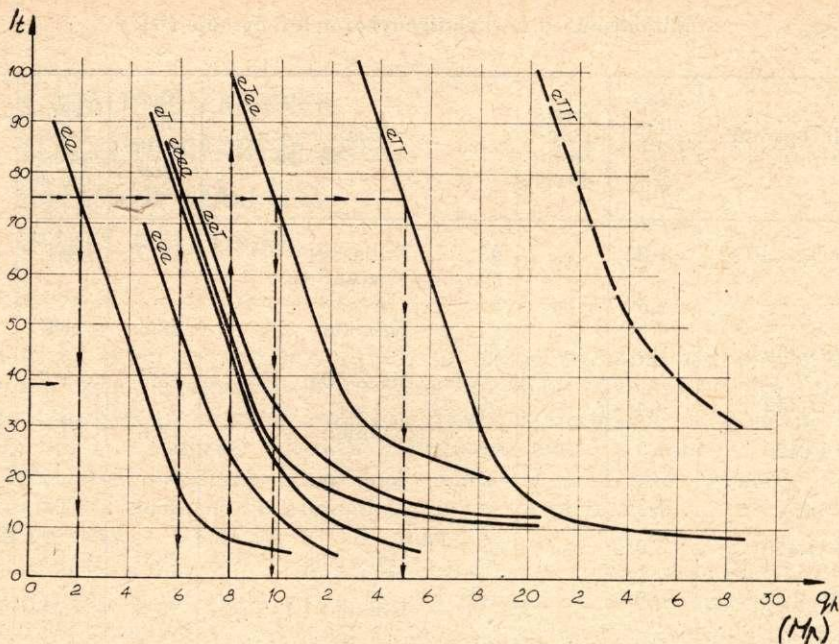
A táblázatban található az erdőgazdaságokban alkalmazott legfontosabb szállítójárművek burkolatigénybevételei tényezője.

A burkolatigénybevételei tényezőket a hasznos teherbírás és a tengelyelrendezés függvényében ábrázolva, az 1. ábrán látható összefüggést kapjuk. Minden egyes tengelyelrendezési megoldásnak van egy ésszerű alkalmazási tartománya. Ennek a tartománynak a kisebb teherbírásnál levő része adja a nagy I_t -vel rendelkező, kíméletes forgalmat jelentő típusok csoportját, míg a nagyobb teherbírás felé haladva, az ellaposodó görbe-szakasz jelenti a kedvezőtlen, a burkolatot erősen igénybe vevő típusok csoportját.

Szállítójárművek burkolatigénybevételi tényezője (I_t)

Szállítójármű típusa	Hasznos terhelés (Mp)	Tengelyelrendezés	I_t	Szállítójármű típusa	Hasznos terhelés (Mp)	Tengelyelrendezés	I_t
Robur Garant 32	1,95	ee	63	Rába 831 + utánfutó	18,5	eeT	12
Robur	2,5	ee	62	Kamion	18,6	eeT	14
Csepel D-350	3,5	ee	59	MAZ-504	15,0	eTT	71
Csepel D-352	3,8	ee	50	Kamion	18,6	eTT	24
Csepel D-420	4,5	ee	46	Rába 836 + utánfutó	25,0	eTT	8,5
IFA W-50	4,7	ee	24	Rába 833 + R 574	28,0	eTT	8,8
Csepel D-450	5,0	ee	36	Robur + LP-3 pk.	5,5	eeee	79
ZIL-130	6,0	ee	19	Csepel D-350 + LP-3 pk.	6,5	eeee	72
Csepel D-700	7,0	ee	10	Csepel D-420 + LP-3 pk.	7,5	eeee	58
Skoda 706	7,7	ee	7,1	Csepel D-450 + LP-3 pk.	8,0	eeee	47
Csepel D-710.15	8,0	ee	7,4	ZIL-130 + Forgózsámolyos utánfutó	9,76	eeee	28
MAZ-500	8,2	ee	7,5	Csepel D-700 + járműgyári rönk. pk.	13,0	eeee	17
Rába 831	8,5	ee	7,5	MAZ-500 + pótk.	14,2	eeee	12
Saurer	9,3	ee	8,2	Csepel D-710.15 + Keszthelyi rönk. pk.	20,0	eeee	10
Dömper-106	10,0	ee	4,7	Praga V-3 S + LP-3 pk.	8,3	eTee	83
ZIL-157 K	4,5	eT	90	Tatra 111 R + LP-3 pk.	13,0	eTee	27
Praga V-3 S	5,3	eT	80	KRAZ + Keszthelyi helyi pk.	24,0	eTee	11
Tatra 111 R	10,0	eT	22				
Tatra 111 S	10,24	eT	19				
KRAZ	12,0	eT	8,5				
Tatra 138-51	12,2	eT	14				
Rába 836	15,0	eT	5,8				
Csepel D-450.87	8,0	eee	28				
Csepel D-705.10	12,0	eee	5,7				
MAZ-509	16,0	eeT	10				

(e=egyos tengely; T=ikertengely)



1. ábra. A burkolatigénybevételi tényező változása a hasznos teherbírás és a tengelyelrendezés függvényében

AZ OPTIMÁLIS TÍPUS KIVÁLASZTÁSA

Mivel tudjuk, hogy a nagyobb I_t -vel rendelkező gépkocsik vékonyabb útpályaszerkezet építését igénylik, azonos szállítási feladat esetén is, ilyen típusok alkalmazása célszerű, bármilyen legyen a tengelyelrendezés. Azt is figyelembe véve azonban, hogy a fajlagos szállítási költség (Ft/tkm) a gépkocsi teherbírásának növekedésével csökkenő tendenciát mutat, már főleg a magasabb teherbírású tartományban keressük a magas I_t -vel rendelkező típusokat.

Az ábra szerint lehetőségünk van arra, hogy a szállítási rendszernek legjobban megfelelő teherbírású és felépítményű szállítóeszközt üzemeltessük az erdei utakon is, csupán a legcélszerűbb tengelyelrendezésű gépkocsitípust kell kiválasztani, melynél a szállítás összes költsége is kedvezően alakul. Számításaim szerint az $I_t > 35-40$ értékkel jellemezhető típusok alkalmazása célszerű.

Egy nagyon kíméletes forgalmat biztosító $I_t = 75$ burkolatigénybevételi tényezővel rendelkező gépkocsi-választékot vizsgálva, az alábbi típusok jöhetnek szóba:

- 2 Mp teherbírású, egyes hátsó tengelyű gépkocsi (ee);
- 6 Mp teherbírású, hátul ikertengellyel rendelkező gépkocsi (eT);
- 9,7 Mp teherbírású, pótkocsis, hátul ikertengelyes gépkocsi (eTee);
- 15 Mp teherbírású nyergesvontató és pótkocsi, hátul két ikertengellyel; vagy hátul ikertengelyes gépkocsi, egy ikertengelyes utánfutóval (eTT) stb;

Fenti típusok teljesen azonos vastagságú útburkolatot igényelnek, de mivel a nagyobb teherbírású gépkocsik fajlagos szállítási költsége kisebb, ezért —

ha a szállított anyagnak megfelel — ebben a példában az eTT tengelyrendezésű típusok közül célszerű választani.

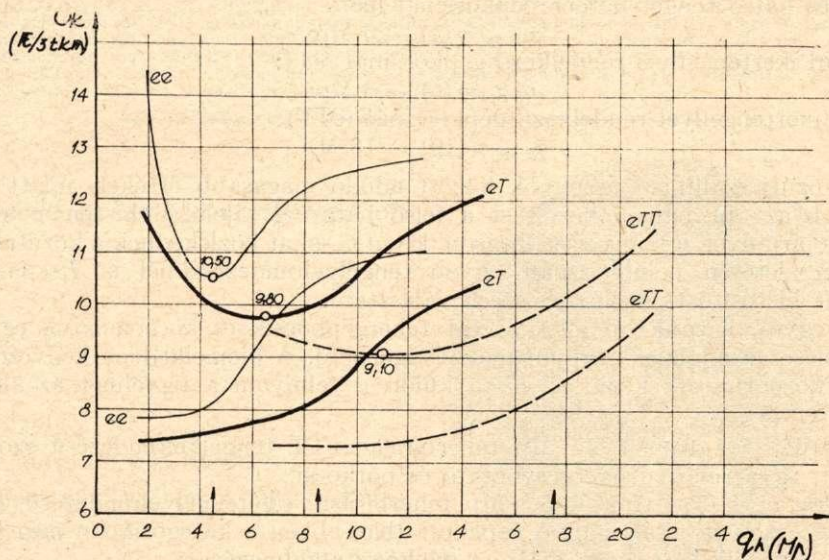
Megszabott hasznos teherbírás, például $q_h = 8$ Mp esetén, az igénybevételi tényező így változik a tengelyrendezés függvényében:

- ee tengelyrendezésnél $I_t = 8$
- eee tengelyrendezésnél $I_t = 25$
- eT tengelyrendezésnél $I_t = 45$
- eeT tengelyrendezésnél $I_t = 55$
- eTee tengelyrendezésnél $I_t = 100$, stb.

Az útépítési költségek csökkentése céljából természetesen a legkíméletesebb forgalmat biztosító típusok közül választjuk ki a célnak legmegfelelőbbet, hiszen a közlekedési költségek közel azonosak. Ebben a példában, rövid választék esetén az eT vagy eTee tengelyrendezés a kedvező, míg a közepes hosszúságú anyagnak az eeT tengelyrendezés a legmegfelelőbb.

A SZÁLLÍTÁS ÖSSZES KÖLTSÉGÉNEK ALAKULÁSA

A legfontosabb tengelyrendezések költség-kihatását konkrét példán is megvizsgáltam. A 2. ábrán látható a hátul ikertengellyel rendelkező tehergépkocsik (eT) útépítési és összes költségének alakulása, a hasznos teherbírás szerint, (vastag vonallal jelölve!) Az összehasonlíthatóság miatt, vékony vonallal jelölve, az egyes hátsó tengelyű gépkocsik (ee) költségeit is feltüntettem hasonló viszonyok között, (100 000 Mp élettartam alatti szállítási feladat, 15 éves élettartam, CBR=5%-os altalajon). Látható, hogy az ikertengelyes gépkocsi döntő előnye a kisebb útépítési költségéből adódik. Ugyanezen ábrán, szaggatott vonallal feltüntettem a hátul két ikertengellyel rendelkező típusok (eTT) költségeinek alakulását is.



2. ábra. A fajlagos útépítési és az összes szállítási költség alakulása a teherbírás és a tengelyrendezés szerint

Egyéb tengelyelrendezések költség-görbéit már nem szerkesztettem meg, részben a megbízható közlekedési önköltség-adatok hiánya miatt, másrészt mert az 1. ábra vonalai jó közelítéssel jelzik a költségek alakulását is, ha a három részletezett típus fajlagos költségei között interpolálást végzünk (ee, eT, eTT) — azaz, amilyen fajlagos összesített költséget ad egy meghatározott típusú egyes hátsó tengelyű gépkocsi, ugyanolyan összköltségű kb. a hasonló I_t -vel rendelkező más tengelyelrendezésű gépkocsival lebonyolított szállítás is. Az összköltség pontosabb becslése a részletesen elemzett tengelyelrendezésű változatok adatai segítségével végezhető el.

Pl.: $I_t = 38$ állandó esetén:

Tengelyelrendezés	Teherbírás	I_t	Ft/tkm
ee	4,5 Mp	38	3,50
eT	8,5 Mp	38	3,35
eTT	17,5 Mp	38	3,30

Ezek alapján pl. egy $I_t = 38$ értékkel jellemezhető nyergesvontató, eee tengelyelrendezés esetén: 3,42 Ft/tkm; míg eeT tengelyelrendezés esetén: 3,34 Ft/tkm összesített költséget ad, átlagosan. A nyergesvontató hasznos teherbírása az első esetben 6,8 Mp, a második esetben 9,4 Mp.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az erdészeti szállítás különböző feladataihoz kijelölhető a leggazdaságosabb szállítást biztosító tengelyelrendezésű és teherbírású szállítóeszköz, figyelembe véve a szállított árunem és a szállítási rendszer szabta igényeket is. Az erdei utak szélső terhelési kategóriáira elvégezve a számításokat, az eredmények kis szórást mutatnak, ezért átlagosan az alábbi teherbírások jelentik az optimális értéket:

egy hátsó tengelyű tehergépkocsinál (ee):

$$q_{h \text{ opt}} = (4) - 5 \text{ Mp};$$

hátral ikertengellyel rendelkező gépkocsinál (eT):

$$q_{h \text{ opt}} = (6) - 8 \text{ Mp};$$

két ikertengellyel rendelkező gépkocsinál (eTT):

$$q_{h \text{ opt}} = (10) - 13 \text{ Mp}.$$

A közúti szállítási viszonyok között adódó magasabb értékek miatt célszerűbb az optimális teherbírást a felső határnál kijelölni, hiszen az erdei szállítójárművek a faanyagszállításán kívül is sokat közlekednek a közutakon.

A részletesen nem vizsgált egyéb tengelyelrendezéseknél is $I_t > 35-40$ értéket biztosító típusokat célszerű választani.

Az egyes, hazánkban alkalmazott tehergépkocsik és kocsivonatok egyedi értékelése az eddigiek alapján már elvégezhető. A kiemelkedően kedvezőnek mutató típusok közül azonban külön is felhívom a figyelmet az alábbi gépkocsikra:

MAZ—504 típusú, 15 Mp teherbírású, eTT tengelyelrendezésű szovjet gyártmányú nyergesvontató és pótkocsi,

Praga V—3 S típusú, 5,3 Mp teherbírású, eT tengelyelrendezésű csehszlovák gyártmányú gépkocsi (bár ebben a kategóriában még kedvezőbb lenne egy 8 Mp-os gépkocsi alkalmazása),

Csepel D—420 és Csepel D—450 típusú, 4,5 és 5 Mp teherbírású, ee tengelyelrendezésű, hazai gyártmányú gépkocsik.

A magas I_t -vel rendelkező pótkocsis összeállítások is olcsó és kíméletes szállítást biztosítanak, ha alkalmazásuk nem ütközik nehézségekbe.

A hosszúfásállítás legkedvezőbb járműve egy hátul ikertengellyel rendelkező gépkocsi és egy ikertengelyes utánfutó összekapcsolásából adódna, forgószámolyos megoldással, rakoncákkal, melynek együttes teherbírása 12–13 Mp lenne.

A legkedvezőtlenebb típusok közül is ki kell emelni — egyéb jó tulajdonságaik ellenére — a Rába gépkocsitípusokat és gépkocsiszerelvényeket, valamint a MAZ—509 típusú gépkocsiszerelvényt. Ezek tengelynyomásai megközelítik, vagy meghaladják a közutakon is maximálisként alkalmazható értékeket, ezért gazdasági utakon való üzemeltetésük nyilvánvaló hiba lenne.

Végül meg kell jegyezni, hogy a tanulmányban röviden összefoglalt számításaimban átlagos értékekkel dolgoztam, mind az útépítési, mind a közlekedési költségeket illetően. Azonban az egyes gépkocsi-típusok adatainak eltérése az átlagtól, a részletesen elemzett három tengelyrendezési változatnál elfogadhatóan szűk határok között mozgott (10–20%), mint ez a táblázat és 1. ábra segítségével is ellenőrizhető. Egyik-másik egyéb tengelyrendezésnél azonban a legváltozatosabb összeállítások kialakíthatósága miatt már nagyobb eltérések is tapasztalhatók, de az irányzat itt is egyértelműen a többi változatnál tapasztaltakat mutatta. Fentiek miatt — véleményem szerint — a kapott eredmények tájékoztató jelleggel elfogadhatók.

Örülnék, ha tanulmányom némi segítséget nyújtana az erdészeti szállítóeszközök beszerzésével foglalkozóknak.

Румиш Й.: ВЛИЯНИЕ РАЗМЕЩЕНИЯ ОСЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ОБЩИЕ ТРАНСПОРТНЫЕ РАСХОДЫ

На формирование общих транспортных расходов, включающих в себя и расходы по дорожному строительству, кроме грузоподъемности выбранных транспортных средств, большое влияние оказывает также и размещение осей транспортного средства. Расчет, проводимый с помощью разработанного автором „Фактора нагрузки дорожного покрытия“ показывает, что в лесохозяйственной практике самой экономичной грузоподъемностью транспортных средств при различном распределении осей является следующая: грузовой машиной с одной задней осью — (4)—5 Мп; грузовой машиной с двойной задней осью — (6)—8 Мп; грузовой машиной с двумя двойными задними осями — (10)—13 Мп.

Rumf J.: THE EFFECT OF THE AXLE—LAYOUT IN LORRIES ON THE TOTAL HAULAGE COST

The axle-layout of the lorry has an important influence on the shaping of the total haulage cost included also the cost of the road construction, besides the load capacity of the lorry. In the forest practice the load capacity of the forest roads resulted the most economical haulage, calculating with the „cover stress factor“ developed by the author are the following: in the case of lorry with single back axle (4)—5 Mp; lorry with tandem axle (6)—8 Mp; and lorry with double tandem axles (10)—13 Mp.

Az erdő az ember szolgálatában

FAO-érem,

rajz *Mario Cassola* (FAO),

vésnöki munka *Georges Simon* (Franciaország).

(Az *Unasylyva* 1972. évi 104. száma nyomán).

