

# AZ ÉPÍTŐGÉPEK INTENZÍV KIHASZNÁLÁSÁNAK MŰSZERES MÉRÉSE

GÉMES József, BALPATAKI Antal

Budapesti Műszaki Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar  
Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszék

Az építőgépek teljesítményének, teljesítőképességének jobb kihasználása, a termelés hatékonyságának növelése érdekében szükséges a termelői kapacitás folyamatos ellenőrzése és elemzése.

A gépek kapacitás-kihasználásának ismerete jelentős tényező a

- gépberuházási döntések meghozatalánál (kell-e és mekkora kapacitás-növelés szükséges);
- hatékony munkaszervezésben (tartalékfeltárás, kapacitás ellenőrzés, tervezés);
- energiagazdálkodásban (műszakilag indokolt üzemanyagnorma-képzés, ellenőrzés);
- karbantartás és javítás tervezésében (tényleges teljesített üzemóra és gépelhasználódás);
- teljesítmény célirányai bérezésben (teljesítményprémium, üzemképességi prémium).

A termelési kapacitás kihasználását mennyiségi és minőségi mutatókkal jellemezhetjük. A mennyiségi (extenzív) mutató (rendelkezésre álló időalap kihasználása) képzéséhez szükséges időadatok műszeres mérése megoldott, a műszerek gyakorlati elterjedése, beépítése, illetve a szolgáltatott adatok feldolgozása az építőiparban jelenleg is folyik.

A tartalékok feltárásának, a hatékonyság növelésének lehetőségeit az intenzív kihasználási mutatók vizsgálatával sokoldalúbban tárhatjuk fel. Az intenzív kihasználási mutató a gép vagy berendezés teljesítményének, illetve teljesítőképességének a kihasználását jellemzi.

A teljesítőképesség kihasználásának meghatározása során az időegység alatt előállított (fejtett, rakodott, bedolgozott stb.) tényleges termékmennyiség és a normák alapján maximálisan előállítható tényleges termékmennyiség arányát vizsgáljuk. A maximális teljesítménynormák technikai paraméterekből műszeres méréssel, vagy megfelelő gyakorlati tapasztalatok esetén becsléssel, számítással kellő pontossággal előírhatók. Az előállított tényleges termékmennyiség (természetes egységben mért teljesítmény) gépenkénti pontos

meghatározása az építőgépek többségénél nem egyszerű feladat. Földmunkagépeknél pl. a természetes egységben mért teljesítmény a kitermelt vagy bedolgozott talaj térfogata vagy tömege, a megmunkált felületek területe vagy a megmunkálás minősége (talajtömörtség) alapján határozható meg.

A gépek teljesítményének kihasználását a beépített erőgép által leadott teljesítményszint, vagy az erőátviteli rendszer által átvitt teljesítmény, illetve a gép terhelésének (teljesítményszintjének) meghatározásával is jellemezhetjük. Ebben az esetben az adott munkánál átlagosan leadott motorteljesítmény és a beépített motor névleges (maximálisan leadható) teljesítményét viszonyítjuk egymáshoz.

Kutatásaink alapvető célját az intenzív mutatók képzéséhez szükséges üzemi teljesítményadatok feltárása és azok objektív, műszeres mérési módszereinek meghatározása jelentette.

### Építőgépek teljesítménykihasználásának meghatározási módszerei

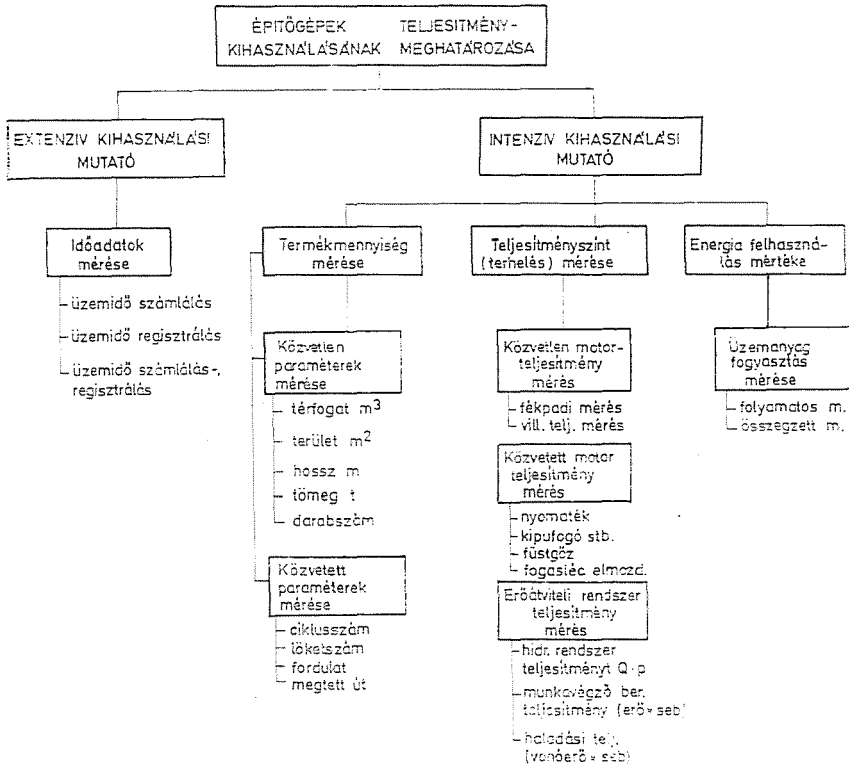
Az építőgépek intenzív kihasználásának megbízható műszeres ellenőrzéséhez a természetes egységben mért teljesítőképesség, vagy mindenkori terhelési szint mérése szükséges. A felépítésükben, hajtási, erőátviteli rendszerükben eltérő, változatos technológiai feladatokat ellátó, szakaszos üzemű és ciklikus terhelésű gépek teljesítményének mérésére általános, minden gépre megfelelő vizsgálati módszer nem áll rendelkezésre. Mivel azonban a gépek munkafolyamatában lezajló események, jelenségek valamilyen formában mindig érzékelhetők, lehetőség van azok érzékelésére, mérésére, regisztrálására.

Földmunkagépeknél az üzemet jellemző s a kihasználási mutatók képzéséhez szükséges teljesítmény-tényezőket és mérési módszereket az 1. ábra foglalja össze.

### Termékmennyiség mérése

A földmunkagépek által kitermelt földmennyiség (előállított termék) meghatározásának közvetlen és közvetett útja lehetséges. A gépek munkáját jellemző fontosabb paramétereket (talaj tömege, térfogata, terep felülete, hossza) a jelenlegi gyakorlat szerint az építési tervek, ill. a felmérési naplók tartalmazzák. Ezek az adatok egy adott gépre vonatkoztatva pontatlanok, sok esetben megbízhatatlanok, kellő időben nem adnak tájékoztatást a gép napi, heti munkájáról és a teljesítménykihasználásról.

A földmunkagépeknél a teljesítményt gépre szerelt műszerrel közvetlenül, egyszerű módon nem tudjuk mérni. Ezért a kitermelt talajmennyiség, illetve az elvégzett munka mérését közvetett módszerrel célszerű elvégezni, amikor



1. ábra

a talajmennyiséggel arányos, könnyen mérhető ún. közvetett paramétereket mértünk.

A közvetett paraméterek géptípusonként eltérőek. Szakaszos üzemű gépeknél a teljesítmény mérés legalkalmasabb módszere a ciklus-számlálás, amely a természetes egységben mért termékmennyiségre pontos vagy átlagos értéket ad. Folyamatos üzemű, nem ciklusosan dolgozó földmunkagépeknél közvetett paraméternek a megtett utat, vagy a terheléssel megtett kerékfordulatok számát választottuk.

Vizsgálataink során olyan jelképzéses mérőműszert alakítottunk ki, mely szelektív jelérzékeléssel alkalmas volt az általunk célszerűnek ítélt paraméterek (megtett út, ciklusszám) meghatározására.

Kotrógépnél a munkaciklus valamely jellemző műveleti elemét érzékeljük egy megfelelő jeladóval és az állapotok meglétének, illetve hiányának változását megszámlálva, azt a műveletek illetve a ciklusok számával azonosítjuk. A ciklus számlálás azonban nem azonosítható egyértelműen valamely kitüntetett cikluselem megszámlálásával, mert a kiválasztott tevékenység a munkavégzéstől függően esetenként többször is előfordulhat egy munkacikluson belül.

Emiatt a műszeres számlálást olyan műszer bekötésével oldottuk meg, amely mindenfajta kotrási munka ciklusainak számát egyértelműen jelzi a munka jellegétől függetlenül. Ez úgy érhető el, hogy a gép munkavégzési műveleteiből két olyan műveletelemet választunk ki, amelyek a ciklusban egymást felváltva követik és egyik jel ismétlődése nem, de a két jel egymás utáni bekövetkezése működteti a számlálóegységet.

A hidraulikus kotrógépeknél a különböző kotrási munkák munkaciklusainak és a gépek szerkezeti kialakításának elemzéséből megállapítottuk, hogy ez a két alapvető műveleti elem a nyesés (a kanál megtöltése közben a hidraulikus rendszer nyomása adott szintre növekszik), és az utána következő *elfordulás* bekövetkezését célszerű érzékelni (megfelelő logikai kapcsolatba hozni).

Az üzemi mérések során a felsőváz elfordulás és a kotrási nyomás értékeinek megfelelő megválasztásával vezérelt rendszer számlálóegysége a kotrási folyamat tényleges ciklusszámát rögzítette.

A mérési módszer gyakorlati megoldását a kényszerürítésű, tolóajtós földnyesőgép műszerezési vázlatán mutatjuk be.

A földnyesőgépek teljesítményét a kitermelt anyag térfogatával és a munkavégzés során megtett út (nyesési-szállítási-ürítési út) hosszával lehet jellemezni. Adott nyesőládatérfogat ( $q$ ) esetén a láda óránkénti töltési (vagy ürítési) száma ( $n_c$ ) és a föltési fok ( $f$ ) ismeretében a  $m^3$ -ben mért óránkénti teljesítmény:  $Q = q \cdot n_c \cdot f$ .

A munkavégzés közben megtett úthossz

$$L = K_{\text{kerék}} \cdot n_{\text{kerék}} (m)$$

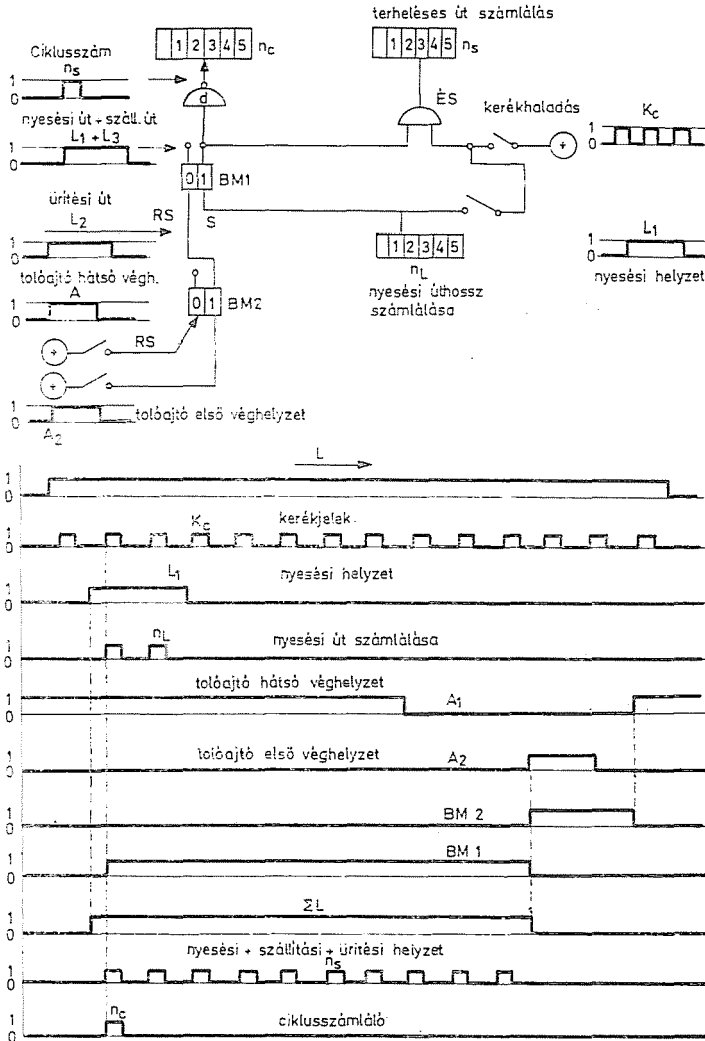
Az üzemi mérésnél az ürítési ciklusok és a kerékfordulatok számlálásához:

- kerékjelet (fordulatonként egy impulzus)
- nyesési helyzetjelet (ládaemelő henger löketének adott helyzete, vagy a nyesőláda és gépváz közötti helyzete)
- ürítési helyzetet (a tolóajtó első és hátsó véghelyzete) vettük alapul.

A műszerezés logikai kapcsolása (2/a. ábra) és az idődiagram (2/b. ábra) segítségével követhetjük a ciklusszámlálás lefolyását.

A ciklusszámlálás feltétele a nyeséssel való haladás és a tolóajtó első  $A_2$ , majd hátsó  $A_1$  véghelyzetének ismétlődő bekövetkezése.

A három számláló külön számlálja a ciklusok számát ( $n_c$ ), a nyesési utat ( $n_L$ ) és a gép terheléses útját ( $n_S$ ).



2. ábra

### A terhelési szint mérése

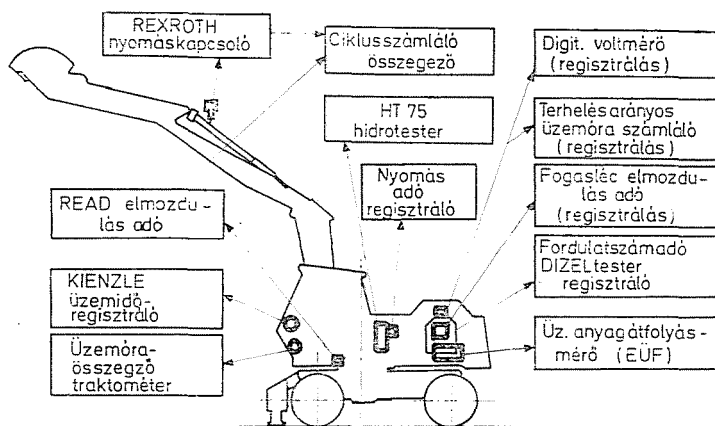
A földmunkagépek üzemi terhelése a munkavégzés körülményeinek (talajellenállás, üzemi sebességek, erőátviteli rendszer, környezeti tényezők stb.) hatására változó. Az átmeneti terhelésváltozások áthidalására, csökkentésére speciális (össz-szabályozású) üzemanyag adagolókat, hidrodinamikus tengelykapcsolókat, — nyomatékvtókat vagy teljesítményszabályzású szivattyúrendszereket alkalmaznak. Ennek ellenére a beépített Diesel-motorok változó terhelésen üzemelnek.

A motor leadott teljesítményét motor fékpadon és adagoló próbapadon végzett hitelesítési mérések után üzemi vizsgálatokkal határoztuk meg. A fékpad méréseken a motor teljesítményszint és a közvetett jellemzők (üzemanyag-fogyasztás, fogasléc elmozdulás, fordulatszám, motor hőfok, füstgázhőfok) összefüggéseit vettük fel.

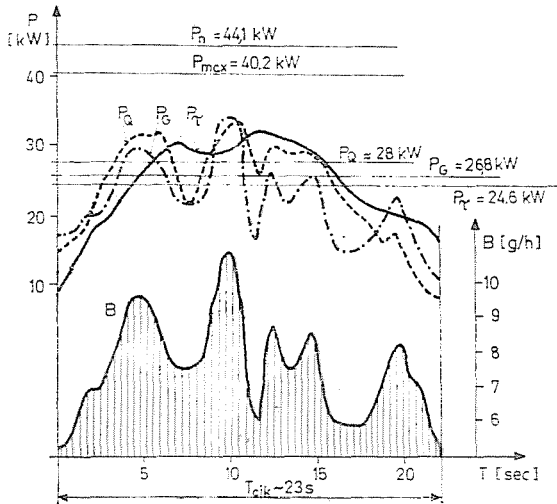
Hidraulikus kotrógépek különböző kotrási feltételek mellett végzett üzemi méréseivel meghatároztuk a gépek tényleges terhelésszintjeit. A 3. ábra a műszerezési lehetőségeket mutatja meg a CASTOR típusú kotrógépnél. A vizsgálatok során több mérési módszert alkalmaztunk.

A rendszerint mobil jellegű kotrógépek Diesel-motorja a terhelés változására az üzemanyagdózis növelésével (csökkentésével) és kismértékű fordulatszám változtatással reagál. Az adagolt üzemanyag mennyiségét az adagoló fogasléc helyzete és a fordulatszám határozza meg, így a fogasléc elmozdulás ( $l$ ) mértéke közvetve arányos a terheléssel. A fogasléc elmozdulás és fordulatszám ismeretében meghatározhatjuk az üzemanyag-felhasználás változását és közvetve a terhelési szintek alakulását.

Ellenőrző mérésként dugattyús átfolyásmérővel mértük a motorban ténylegesen elégetett üzemanyag mennyiségét ( $G$ ). A másik mérési módszernél felhasználtuk azt az ismert tényt, hogy a motor teljesítménye és a kibocsátott füstgáz hőmérséklete gyakorlatilag arányos egymással. A motor kipufogó esonkjába szerelt termoelemes mérőszonda villamos feszültség változásával követi a füstgáz hőmérsékletváltozását. A villamos jel megfelelően hangolt és fékpadon hitelesített elektronikus műszerrel ún. terheléses üzemórát számláló (ELKON — SD 103) műszer átalakításával folyamatosan mértük, regisztráltuk a füstgáz hőfokát, azaz közvetve a teljesítmény változását.



3. ábra



4. ábra

A földmunkagép motorja teljesítményét végső soron a hidraulikus rendszeren át fejt ki a munkaeszközön jelentkező terhelés legyőzésére. Így a hidraulikus erőátviteli rendszer által közvetített teljesítmény, a hidraulikus teljesítmény-komponensek ( $p$  — nyomás,  $Q$  — térfogatáram) mérésének segítségével ( $P = Q \cdot p$ ) meghatározható. A  $Q$  és  $p$  értékét a gépek hidraulikus rendszerébe megfelelően bekötött HYDROTESTER-rel mértük.

A kotrógépek különböző módszerrel meghatározott teljesítményszintje ismeretében a teljesítménykihasználás vizsgálható. A 4. ábrán példaként ismeretjük a CASTOR-06 típusú hidraulikus kotrógép kotrási ciklusa alatt a különböző módszerekkel meghatározott teljesítményszinteket:

- a fogasléc elmozdulással meghatározott üzemanyag fogyasztásból számított teljesítmény  $P_G$ ;
- a kipufogógáz hőmérsékletével jellemzett teljesítmény  $P_T$ ;
- a hidraulikus rendszer teljesítményátvitelére  $P_H$ .

A motor fékpadon mért ( $p_{max}$ ) és a katalógusban megadott névleges teljesítmény- ( $P_n$ ) szintek és a mért teljesítményszintek átlagának arányosítása alkalmas a teljesítmény kihasználás vizsgálatára.

Gémes József egy. tanársegéd  
Balpataki Antal egy. tanársegéd