

Szállítás és szállítástervezés

FRITSCH ANTAL

A gyáripari termelés mennyiségi mértéke a gyártási kapacitás vagy a szükséglet által adva van s termelvényei az egész termelési időszak folyamán, azonos feltételek mellett, legtöbbször zárt helyen, az időjárás viszonyoktól függetlenül, egyenletesen készülnek el.

A feladóállomások a gyártelepek fekvése szerint egyszersmindenkorra meghatározottak s a ráfuvarozás a termelés helyéről a feladóállomásra mindig azonos útvonalon történik.

Az értékéhez képest viszonylag kis súlyú és térfogatú, a nem vagy kevésbé romlkony áruk raktározása nem ütközik nehézségbe. A gyártelepeken vagy saját iparvágány van, vagy saját fuvarszközével, esetleg idegen, de állandó fuvarozóval az áru a raktárból a vagonig vagy uszályig bármely időben leszállítható.

Az egyes gyárakhoz tartozó feladóállomásokon a szállításra kerülő áru természetének és mennyiségének megfelelő kivitelű és kapacitású állandó rakodóberendezés gazdaságosan létesíthető.

Ezzel szemben az erdőgazdálkodásban a szabad ég alatt történő fakitermelés helye s a termelvény mennyisége évről évre s időszakonként változó és a gyáripari viszonylag kevés számú telephellyel szemben a termelés sok ezer helyen folyik.

A vágásterületekről feladóállomásra való ráfuvarozás az időjárástól, illetve az időjárás okozta útviszonyoktól függ és állandó jellegű szállítóberendezések, rakodók a változó termelési helyek miatt csak kedvező esetben építhetők ki.

A nagy súlyú és nagy térfogatú erdei termékek a közforgalmú vasutak rakterületein nagyobb mennyiségben a helyhiány, az uszályrakodókon az árvízveszély miatt nem tarthatók és a legtöbb esetben csak kisebb mennyiségű kiegyenlítő tartalék felhalmozására alkalmasak.

Minthogy az erdőgazdálkodás sokkal több változó tényezővel dolgozik, mint a gyáripar, a szállítás tervszerűségének és egyenletességének biztosítása jóval nehezebb, de éppen ezért arra nagyobb gond is fordítandó.

Az erdőgazdaság értékéhez képest viszonylag nagy súlyú és térfogatú termelvényeket termel és ennek az értéknek igen nagy hányada a mozgatási költségekből keletkezik. Egy köbméter fűrészrönk fűrésztelepi értékének mintegy 60 %-a, a sarangolt tűzifa fatelepi értékének mintegy 78 %-a a mozgatásból származik. Következik ebből, hogy a szállítás az erdőgazdasági termelésnek döntő és elválaszthatatlan része s az erdőgazdasági termelőerőket kifejleszteni s az erdőgazdaság egész területét egy termelékenyebb termelési folyamatba bekapcsolni csak akkor lehet, ha a szállítási lehetőségeket időben megteremtettük és kifejlesztettük.

A szállítás lényegében a termelt javak szállítására való előkészítésével és összegyűjtésével kezdődik, a szorosabban vett távolsági szállítóeszközökre való ráfuvarozással és berakással folytatódik, majd következik a távolsági szállítás, a kirakás és végül az elfuvarozás.

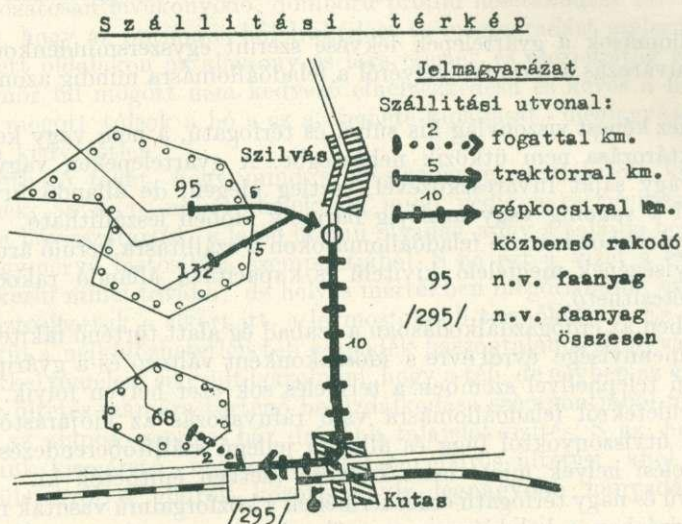
Ha a termelvényt távolsági szállítóeszközök (vasút, hajó) igénybevétele nélkül juttatjuk el a fogyasztóhoz vagy továbbfeldolgozóhoz, úgy befuvarozásról beszélünk.

A szállítások többféle szempontból osztályozhatók. Minthogy a termelő üzemet elsősorban az érdekli, hogy mely szállításokat, illetve a szállítások melyik részét kell

sajátmágának megszerveznie, üzemi szállításnak mondjuk mindazon szállításokat, amelyeket — függetlenül attól, hogy a szállítóeszközök kinek a birtokában vannak — az üzem szervez meg. Idegen szállításnak nevezzük azt a szállítást, melyet külső szállító szerv szervez és old meg.

* * *

Az erdőgazdaságban a rá- és befuvarozásokat belső anyagmozgatásnak nevezni erőltetett, egyrészt, mert nem kizárólag az erdőgazdasági üzem területén folynak le, másrészt, mert a belső anyagmozgatás a szállítástól nem válik el olyan élesen, mint az iparban. Az erdőgazdasági üzem termelési formája következtében a termeléssel közvetlenül kapcsolódó anyagmozgatási tevékenység legnagyobb része — úgy a szervezés,



1. ábra.

mint a lebonyolítás szempontjából is — teljesen azonos a szorosan vett szállítással: így tehát az erdőgazdaságban fellépő anyagmozgatásokat a szállítási tevékenységnek kell tekinteni. Egyedül az összegyűjtéssel kapcsolatos tevékenység — a közelítés — az, melynek munkamódszere lényegesen eltér a szállítás munkamódszerétől.

A szállítás-tervezés és szervezés első állomása a szállítási feladatok felmérése: ennek során elsősorban a szállítandó fatömeg termelési helye, nagysága, a szállítás útvonala, távolsága és a szállítóeszköz fajtája tisztázandó. Ezeket az adatokat az szállítási terv-térkép segítségével állapítjuk meg.

A szállítási feladat nagyságának, illetve a teljesítménynek mérésére a továbbított teher és a szállítás közben megtett út szorzatát használjuk. Egységül a tonnakilométer szolgál, ahol a szorzatban a súly tonnában, a távolság kilométerben van kifejezve.

$$1 \dots \dots S = Q \cdot T$$

A tonnakilométer mérőszám megszabja ugyan a feladat vagy végrehajtott szállítás esetén a teljesítés nagyságát, de nem határozza meg azokat az erőkifejtéseket, melyeket a feladat elvégzése érdekében tenni kell.

Nyilvánvaló ugyanis, hogy a szállítandó súly és a szállítási távolság viszonya, a szállító pálya minősége, a lejtési viszonyok, a szállítandó áruk nemétől függő rakodási idők, az alkalmazott szállítóeszköz stb. szerint 1 tonnakilométer teljesítéséhez különböző erőkifejtés, munkamennyiség szükséges. A szállítóeszközök teljesítőképessége

tehát adott viszonyok mellett más és más s pusztán a teljesített tonnakilométerek számából a teljesített munkára következtetni nem lehet. A gyakorlatban tehát a szállítási feladat nagyságának megállapításával egyidőben állapítjuk meg a megadott ütemhez képest a feladat megoldásához szükséges szállítóeszközök fajtáját és számát is.

A szállítóeszköz napi teljesítőképessége tonnakilométerben kifejezve

$$2 \dots S = Q \cdot T_h \cdot f$$

hol

- Q = a járműre egyszerre felterhelt termék súlya tonnában
- T_h = a hasznos út távolsága kilométerben
- f = a naponta megtehető fordulók száma.

A napi fordulók számát a következő képlet adja :

$$3 \dots f = \frac{I \cdot c}{(i_f + i_l) + (i_{\bar{u}} + i_t) \cdot t}$$

hol

- I = napi üzemidő percekben
- i_f = felterhelés ideje percekben
- i_l = leterhelés ideje percekben
- $i_{\bar{u}}$ = terheletlen állapotban 1 km megtetéséhez szükséges idő percekben
- i_t = ugyanaz terhelt állapotban
- t = szállítási távolság
- c = a munkaszervezés jószágától függő üzemidő kihasználási tényező.

A napi fordulók számát behelyettesítve az előző képletbe lesz a napi teljesítőképesség

$$4 \dots S = Q \cdot T_h \cdot \frac{I \cdot c}{(i_f + i_l) + (i_{\bar{u}} + i_t) \cdot t}$$

A tonnakilométerben megszabott szállítási feladatot osztva a szállítóeszköz tonnakilométerben meghatározott napi teljesítőképességével, megkapjuk a feladat elvégzéséhez szükséges összes munkanapok számát.

E munkanapok számát osztva a rendelkezésre álló szállítóeszközök számával, megkapjuk a feladat elvégzéséhez szükséges időtartamot : ha a munkanapok számát a feladat elvégzésére szánt idővel osztjuk el, úgy a beállítandó szállítóeszközök számát nyerjük.

Rövid szállítási távolság mellett, különösen, ha nagy a szállítóeszköz mozgási sebessége, a fel- és leterhelési idők igen nagy részét kötik le a szállításra fordított összes időnek.

Éppen ezért az erdőgazdaságban különös gondot kell fordítani a rakodások helyes megszervezésére, mert minél rosszabb az arány a rakodás és a vontatási idő között, annál kisebb lesz a szállítóeszköz tonnakilometrikus teljesítménye. Ezért minél nagyobb a szállítóeszköz sebessége, annál hosszabb szállítási távolságra alkalmazható csak gazdaságosan. Növekvő távolságoknál tehát gyorsabban mozgó szállítóeszköz megválasztása kívánatos.

A megfelelő vonóerő, illetve szállítóeszköz kiválasztása az erdőgazdasági szállítások eredményességét tehát döntően befolyásolja.

A kapacitás alatt a szállítóeszközök teljesítőképességének felső határát értjük s annak nagysága egyenes arányban áll a vonóerő erő kifejtésével, a menetsebességgel, a teherbíróképességgel, a szállítóeszköz munkaidejével, a szállítási távolsággal s fordított arányban áll a rakodási idővel.

A kapacitást a gyakorlatban teljesen elérni nem lehet, csak többé-kevésbé megközelíteni.

Minthogy egyes tájegységek determinálják a kapacitás kiteljesíthetőségének mértékét, a gyakorlati tervezés számára az elméleti kapacitás helyett gyakorlati normák meghatározása kívánatos a tényleg elérhető eredmények könnyebb felmérése és a dolgozók teljesítményének emelése végett.

Az erdőgazdasági üzemi szállításokat a szállítás első szakaszában jellemzi a közéltés, vagyis nagy tömegeknek kistávolságra való gyűjtögető szállítása.

A legrövidebb távolságokon a rakodási idők csökkentése érdekében tehát indokolt olyan közelítési módok alkalmazása, ahol a fel- és leterhelés kevés időt vesz igénybe: ilyen a láncsal való vonszolás. Hosszabb távolságnál célszerű a rönknek szára, vagy szekér-előre való felemelése.

Mindkét esetben a helyi viszonyokhoz képest vonóerőnek választható élő vagy gépi vonóerő, ökör, ló, kézi vagy motoros meghajtású csörlő, körmös és kerekes traktor.

A távolság növekedésével a faanyagot már szekérré, szárra vagy traktor-pótkocsira kell felterhelni. A terhelési idők csökkentése, illetve a vonóerő jobb kihasználása érdekében a rakodómunkások számát kell megfelelően megszabni illetve egy traktor mellé több pótkocsit kell beosztani.

Az állati vonóerőnek a gépivel szemben igen nagy előnye, hogy teljesítőképessége rövid időre a teljesítményének két-háromszorosára is fokozható. Ez a tulajdonsága a legnehezebb viszonyok között is jó munkateljesítményt biztosít.

Útviszonyok szerint a traktor lehet láncsal vagy kerekes. Fűvott-kerekű traktor már csak jó útviszonyok mellett kerül alkalmazásra s felázott földűtra nem való.

Csúsztatók más közelítőeszközökkel együtt kerülnek alkalmazásra: a csúsztatófejhez ugyanis a csúsztatandó tömeget össze kell gyűjteni.

Közepes távolságok, de nagyobb tömegek mellett — különösen, ha az útviszonyok rosszak és a terepviszonyok megengedik — repülővágányok építése célszerű.

Jó úthálózatnál a hosszú távolságú fuvarozás eszköze a tehergépkocsi. A legkülönbözőbb kívánalmakhoz jól símul, gyorsan átcsoportosítható, s jól megszervezett rakodás mellett gyorsasága következtében nagy teljesítőképességű.

Úthálózattal fel nem tárt erdőkben egyirányú gravitáció és igen nagy fatömegek mellett igen megbízható és olcsó szállítóeszköz az erdei vasút.

Az eltérő szállítóeszközök közül mindig azt kell választani, amelyik az adott viszonyok között a szállítás biztonsága mellett a leggazdaságosabb.

Egyrészt a szállítás tervszerűségének biztosítására, másrészt az egyik fajta szállítóeszköztől a másfajta felé való átterhelés megkönnyítésére közbenső rakodókat kell telepíteni. Minthogy nem lehet eléggé hangsúlyozni azt, hogy a szállítóteljesítményt a rakodási idők döntően befolyásolják, az átrakodási helyeket lehetőleg úgy kell kiválasztani, hogy oldalrakodás megoldás alkalmazható legyen.

A szállítások tervezésekor foglalkozni kell már jóelőre mindazon műszaki létesítmények megtervezésével és megépítésével, melyek nélkül a szállítás nem bonyolítható le, vagy melyek azt elősegítik: így meg kell tervezni a szükséges út, átereszt és híd-javításokat, karbantartásokat, az újonnan építendő csúsztatókat, repülővágányokat stb.

Hasonlóan meg kell tervezni s még a szállítások megkezdése előtt kivitelezni kell a közbenső és feladóállomási rakodókon a rakodások megkönnyítésére szolgáló ideiglenes vagy állandó berendezéseket is.

A céltudatos és minden körülményt figyelembe vevő szállítástervezés biztosítja az erdőgazdasági szállításoknak nemcsak egyenletességét és ütemszerűségét, de egyben gazdaságosságát is.

I R O D A L O M

Turányi István: Szállítási feladat a tervezésben. — *Almási Gábor*: A mezőgazdasági üzem szállításainak szervezése és tervezése.

Erdőgazdasági feltáróutak emelkedési viszonyai

PARTOS ANTAL

A gépkocsiszállítás költségeit az utak emelkedői igen erősen befolyásolják. A szállítási költségek alakulása többek között a gépkocsi szerkezetének, valamint az utak emelkedőinek természetes függvénye.

Tanulmányunk célja az, hogy rámutassunk a gépkocsi szerkezetére és az utak emelkedési viszonyai között fennálló összefüggésekre, valamint a dinamikailag helyes pályatervezés fontosságára a gépkocsi teljesítményének jobb kihasználása érdekében. Alábbiakban a gépkocsiutaknak emelkedőben levő egyenes pályaszakaszait vizsgáljuk, de az emelkedéssel bíró kanyarulatok és átmenetek tárgyalására ezúttal nem térünk ki.

1. A gépkocsi alapmozgásának összefüggései

A gépkocsi egyenesvonalú mozgása közben a pálya hossz tengelyével párhuzamosan működő hajtó, vagy fékezőerőkkel szemben ellentétes irányú ellenálló erők, továbbiakban ellenállások jelentkeznek. Legyen V a hajtóerő kg-ban és E_δ az összes ellenállás kg-ban, akkor:

1. $V = E_\delta$; a gépjármű egyenletes sebességgel halad.
2. $V > E_\delta$; a gépjármű gyorsuló mozgással halad.
3. $V < E_\delta$; a gépjármű lassuló mozgással halad.

Rendes üzemi körülmények között a gépkocsi kerekei csúszás- és köszörülésmentesen gördülnek. A kerekek gördülésének alapfeltétele, hogy a kerületi erő (V) kisebb legyen, mint a fellépő súrlódó erő (adhéziós vonóerő).

A csúszásmentes gördülés feltétele eszerint:

$$V = \mu_1 \cdot Q_a \dots, \text{ ahol}$$

Q_a = a hajtott kerekre eső súly (adhéziós súly) tonnában. Q_a értéke a kéttengelyes hátsókerék-meghajtású tehergépkocsinál általában az összsúly $\frac{2}{3}$ -a.

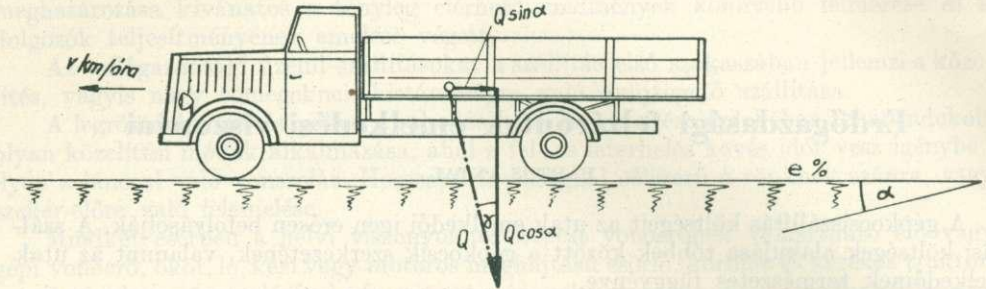
μ_1 = a tapadó súrlódási együttható (kg/t) · μ_1 értékeit Schneck az alábbi táblázatban foglalta össze:

1. táblázat

A tapadósúrlódás értékei

Útburkolat	Tapadó súrlódás μ_1 kg/t		
	száraz	nedves	jeges
Kavics	700	400	
Kő	600	300	
Beton	650	350	200—250
Aszfalt	500	200	
Fakoccka	550	300	
Föld	500	200	
Homok	400		

Az 1. ábra szerint a gépkocsi összsúlya Q , az



1. ábra. Emelkedőn haladó tehergépkocsi.

emelkedő hajlásszöge α , %-os értéke «e». A gépkocsi sebessége legyen v km/óra. Az ábra szerint a gépkocsinak a gördülő és a levegőokozta ellenálláson kívül az emelkedő ellenállását is le kell küzdenie. Az 1. ábra alapján a gördülő- és emelkedőellenállás értéke:

$$E = \mu Q \cdot \cos \alpha + 1.000 \cdot Q \cdot \sin \alpha \dots \text{kg.}$$

Az egyenletet $\cos \alpha$ -val elosztva és $\cos \alpha = 1$ közelítő helyettesítést alkalmazva:

$$E = Q [\mu + 1000 \cdot \text{tg} \alpha]; \text{ de } \text{tg} \alpha = \frac{e}{100}, \text{ tehát}$$

$$E = Q [\mu + 10 \cdot e]$$

$10 e \cdot Q$ érték az emelkedőokozta ellenállás. $10 e \cdot Q$ értéke lejtőben való haladáskor értelemszerűen negatív.

Az E. Rend. Intézet gépkocsiútjaink kiépítési sebességét legújabbán 40, illetve 60 km/óraban állapítja meg. Ilyen sebesség kifejtése esetén már számottevő a levegő ellenállása. A levegőellenállás összes hatását a gépkocsi homlokfelületére koncentrálnva:

$$E = c' \cdot F \cdot v^2 \dots \text{kg}$$

c' = a gépkocsi alakjától függő tényező. Értéke a tehergépkocsiknál általában 0.006

F = a gépkocsi homlokfelülete m^2 , tehergépkocsiknál általában 4–7 m^2 .

v = a gépkocsi és a szél relatív sebességkülönbsége km/óra.

Jó közelítéssel $F = 6 \text{ m}^2$ -t véve, tehergépkocsiknál

$$E_2 = 0.006 \cdot 6 \cdot v^2 = 0.036 v^2 \dots \text{kg.}$$

A képletbe v helyébe hátszél esetén a gépkocsi és a levegőmozgás sebességének különbségét, ellenszél esetén pedig azok összegét helyettesítjük be.

Figyelembevève a levegőokozta ellenállást, az összes ellenállás általános egyenlete az emelkedőn (lejtőn) mozgó gépkocsinál:

$$E_0 = Q \cdot [\mu \pm 10 \cdot e] + c' \cdot F \cdot v^2 \dots \text{kg}$$

Egyenletes sebességgel történő haladás esetében a vonóerő és az ellenállások egyenlősége alapján a szükséges vonóerő:

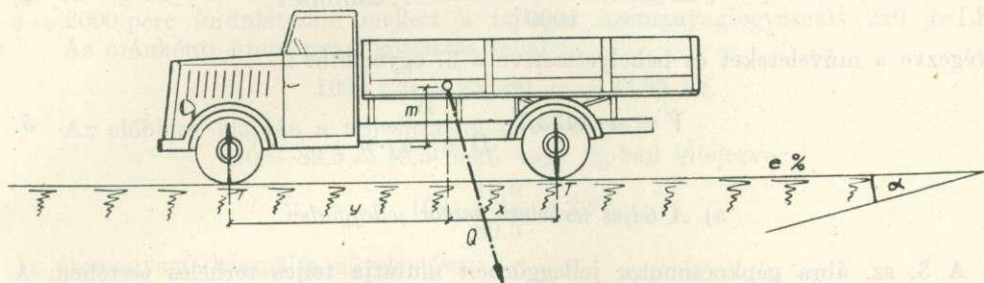
$$V = Q \cdot [\mu \pm 10 \cdot e] + c' \cdot F \cdot v^2 \quad 1.$$

ahol $V = \mu \cdot V_{m0}$ és a csúszásmentes gördülés alapfeltétele szerint pedig:

$$\mu_1 \cdot Q_a \geq \mu \cdot V_{m0}$$

ahol μ az erőátvitel mechanikus hatásfoka.

Az emelkedőn haladó gépkocsi súlyelosztása, tehát a tengelynyomások arányában megváltozik. Az első tengelynyomás csökken, a hátsó tengelyen pedig túlterhelés jelentkezik. A 2. ábra alapján :



2. ábra. Az emelkedőn a tehergépkocsi hátsó tengelyén többletterhelés, az első tengelyén pedig ugyanolyan értékű terheléscsökkenés jelentkezik.

$$T = \frac{Q}{x+y} \left[y \sqrt{1 - e^2 \cdot 10^{-4}} + m \cdot e \cdot 10^{-2} \right]$$

Hátsó kerékmeghajtás esetében a csúszásmentes gördülés alapfeltétele tehát :

$$\mu_1 [Q_a + T] \geq u V_{mo}$$

2. A gépkocsi motorjának jelleggörbéi

A gépkocsimotor teljesítménye, fordulatszáma, nyomatéka, vonóereje és üzemanyagfogyasztása közötti összefüggéseket a motor karakterisztikáinak nevezzük s ezeket az összefüggéseket a motor jelleggörbéivel ábrázoljuk.

A motor teljesítménye LE-ben kifejezve :

$$N_{LE} = \frac{V_{mo} \cdot V}{270} \tag{2}$$

A képletben V_{mo} = a motor vonóereje ... kg
 v = a gépkocsi haladási sebessége ... km/óra.

A 2. sz. egyenletből a motor vonóereje :

$$V_{mo} = \frac{270 \cdot N}{v}$$

A belső ellenállások leküzdése után a hajtott kerék kerületén fellépő vonóerő

$$V_{mo} = \mu \frac{270 \cdot N}{v} \tag{3}$$

Továbbá legyen :

- n /perc = a motor percenkénti fordulatszáma,
- a_1 = a sebességváltó áttétele (változó érték),
- a_2 = a differenciálmű áttétele (állandó érték),

D = a hajtott kerék átmérője méterben,
akkor a gépkocsi haladási sebessége :

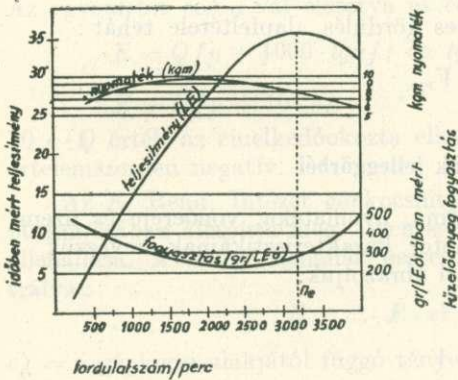
$$v = \frac{D \cdot \pi \cdot n \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot 60}{1000} \dots \text{km/óra} \quad 4.$$

Elvégezve a műveleteket és behelyettesítve a 3. egyenletbe :

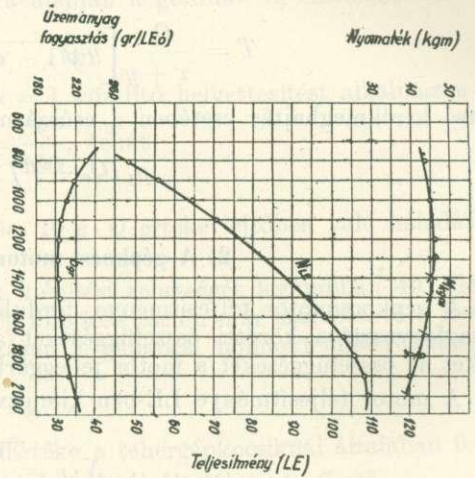
$$V = \mu \cdot 1433,1 \cdot \frac{N}{D \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot n} \quad 5.$$

a) *A teljes terhelésű motor jelleggörbéi.*

A 3. sz. ábra gépkocsimotor jelleggörbéit mutatja teljes terhelés esetében. A teljesítménygörbét vizsgálva láthatjuk, hogy a fordulatszám emelkedésével a teljesítmény növekedik és n_e fordulatszám mellett eléri maximális értékét. A motor fordulatszá-



3. ábra. Jellegzetes motorgrafikonok.



4. ábra.

JAÁZ—304 gépkocsimotor karakterisztikái.

számának további növelése már a teljesítmény rovására történik és a túlpörgetett motor teljesítménye visszaesik.

A 3. sz. ábra alsó részén az üzemanyagfogyasztás jelleggörbéje különböző fordulatszám mellett az üzemanyagfelhasználást gramm/lóerő-órában ábrázolja.

Az üzemanyagfelhasználás a teljesítmény nagyságától függ. A sebességváltó lehetővé teszi, hogy a gépkocsi azonos fordulatszám, tehát azonos teljesítmény mellett különböző sebességgel tudjon haladni. Az üzemanyagfelhasználás tehát, az áttételezéstől függetlenül, a gépkocsi különböző sebessége mellett is állandó értékű lehet.

A teljesítmény és az üzemanyag görbéjét vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a legkedvezőbb fajlagos üzemanyagfogyasztás a teljesítménygörbe azon szakaszához tartozik, ahol annak futása az egyenestől erőteljesen kezd eltérni. A legnagyobb teljesítmény fordulatszáma mellett a motor az optimálisnál (5–15%-kal) több üzemanyagot fogyaszt.

A 4. sz. ábrán JAAZ-204 szovjet gépkocsimotor jelleggörbéit láthatjuk teljes terhelés esetében. A legkisebb fajlagos üzemanyagfogyasztás az $n = 1200-1400$

fordulatok közé eső tartományban 202—203 gr/LEó, a legnagyobb teljesítmény pedig a legkisebb fajlagos fogyasztás esetén 1400/perc fordulatszám mellett 89,5 LE.

Az óránkénti üzemanyagfelhasználás $89,5 \cdot 202 = 18,074$ gramm = 18,07 kg.

A legnagyobb teljesítmény 109 lóerő. A legnagyobb teljesítményhez tartozó $n = 2000$ /perc fordulatszám mellett a fajlagos üzemanyagfogyasztás 220 gr/LEó.

Az óránkénti üzemanyagfogyasztás tehát:

$$109 \cdot 220 = 23,980 \text{ gr} = 23,98 \text{ kg.}$$

Az előbbiek alapján a teljesítmény növekedése:

$$109 - 89,5 = 19,5 \text{ lóerő vagy \% -ban kifejezve:}$$

$$100 \cdot \frac{19,5}{89,5} = 22\%$$

Az üzemanyagfelhasználás növekedése:

$$23 \cdot 89 - 18 \cdot 07 = 5 \cdot 91 \text{ kg, vagy \% -ban kifejezve:}$$

$$1000 \cdot \frac{5,91}{18,07} = 33\%$$

Az üzemanyagfogyasztás kihasználása pedig a legnagyobb teljesítmény mellett:

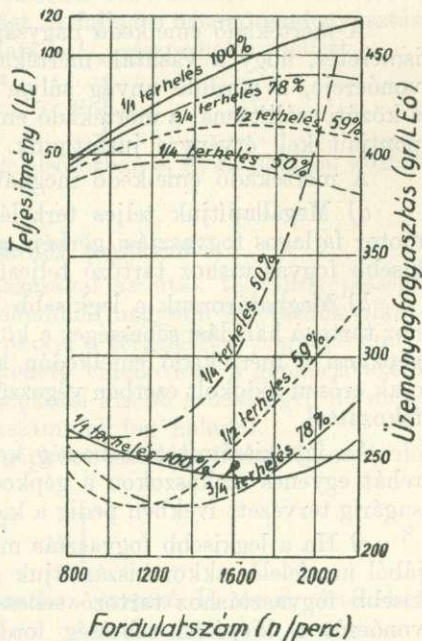
$$100 \cdot \frac{22}{33} = 67\%$$

A jelleggörbék alapján kitűnik, hogy a legnagyobb motorikus teljesítménnyel történő üzemeltetés nem gazdaságos, mert a fojtószelep állításával nem tudjuk biztosítani, hogy a legnagyobb teljesítmény mellett a fajlagos fogyasztás a legkisebb legyen. Kedvező a pálya vonalvezetése tehát, ha a motor a gépkocsi mozgásával szemben fellépő ellenállásokat a legkisebb fajlagos fogyasztás tartományához tartozó teljesítménnyel tudja leküzdeni.

b) A részleges terhelésű motor jelleggörbéi.

Az 5. ábrán hathengeres Maybach O. S. gépkocsimotor jelleggörbéi a fajlagos üzemanyagfogyasztás alakulását a motor különböző részterhelése mellett ábrázolják. Ha a fellépő ellenállások leküzdése a szükséges sebesség mellett nem kívánja a motor fordulatszámához tartozó legnagyobb teljesítmény kifejtését (pl. enyhébb emelkedőnél), akkor a gépkocsi részterheléssel, tehát $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ gázzal halad.

A részterhelés üzemanyagfogyasztásvonalai a teljes terhelés üzemanyagfogyasztásvonalát metszik. A metszéspontig a részterheléshez tartozó fajlagos üzemanyagfogyasztás a görbék alapján $\frac{3}{4}$ és $\frac{1}{2}$ motorterhelésnél kisebb, mint teljes terhelés esetén. A metszéspontok után a fordulatszám növelésével a részterhelés üzemanyagfogyasztás vonalai a teljes terhelés üzemanyagfogyasztás-vonala felett haladnak és meredekfutásúak. Müller idevonatkozó kísérleteinek eredményeit az alábbi táblázat adatai mutatják:



5. ábra. Maybach O. S. gépkocsimotor jelleggörbéi.

2. táblázat

Az üzemanyagfelhasználás alakulása különböző motorterhelés mellett

Motorigénybevétel	0	0,25	0,5	0,75	1
2 henger	0,12	0,263	0,47	0,72	1
3 henger	0,125	0,27	0,48	0,725	1
4 henger	0,15	0,29	0,49	0,74	1
6 henger	0,23	0,36	0,54	0,75	1

A számsorok alapján 3—4 hengeres motorok esetében az üzemanyagfogyasztás $\frac{3}{4}$ és $\frac{1}{2}$ részterhelés mellett jobban ki van használva, mint teljes terhelésnél, de hathengeres motoroknál is csak az $\frac{1}{2}$ részleges terhelésnél mutatkozik 4% aránytalanság a fogyasztás rovására.

c) Összefoglalás.

A gépkocsi a mozgással szemben fellépő ellenállások nagysága szerint a megkívánt sebességgel teljes, illetve részleges motorterheléssel fog haladni.

Törekvésünk, hogy az útpálya egyenes szakaszain, illetőleg még a határsugárral tervezett kanyarulatokban is a gépkocsi a kiépítési sebességet ki tudja használni. Ezen pályaszakaszokat tehát úgy kell tervezni, hogy a fellépő ellenállásokat (emelkedési, kanyarulati stb.) a gépkocsi a kiépítési sebesség legjobb kihasználásával a motor legkedvezőbb fogyasztása mellett le tudja küzdeni. Az erdőgazdasági feltáróutak tervezésénél tehát az emelkedők megválasztását dinamikai szempontból is meg kell vizsgálni.

3. A mértékadó emelkedő meghatározása

A mértékadó emelkedő nagyságát üzemi követelmények határozzák meg. Amint ismeretes, hogy a vasutak mértékadó emelkedőjét a vonóanyag sebessége, súlya és vonóereje, a gördülő anyag súlya, ill. az ellenállások befolyásolják, hasonlóképpen a közúti szállításnál a mértékadó emelkedő megválasztásánál a gépkocsik üzemi szempontjait kell érvényre juttatnunk.

A mértékadó emelkedő meghatározását az alábbi lépésekben fogjuk elvégezni:

a) Megállapítjuk teljes terhelés mellett a legkisebb fogyasztás tartományát a motor fajlagos fogyasztási görbéje alapján, s leolvassuk a teljesítménygörbéről a legkisebb fogyasztáshoz tartozó teljesítményt.

b) Meghatározzuk a legkisebb fogyasztástartomány legmagasabb fordulatszáma-hoz tartozó haladási sebességet a közvetlen (direkt) áttétel mellett. Kívánatos, hogy a gépkocsi a mértékadó emelkedőn a közvetlen sebességfokozattal tudjon haladni és csak erősen indokolt esetben végezzük számításainkat a hegymenet, tehát alacsonyabb fokozattal.

Az így kiszámított sebesség kedvező esetben magasabb a kiépítési sebességnél, tehát egyenes szakaszokon a gépkocsi nagyobb sebességet is ki tud fejteni, a határsugárig tervezett ívekben pedig a kiépítési sebesség mellett biztonságosan tud haladni.

c) Ha a legkisebb fogyasztás melletti sebesség az út teljesíthetősége szempontjából megfelelő, akkor kiszámítjuk a rendelkezésre álló vonóerőt. Ha azonban a legkisebb fogyasztáshoz tartozó sebesség a kiépítési sebességnél alacsonyabb, akkor a vonóerőt a kiépítési sebesség fordulatszáma-hoz tartozó teljesítmény alapján kell meghatároznunk. Ezt a megállapításunkat az indokolja, hogy a gépkocsiszállítás fő előnyét: a gyorsaságot az észszerűség határain belül ki kell használnunk.

d) Egyenletes sebességet feltételezve a vonóerők és ellenállások egyenlőségéből azután a mértékadó emelkedőt egyszerűen ki tudjuk fejezni :

$$V = Q[\mu + 10 \cdot e_m] + c' \cdot F \cdot v^2$$

$$\frac{V - c' \cdot F \cdot v^2}{Q} = \mu + 10 \cdot e_m$$

$$e_m = \frac{1}{10} \left[\frac{V - c' \cdot F \cdot v^2}{Q} - \mu \right] \quad 6.$$

Az egyenletben :

$$V = \mu \frac{270 \cdot N}{v} = \text{a legkedvezőbb fogyasztás teljesítményéből számított vonóerő kg}$$

v = a legkedvezőbb fogyasztás fordulatszámával számított sebesség (legalább a kiépítési sebesség.)

Dinamikai szempontból tehát mértékadó emelkedőnek azt az emelkedőt tekintjük, amely emelkedőn a gépkocsi teljes terhelésű motorral, a legkedvezőbb fogyasztás mellett egyenes pályaszakaszon legalább a kiépítési sebesség kifejtésével tud haladni. A dinamikai szempontból mértékadó emelkedő meghatározása a gazdaságos szállítás egyik alapfeltétele és alkalmazásával az utak magassági vonalvezetésénél fontos üzemi érdekek gyakorlati érvényrejuttatására nyílik lehetőség.

4. Részemelkedő meghatározása

a) A mértékadó emelkedőnél kisebb emelkedők kiválasztása

Ha a mértékadó emelkedőnél enyhébb lejtésű szakaszokat kell terveznünk, akkor a motor azonos fordulatszámmal (tehát állandó sebességgel) részletterheléssel fog dolgozni. A mértékadó-emelkedőnél enyhébb emelkedők tervezésénél a részterhelés üzemanyagfogyasztás-görbéi nyújtanak tájékoztatást. A fajlagos üzemanyagfogyasztás szempontjából kedvező enyhébb emelkedő alsó határa $1/2$ részterhelés mellett :

$$e_1 = \frac{1}{10} \left[\frac{V_{1/2} - c' \cdot F \cdot v_{1/2}^2}{Q} - \mu \right] \quad 7.$$

Fentiek szerint az enyhébb emelkedőket tehát elsősorban e_1 és e_m határok között igyekezzünk megválasztani.

b) A mértékadónál nagyobb emelkedők kiválasztása

A mértékadónál nagyobb emelkedők alkalmazásával az utak teljesítőképessége csökken. Megállapíthatjuk azonban, hogy a mértékadónál nagyobb emelkedők alkalmazása vonóerővesztéséget nem jelent, tehát a gépkocsi a terhelését a nagyobb emelkedőn is biztosan tudja továbbítani. A megnövekedett emelkedőn a gépkocsivezető visszakapcsol alacsonyabb sebességfokozatra és a gépkocsi kisebb sebességgel, de megnövekedett vonóerővel változatlan motorfordulatszámmal fog haladni.

Egy sebességfokozat visszakapcsolása után a gépkocsi számára kedvező emelkedő felső határa :

$$e_2 = \frac{1}{10} \left[\frac{V_h - c' \cdot F \cdot v_h^2}{Q} - \mu \right] \quad 8.$$

Az egyenletbe az alacsonyabb sebességfokozathoz tartozó V_h és v_h értékeket kell behelyettesíteni.

e_m és e_2 határok közötti részemelkedők megválasztását illetőleg utalunk a) alatt a részemelkedők megválasztásával kapcsolatban közölt megfontolásokra.

5. Az emelkedők tervezési szempontjainak összefoglalása

Az emelkedők tervezésénél a dinamikai feltételek kielégítésével arra törekedünk, hogy a gépkocsi a kiépítési sebességet a legkedvezőbb fogyasztás mellett a legnagyobb mértékben tudja kihasználni.

Legyen e_1, e_2, e_3, e_n az emelkedők értéke, l_1, l_2, l_3, l_n az emelkedők hosszúsága és v_1, v_2, v_3, v_n az emelkedőkön kifejtendő sebesség, akkor az átlagos emelkedő:

$$e_o = \frac{e_1 l_1 + e_2 l_2 + e_3 l_3 + e_n l_n}{l_1 + l_2 + l_3 + l_n}, \quad 9.$$

az átlagos sebesség pedig, ha ezúttal nem vesszük figyelembe az indítási, gyorsítási, lassítási sebességváltozásokat:

$$v_o = \frac{v_1 l_1 + v_2 l_2 + v_3 l_3 + v_n l_n}{l_1 + l_2 + l_3 + l_n} \quad 10.$$

Ha $e_o = e_m$ és $v_o = v_m$, akkor a pálya magassági vonalvezetése dinamikai szempontból kedvező. Ha képezzük az alábbi hányadosokat:

$$\frac{v_o}{v_m} = d_v \text{ és } \frac{e_o}{e_m} = d_e,$$

akkor olyan értékeket kapunk, amelyek a pálya vonalvezetésére dinamikai szempontból jellemzőek. d_v és d_e kifejezéseket tehát a szállítópálya dinamikai indexszámának nevezhetjük. d_v értéke kedvezően az egységnél nagyobb is lehet, míg d_e legkedvezőbb értéke egyenlő az egységgel.

Ha a pálya hosszszelvényét dinamikai megfontolások alapján tervezzük, akkor előremenő számításokkal pontosan elkészíthetjük a gépkocsiszállítás üzemi diagrammját. Az üzendiagramm alapján a szállítási időről, az üzemanyagfelhasználásról, a motorigénybevételről pontos képet alkothatunk magunknak és így a pályatervezés helyességéről szabatos számításokkal tudunk meggyőződni.

Jelen tanulmányunkban szándékosan nem foglalkoztunk az indítás, gyorsítás, fékezés, lassítás úttervezési vonatkozásaival, továbbá az esések, ellenesések, a lejtmenet problémáival és az emelkedők közötti átmenetek dinamikai kérdéseivel. Ezek tárgyalását következő tanulmányunkban kívánjuk összefoglalni és egyúttal az erdőgazdasági feltáróutak emelkedőire vonatkozó javaslatunkat is a továbbiakban kívánjuk ismertetni. Kétségtelen, úttervezésünk egyik hiányossága, hogy a pályavonal tervezésénél a gépkocsiszállítás dinamikai törvényszerűségeit szabatosan eddig nem alkalmaztuk. Ha azonban végigtekintünk úttervezésünknek az elmúlt évek alatt bekövetkezett fejlődésén, megállapíthatjuk, hogy a gyakorlati tervezés helyes irányban halad. Tervezőink konkrét szállítástechnikai problémákat felülvizsgálva igyekeztek a gépkocsiközlekedés számára legkedvezőbb vonalvezetést megkeresni és ezen törekvésük is azt bizonyítja, hogy úttervezéseinknél az emelkedők, kanyarulatok és átmenetek, mint fő tervezési elemek alkalmazásánál a szállítópálya és a gépjárművek kölcsönös kapcsolatát kell alapul vennünk. Megállapítható, hogy a dinamikai szempontból helyes pályatervezés aállítás gépesítésének egyik leglényegesebb alapfeltétele.

IRODALOM:

- E. Platanov*: A JAZ—200 és MAZ—205 gépkocsik gazdaságossága. Automobil 1950. 6. szám, 10. old. Moszkva. — *Dr. Ing. Wilhelm Müller*: Die Fahrdynamik der Verkehrsmittel. Berlin, Verlag von Julius Springer. 1940. — *Vásárhelyi*: Útépítéstan. Tankönyvkiadó, 1951. Budapest. — *Jesch*: Gépkocsizók könyve. Tudományos Könyvkiadó N. V. Budapest. 1950. — *Lorenz*: Erfahrungen über die Verkehrsabwicklung und Verkehrssicherheit auf Autobahnen. Strasse und Verkehr. No 7. Zürich.