

# AZ ÜTŐ ÉS VIBRÁLÓ HATÁSSAL TÖMÖRÍTŐ GÉPEK ÉS A TALAJ KÖLCSÖNHATÁSA, A GÉPEK OPTIMÁLIS ÜZEMI PARAMÉTEREINEK MEGHATÁROZÁSA

MÓDLI József

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

A különböző rendeltetésű földművek kivitelezése során a talaj előírt tömörségét gazdaságosan a dinamikus hatást (ütést és vibrálást) kifejtő tömörítőgépekkel lehet elérni. Ennek megfelelően kis tömegű földmunkáknál vibrodöngölőket, vibrolapokat és vibrohengereket, míg a nagy volumenű földmunkáknál vibrohengereket alkalmaznak. Kivételt jelent az agyagos, kötött talajok tömörítése, ahol a dinamikus hatás helyett a gyúró hatás eredményesebb és itt bütökös- és gumihengerek alkalmazása célszerűbb.

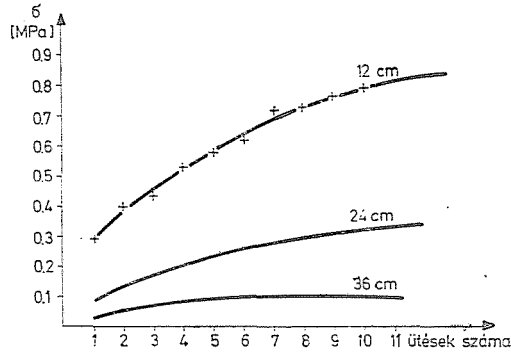
A korszerű tömörítőgépek tervezésének és gazdaságos alkalmazásának előfeltétele a gépek és a talaj kölcsönhatása törvényszerűségeinek ismerete, és ennek alapján a megfelelő gépparaméterek és üzemi jellemzők meghatározása. Az ehhez kapcsolódó oktatási-kutatási és alkalmazástechnikai feladatok megoldása érdekében végzett kutatások módszereit és eredményeit ismertetjük röviden.

## A dinamikus tömörítőhatás laboratóriumi vizsgálata

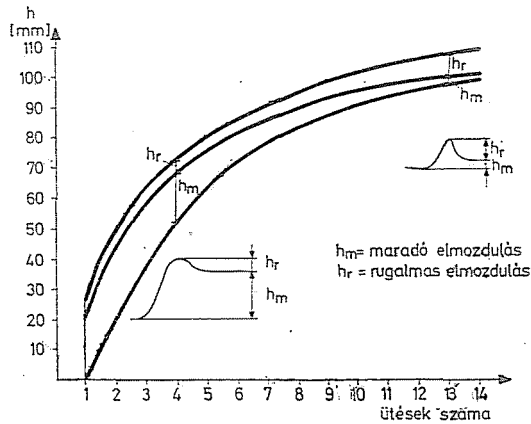
A gép és talaj kölcsönhatásának vizsgálata céljára az Építő- és Anyagmozgató Gépek Tanszék laboratóriumában létrehozott talajszekrényt alkalmaztunk az ejtő súly, a vibrációs lap és a vibrodöngölő hatásának vizsgálatára. A tanszéki fejlesztés keretében kialakított dinamikus nyomásmérő cellák a talaj különböző mélységű rétegeiben a normál nyomás változásának, a szekrény alsó lapján kivezetett tárcsás pálcákhoz csatlakozó potenciométerek pedig a talajrétegek mozgásának mérésére szolgáltak. A tömörítőgépek munkaeszközén gyorsulásérzékelőt helyeztünk el.

A berendezés a megfelelő jeladókkal ellátva lehetővé tette, hogy a tömörítőgép paramétereinek ( $m$  — az ütő súly tömege;  $H$  — az esési magasság;  $A$  — az ütköző felület területe;  $p$  — a statikus érintkezési nyomás;  $n$  — ütészám;  $f$  — rezgés frekvenciája;  $A_1$  — a rezgés útamplitúdója, stb.) hatását megvizsgáljuk és az optimális paramétereket meghatározzuk. Az elvégzett vizsgálatok alapján a hallgatók részére laboratóriumi méréseket alakítottunk ki.

A tömörítési folyamat alatt kifejtt ciklikus terhelések hatására a talajban a felszíntől mért különböző mélységben a feszültségek, a felszín alatt 12 cm-re levő réteg elmozdulása, valamint az ütést kifejtő tömeg gyorsulása változását az 1., 2. és 3. ábrák mutatják be.



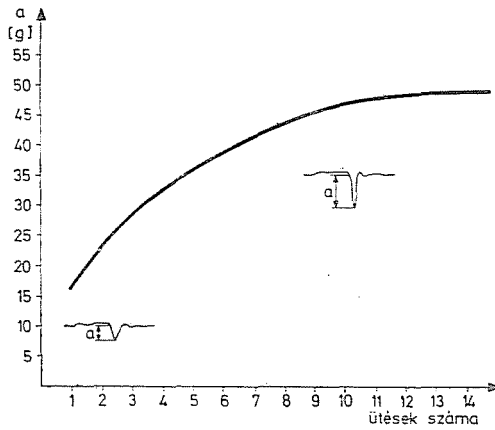
1. ábra



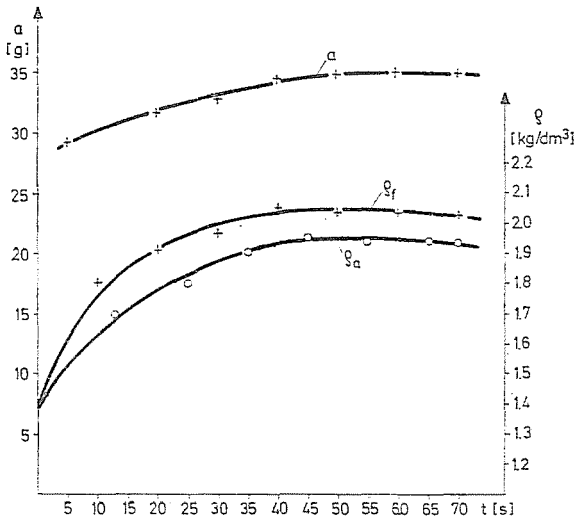
2. ábra

### Vibrodöngölő tömörítési folyamata

A vizsgálatok további részeként a tanudvaron üzemi feltételek mellett végeztünk méréseket a BS-60Y típusú motoros döngölőgépen. A tömörítendő talajban a normál feszültséget és a sűrűséget, a gépen a mozgásfolyamatot jellemző gyorsulást mértünk. A vizsgálat célja a tömörödés és a mozgásfolyamat változása törvényszerűségeinek meghatározása volt. Néhány mért paraméter alakulását a 4. ábra szemlélteti. A döngölőtalp gyorsulása (a) és a talaj felszí-



3. ábra



4. ábra

nétől 10 cm, illetve 25 cm mélységben elhelyezett tömörségmérők adatai ( $\rho_f$  ill.  $\rho_a$ ) az adott vizsgálati körülmények között az optimális tömörítési időtartamot jelzik.

#### A tömörítőgépek üzemének és tömörítő hatásának ellenőrzése

A földművek (töltések, gátak, útalapok) építése során a szükséges szilárdsági, vízzárósági stb. követelményeket a beépített talaj fizikai-mechanikai tulajdonságain kívül döntően a tömörítés szakszerű elvégzésével lehet kielé-

gíteni. Ennek egyik feltétele a tömörítőgépek típusának és üzemi adatainak helyes kiválasztása a munkaterület körülményeinek és a talaj jellemzőinek megfelelően. További feladat a tömörítőgép üzemi paramétereinek (a haladási sebesség, a statikus érintkezési nyomás, a rezgésfrekvencia, rezgésamplitúdó, a tömörítés időtartama, ill. a járatok száma, stb.) ellenőrzése és regisztrálása üzem közben. Erre a célra alkalmas olyan menetíró, amely a gép vibrációs paramétereit és gumihengerek esetén a kerekben levő levegő nyomását is tudja regisztrálni az egyéb szokásos adatok mellett.

A tömörítő hatás eredményének ellenőrzésére számos módszert dolgoztak ki, amellyel a talaj tömörségét közvetlen vagy közvetett módon határozzák meg. Ezek azonban csak a vizsgált talajtérfogat állapotáról tájékoztatnak. A teljes talajmennyiség tömörségi tulajdonságairól nem adnak megbízható adatot; a nem kielégítő eredmények esetén nincs mindig lehetőség utólagos beavatkozásra; az eltérés okai ismeretlenek maradnak.

Az utóbbi években a kivitelező építőiparban felmerült az igény arra, hogy a tömörítés időtartama alatt az egész tömörített területről állandó és folyamatos tájékoztatást kapjanak. Ezzel el lehet kerülni a káros túltömörítést. csökkenti lehet az ellenőrzés időtartamát és költségét, valamint egyenletes tömörséget lehet elérni.

A folyamatos tömörségellenőrzés egyik módszere a géphez kapcsolt vagy önjáró mérőberendezést alkalmaz, a másik a tömörítőgép üzemi paramétereinek változását használja fel a tömörség mérésére. Mi az utóbbi módszer elvi kérdéseit vizsgáltuk meg és gyakorlati megvalósítására végeztünk kísérleteket a vízepítési földmunkák folyamatos tömörség ellenőrzése érdekében.

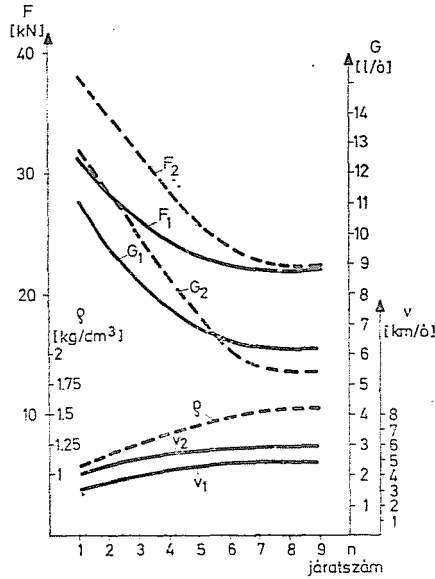
A gép és talaj rendszer kölcsönhatásán alapuló módszer két csoportját vizsgáltuk:

a) a gép haladási ellenállása változásán alapuló módszer (a mozgási ellenállás csökken a tömörítés folyamán a gép által elérhető tömörség maximális értékéig).

b) A vibrációs tömörítőgépek rezgésgyorsulásának változásán alapuló módszer (vibrohengerek, vibrolapok és vibrodöngölők rezgésgyorsulásának frekvenciaspektruma megváltozik a talajtömörség növekedésével).

#### *A haladási ellenállás változását mérő módszer*

A haladási ellenállás változásáról a vonóerő, a hajtónyomaték, az energia felhasználás, a teljesítményigény és a haladási sebesség mérésével kapunk információkat. Ezen paraméterek közül a munkahelyi körülményeket és a műszerek gépen való elhelyezésének kérdéseit figyelembe véve a vonóerő, az üzemanyagfelhasználás és a sebesség paramétereiket vizsgáltuk (gumihengereken a nyomatékváltozást alkalmazó mérési módszert a francia LCPC kutatóintézet szabadalmaztatta).



5. ábra

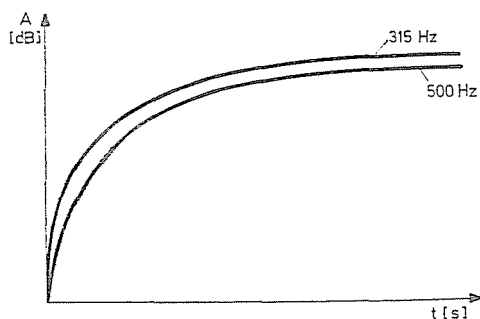
A munkahelyi méréseket 1982. évben T-100 M típusú, lánc talpas traktorral vontatott SVSAW 8 típusú bütykös hengeren végeztük. A tömörítés folyamán járatonként mértük a traktor által kifejtett vonóerőt a vonóhorgon, a traktor motorja által felhasznált üzemanyag mennyiségét és a fogyasztás szintjét, a haladási sebességet, valamint a vibrációs üzemben a henger rezgés-gyorsulását. Ellenőrző tömörségmérést izotópos tömörség- és nedvességmérővel végeztünk az érvényes előírásoknak megfelelő módon. A tömörítendő talaj 20–25 cm vastag sárgásszürke és sárga kövér agyag volt.

A mérés fontosabb eredményeit az 5. ábra mutatja be a két féle talajra (1-es index: sárga kövér agyag statikus tömörítése, 2-es index: sárgásszürke kövér agyag vibrációs tömörítése).

Megállapítható, hogy a vonóerő, az üzemanyag-fogyasztás és a sebesség meghatározott járatszám után járatonként minimális változást mutat és ez összhangban van a tömörségváltozással. A vonóerő és az üzemanyag-felhasználás mért adatai azonos jelleggel adnak tájékoztatást az elért tömörségről, így a további vizsgálatok az üzemanyag-fogyasztás pillanatnyi értékeinek mérési lehetőségeire és konkrét feltételek mellett (adott géptípus és talajfajta) a tömörség mérőszáma és a fogyasztási érték (dm<sup>3</sup>/h vagy dm<sup>3</sup>/m) közti kapcsolat meghatározására irányulnak.

### A vibrációs paraméterek változását mérő módszer

A tömörítőgép rezgéseinek jellegét üzem közben a gép paramétereire mellett a tömörítendő talaj rugalmas tulajdonságai határozzák meg. A tömörítés egyes járatai során a talaj  $c_2$  rugóállandója és  $k_2$  csillapítási tényezője csökken. Értékük és a változás jellege meghatározására nincs megfelelő módszer, ezért célszerűen a mérési eredmények alapján számítással határozzák meg nagyságukat.



6. ábra

A svéd Dynapac cég kutató részlege által svéd, francia és nyugatnémet intézmények közreműködésével kifejlesztett kompaktométer a rezgésyorsulás első frekvenciakomponensének változása alapján érzékeli a tömörség alakulását, és megfelelő mérőszámmal jelzi a gépkezelő részére.

A berendezés hazai kísérletei 1982-ben megkezdődtek. Hasonló célú vizsgálataink elsősorban vibrolapokra és vibrodöngölőkre terjedtek ki, és az eredmények egyértelműen azt igazolták, hogy a gép rezgésyorsulásának megváltozott értékei felhasználhatók a talajtömörség folyamatos mérésére.

A BY-60 vibrodöngölő rezgésyorsulásának frekvenciaanalízise azt mutatta, hogy egyértelmű kapcsolat a magasabb frekvenciáknál található. A 315 és 500 Hz frekvencia komponensek amplitúdói kavicsos talaj tömörítésénél a 6. ábrán látható jelleggel változtak.

### A vizsgálatok eredményeinek értékelése

A dinamikus hatással tömörítő gépek munkafolyamatának kialakított vizsgálati módszerei és az eddigi eredmények alapján megállapítható, hogy — az elmúlt időszakban kialakultak a kölcsönhatás vizsgálatának módszerei, kiépültek a mérőhelyek és rendelkezésre állnak a talaj jellemzők és a gép-

paraméterek mérésére szolgáló érzékelők, jelrögzítők és a kiértékelésre felhasználható műszerek;

- a kutatásoknál felhasznált eszközök és berendezések, valamint a módszerek és az eddigi eredmények felhasználhatók az oktatási anyag korszerűsítésében és a laboratóriumi mérések fejlesztéséhez;
- a döngölők és a vibrációs tömörítőgépek üzeménél az optimális terítési vastagság és tömörítési időtartam (ütésszám) mellett konkrét feladatnál meghatározhatók a gép optimális üzemi paraméterei, és ezek segítségével folyamatosan ellenőrizhető a talaj tömörségének alakulása;
- az előzőekben felsoroltak megteremtik az alapját az önszabályozó tömörítőgépek kifejlesztésének, amelyeknél a szabályozó rendszer a gép üzemi paramétereit a talaj megváltozott jellemzőivel összhangba hozza és ezzel megvalósítható a gazdaságos tömörítés.

Módlí József egy. adjunktus