

ERDÉSZETI TALAJMŰVELŐ SZERSZÁMOK FEJLESZTÉSE

Major Tamás

*Nyugat-Magyarországi Egyetem, Erdőmérnöki Kar
Erdészeti-Műszaki és Környezettechnikai Intézet
Géptani Tanszéke*

BEVEZETÉS

Magyarország adottságai közt eredményes erdőfelújítást végrehajtani a területek többségén csak megfelelő minőségű talaj-előkészítést követően lehet. Az erdőfelújítási technológiákon belül a két legköltségesebb művelet a terület-előkészítés és a talaj-előkészítés. A terület-előkészítés központi tevékenysége a tuskózás, amelyet ahol lehetséges, mellőzni szeretnénk. Ezt kívánja a természetközeli szemlélet is. Ez akkor történhet meg, ha kialakulnak a tuskós területek talajművelésének technikai megoldásai. Az elmúlt években - a költségtakarékosságra törekvés érdekében egyre nagyobb hangsúlyt kapott a tuskós területek talajművelését biztosító technikai megoldások fejlesztése.

A korábban készült talajművelő szerszámok gyakorlati tapasztalatok alapján készültek, ezek vizsgálata, elméletének leírása hiányzik.

Korábban a számítástechnikai háttér hiányában a nagy számú változók figyelembe vétele, a nagy tömegű számítások elvégzése szinte lehetetlené tette ezen összefüggések feltárását. Ez ma már a végeelem módszeren alapuló számítástechnikai modellező programokkal megoldható.

Az elméleti összefüggések ismerete alapján, a végeelem analízissel támogatott tervezés előnye:

- gyors és kevésbé költséges, mivel a modell alapján a legkedvezőbb gépkialakítás kiválasztható, így nem szükséges az egyes változatok legyártása, a vizsgálatok elvégzéséhez,
- nem szükséges az adott gép minden körülmények közötti működtetése, tesztelése,
- lehetőség van a tervezett konstrukció szilárdsági és funkcionális elemzésére.

Természetesen a számítógépes modellezés mellett is szükség van a prototípuson végzett gyakorlati mérésekre, a modell pontatlansága, és esetleges hibájának kiszűrésére, illetve a modellezés során kapott összefüggések gyakorlati mérésekkel történő alátámasztására.

A TALAJ SZÁMÍTÓGÉPES MODELLJÉNEK ELKÉSZÍTÉSE

A talaj-gép kapcsolatának modellezésénél az egyik elvégzendő feladat a talaj számítógépes modelljének elkészítése. A talajok modellezéséhez szükséges paraméterek (talajjellenállás, nedvességtartalom és pórushányad) tuskós területekre vonatkozóan teljesen ismeretlenek, ezek meghatározása elengedhetetlen. További problémát okoz a gyökerek és tuskók jelenléte.

Méréseink során egyrészt :

- próbálunk összefüggéseket találni a genetikai talajtípus és a talajjellenállás között, másrészt

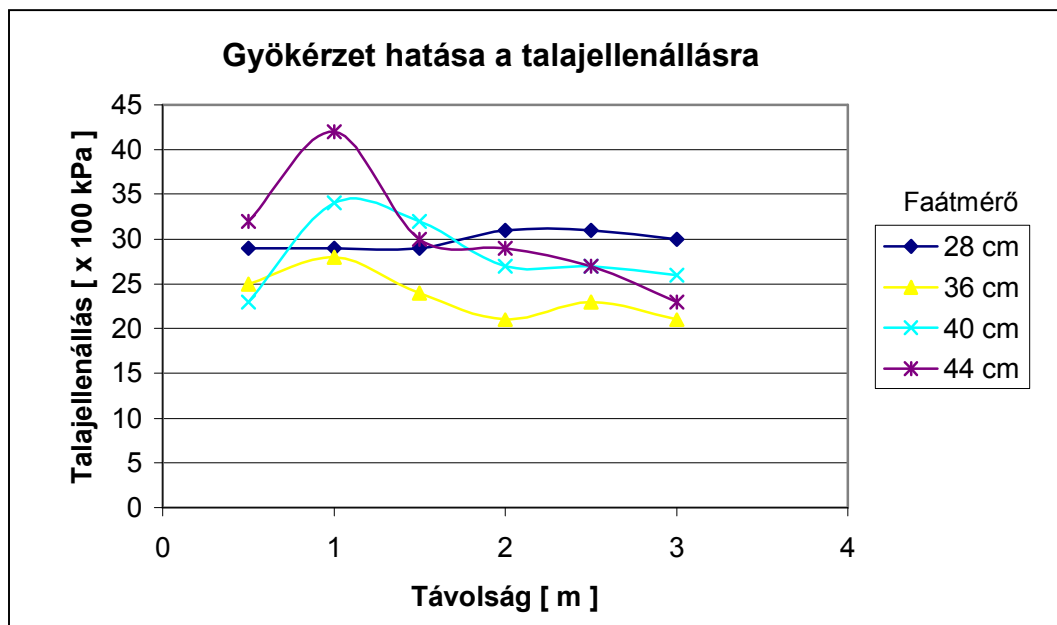
- a gyökerek talajellenállásra gyakorolt hatását vizsgáljuk, azaz arra keressük a választ, hogyan változik a talaj ellenállása a fafaj, az átmérő és a fától való távolság függvényében

A méréseket úgy terveztük meg, hogy a területen található fák átmérő-intervallumát lefedjük. Mivel az erdőgazdálkodásban mellmagassági átmérőket használnak, mi is ezt alkalmaztuk. A kiválasztott fák körül koncentrikus körök mentén a fától távolodva 0,5 m-enként 3,0 m távolságig mértük a talajellenállást. Ennél távolabbi méréseknek nincs jelentősége, mivel itt már – a hektáronkénti törzsszámból adódóan – a másik faegyed „hatósugarába” kerülünk. A méréseket kocsánytalan tölgyekre végeztük el, a későbbiekben célszerű lenne más fafajokra is elvégezni.

A mérési adatok alapján kimutatható, hogy a fák 1-1,5 m-es környezetében a gyökérzet hatása miatt nagyobb a talajellenállás. Kontrollterület hiányában azonban nem tudjuk, hogy a fától 1,5 m-nél távolabb mért talajellenállás értékek, mennyivel nagyobbak a gyökér nélküli, ugyanilyen paraméterekkel rendelkező talajok esetében. Azon fák esetében, amelyek mellmagassági átmérője 30 cm-nél kisebb, gyökérzetének hatását a talajellenállás változására nem tudtuk kimutatni.

A nagyobb átmérőjű egyedek esetében sem lehetett mindig ilyen összefüggéseket találni, ez elsősorban a szabadabb állásban lévő egyedek esetében sikerült. A 370 db/ha hektáronkénti törzsszámból egy faegyedre jutó 3 m sugarú elméleti növényter, a fák véletlen elhelyezkedése miatt (a szomszédos fák hatására) sokszor jóval kisebb. Ilyen helyeken, illetve nagyobb hektáronkénti törzsszám esetén az erdőrészlet talaját egyenletesen benövő gyökerek miatt a talajellenállás viszonylag egyenletes.

A talajellenállás és az átmérő között még nem tudunk egyértelmű függvénykapcsolatot definiálni. A mérési adatokból azonban látható, hogy ezek közt is van összefüggés. Ennek feltárásához további nagyszámú mérésre van még szükség, mivel a gyökérzet egyedenként nagyon változó.



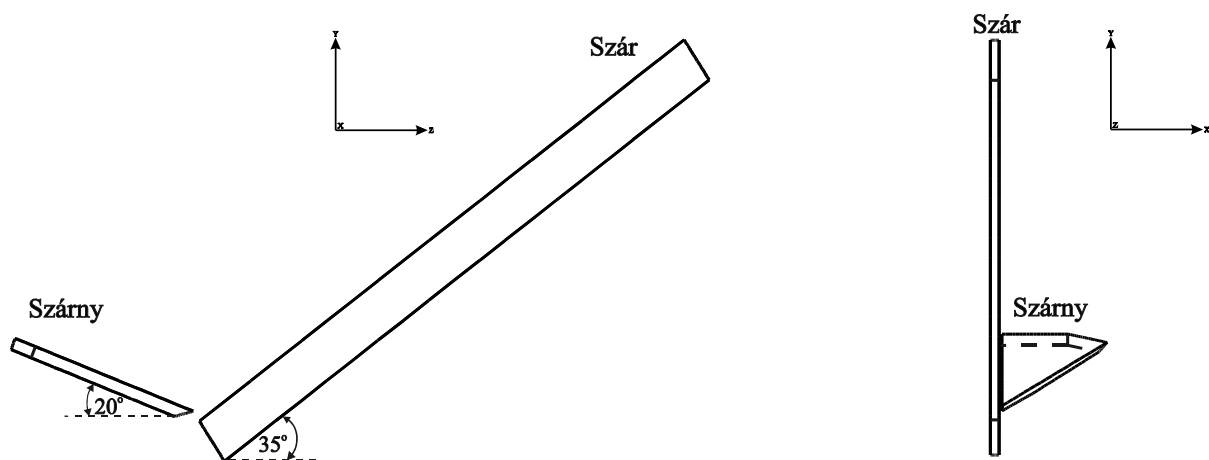
A talajellenállás a mélység függvényében a talaj felső 40 cm-es rétegében közel állandó értéket mutat a felső humuszos réteg kivételével.

SZERSZÁMELEMZÉSEK

A talajjellemzők meghatározásával párhuzamosan a már használatos szerszámok elméleti leírásával és új típusú megoldások fejlesztésével is foglalkozni kezdtünk. A *tudományos alapok nélkül* - a gyakorlati tapasztalatokra építve kifejlesztett szerszámok közül a hátrahajló élű mélylazító elemzését végeztük.

Hátrahajló élű mélylazító elemzése

A talajlazító két fő részből áll (1. ábra), nevezetesen a szárból és a szárnyakból. A szár 35° -kal, a szárnyak 160° -kal dőlnek a haladási irányba a vízszinteshez.



1. ábra. A talajlazító vázlatos ábrázolása

A szárnyak a szár mögé szereltek, így a szár védi a szárnyakat a talajban maradt tuskóktól. Mindkét oldalon egy-egy szárny található.

A lazítás azáltal történik, hogy a szárnyak felemelik és így lazítják a talajt, következésképpen növekedik annak térfogata.

A talajt hat oldalú, nyolc csomóponttal rendelkező elemekre (prizmákra) osztottuk. A talajlazítót merev testnek tekintettük. A csomópontok száma 2580, az elemek száma 1978 volt. A numerikus analízist a COSMOS/M VEM - szoftverrel végeztük.

Miután szimmetrikus probléma megoldásáról van szó, az elemzéshez csak a szerszám, ill. a talaj egyik oldalát (felét) modelleztük.

Az elemzés során:

- megfogalmazódott a talaj vágására érvényes nemlineáris, háromdimenziós végelem modell, továbbá
- meghatározásra kerültek a szerszámra ható vízszintes és függőleges erők;
- a talaj elmozdulása (a lazítási és tömörítési helyek), valamint
- a normál- (vízszintes tengelyirányú) és a nyírófeszültség eloszlása.

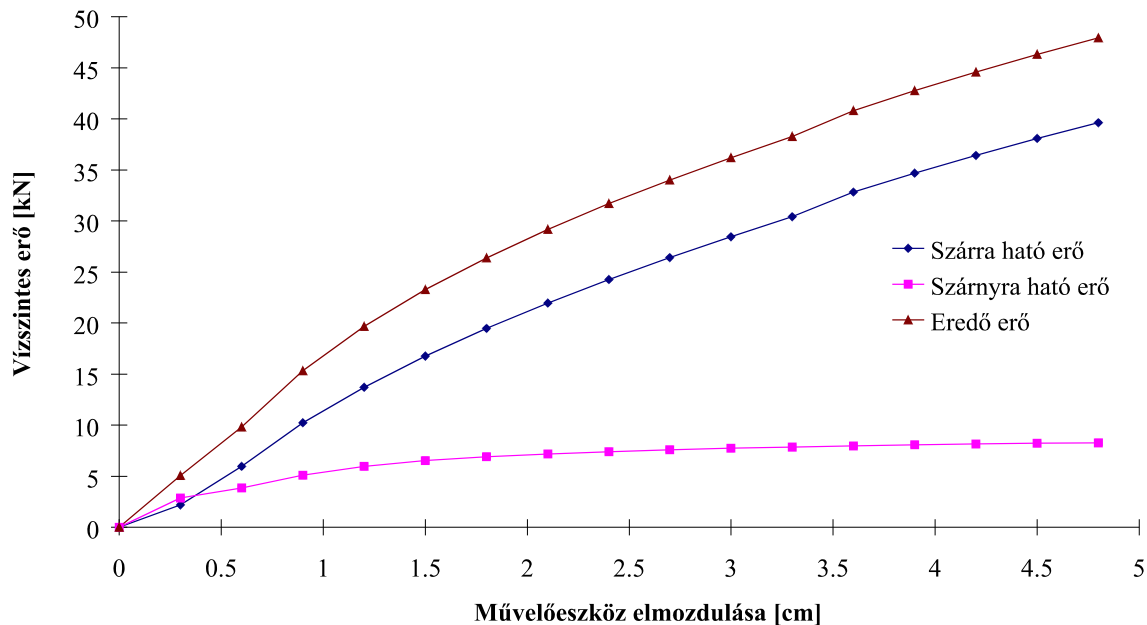
A szerszámra ható erők

Külön számoltuk a szárra és a szárnyakra ható erőket, majd azokat összegeztük.

A 2. ábra a VEM-mel számolt vízszintes erőkomponenseket mutatja az elmozdulás függvényében.

Mind a szárra, mind a szárnyakra ható vízszintes erők növekedése kis elmozdulásoknál nagy, míg nagyobb elmozdulásoknál az emelkedési ráta csökken. 4 cm elmozdulás után a szárnyakra ható vízszintes erők eredője nem változik. Feltételezve, hogy a Young modulus és a Poisson tényező állandó, a szárra ható vízszintes erők tovább növekednek.

A talaj térfogat-növekedése (függőleges és oldalirányban) ugyancsak oka volt annak, hogy a szárnyakra ható vízszintes erők eredője 4 cm elmozdulás után állandósult.

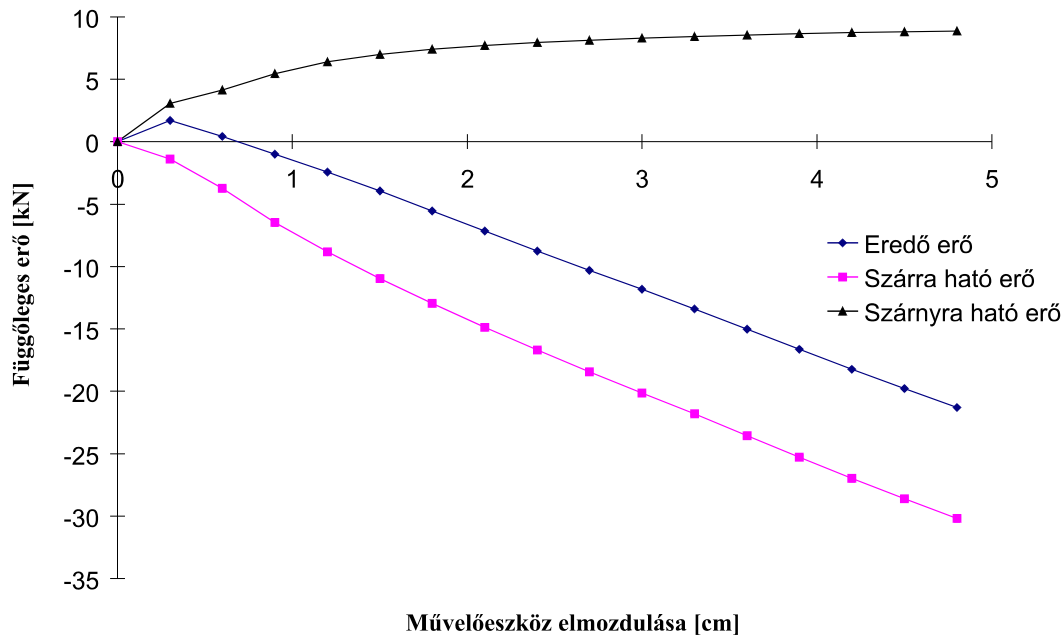


2. ábra. A szárnyra és a szárra ható vízszintes erők és azok eredője az eszköz elmozdulásának függvényében

Meg kell továbbá jegyezni, hogy a talaj tömörítése következtében (a szár előtt) a felület csak kissé emelkedett meg (4. ábra), ez az oka, hogy a szárra ható vízszintes erők folyamatosan növekednek (2. ábra).

Figyelembe véve, hogy a Young modulus állandó, a számított függőleges erők változása az eszköz elmozdulása függvényében hasonló tendenciát mutat, mint a vízszintes erők változása. Másrészt, míg a szárnyra ható részerők az elmozdulás függvényében pozitív irányban változnak, a szárra ható erők iránya negatív (3. ábra).

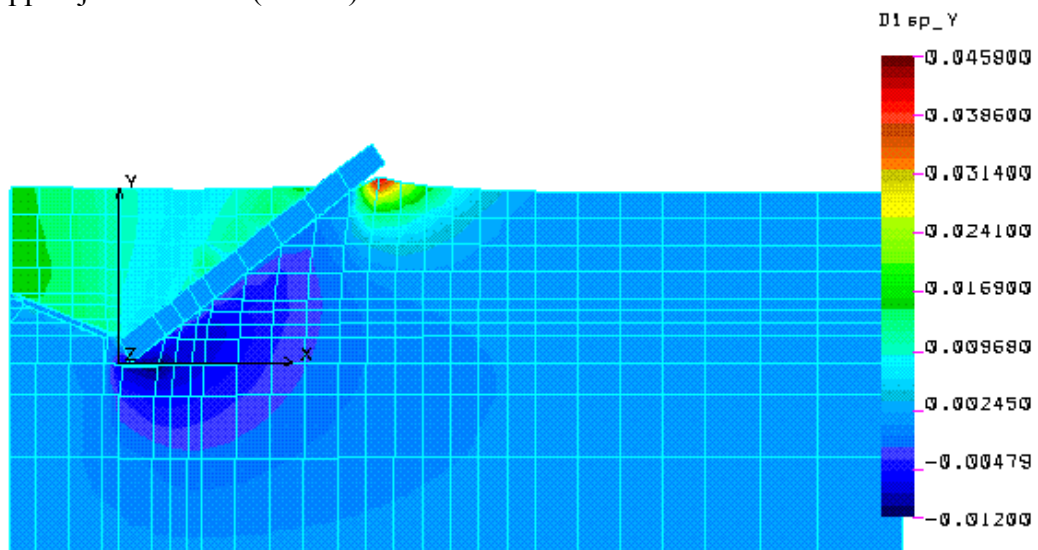
A negatív függőleges erők a szárat felfelé kényszerítik. A szerszámra ható függőleges erők eredője negatív, miután a szárnyakra ható pozitív vertikális erők kisebbek, mint a szárra ható negatív erők. Ez a negatív eredő a szerszámot felfelé kényszeríti, a talajból igyekszik kiemelni. Ezért kell ezt a hatást súlyokkal kompenzálni, hogy a megfelelő művelési mélységet biztosítsuk.



3. ábra. A szárnyra és a szárra ható függőleges erők és azok eredője az elmozdulás függvényében

A talaj elmozdulása

Miután a szár és a szárnyak eltérő szöget zárnak be a vízszintessel, a talaj elmozdulása is kétféleképpen jellemezhető (4. ábra).



4. ábra. A talaj függőleges irányú elmozdulása 5 cm művelőeszköz elmozdulása után

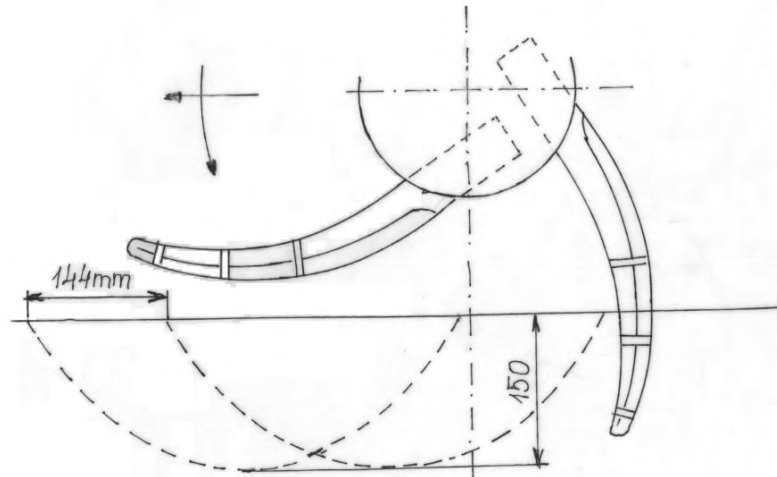
Amiatt, hogy a szárnyak szöge a haladási irányban nagy, a talajt felfelé és oldalirányba is kényszerítik. Ez az elmozdulás a talaj térfogat-növekedését eredményezi a szárny felett, ami lazítást jelent. Ugyanakkor a talajt a hátrahajló élű szár lefelé nyomja és oldalirányba kényszeríti. Más szóval a szár a talajt a vágás előtt tömöríti. A szár felfelé irányuló talajmozgást is okoz, amiből a talaj felszínének változása (feldomborodása) következik.

Forgó késrendszerű talajművelő szerszám elemzése

A másik elemezni kívánt gép a BPG-600. A talajművelő szerszám lényegében egy négyágú forgó kapa, amelynek kése ívelt, s erre három szárny van felhegesztve, a végek felé keskenyedő szárnyszélességgel. Egymás mellett 140 mm-es osztással 3 forgó kapa van felszerelve a tengelyre.

Az ívelt kések és szárnyak 60°-os szögben vannak élezve a talajba hatolás megkönnyítése céljából. A szárnyak elhelyezése a kés ívére merőleges, a kések a forgásirányhoz viszonyítva hátrahajlóak.

A szerszám kapáinak elhelyezkedését a talajhoz viszonyítva és az egy kapa által fellazított talajszelvényt, amelyet két cikloispálya fog közre, a 7. ábra mutatja.



7. ábra A szerszám és a talaj kapcsolata

A legkülső szárny kerületi sebessége kereken négyszerese a haladó mozgás sebességének, a kisebb sugáron elhelyezkedő szárnyaknál ez az arány csökken. Ez biztosítja, hogy a kés behatolásakor (a talaj felszínén) a lehető legkisebb ellenállással hatol a talajba.

A késen elhelyezett szárnyak osztása olyan, hogy a legkisebb sugáron levő szárny csak kb. 20 cm mélységű lazításkor dolgozik megfelelő mélységben. Ha a lazítási mélység csak 15 cm, akkor ez a szárny csak a felszín közvetlen közelében mozog. Ez bizonyos esetekben azzal járhat, hogy a felszíni avart a felső szárny összetolja, vagy a szárny rosszabbul tisztul.

Az egyes forgó kapatagok 140 mm-es osztással vannak egymás mellett szerelve. A legkisebb szárnyszélesség $2 \times 35 = 70$ mm. A szárny előtt a deformációs zóna szélesedik kb. $20 \div 25^\circ$ -os szögben, mindkét oldalon. A vízszintes távolság minden mélységben 144 mm, ezért a deformációs zóna szélessége: $70 + 2 \times 144 \times \text{tg}20^\circ = 174$ mm. Ez az érték nagyobb, mint a 144 mm-es osztás, ezért az alsó rétegekben is a teljes keresztmetszet lazítása várható. Ezt a megállapítást a kísérletek igazolták.

A gép önsúlya 6800 N. Ez általában ellensúlyozza a fogásban levő szerszámokra ható függőleges erőt. A forgatónyomaték szempontjából ezek az erők a döntőek, mivel később a szerszámok már laza talajban haladnak. Ha a maximális kerületi erőnek a 6800 N értéket vesszük, akkor az ehhez szükséges hajtóteljesítmény a megadott fordulatszám mellett: $P_h = 13$ kW (17,6 LE). Ha hozzávesszük a laza talajban kifelé haladó szerszámok teljesítményfelvételét, mintegy 20 %-ot, akkor a várható nettó teljesítményigény 15 ÷ 16 kW. Ezt a hajtómű veszteségek mintegy 2 kW értékkel növelik, azaz várhatóan a maximális hajtóteljesítményigény: $P_{hmax} = 18$ kW.

Mint korábban említettem gyakorlati mérésekre is szükség van a modell pontatlansága, és esetleges hibájának kiszűrésére, illetve a modellezés során kapott

összefüggések gyakorlati mérésekkel történő alátámasztására. Ezek egy részét terepen végezzük, ill. végeztük, másik része un. talajvályúban történik.

IRODALOMJEGYZÉK

- Horváth B.** (1999): Az erdészeti gépesítés helyzete és fejlesztési tendenciái I. Erdészeti Lapok, CXXXIV. 2:38-39.
- Horváth B.** (1999): Az erdészeti gépesítés helyzete és fejlesztési tendenciái II. Erdészeti Lapok, CXXXIV. 3:68-69.
- Major T.** – Czupy I. – Dr. Horváth B. – Mouazen A. M. – Dr. Neményi M. – Dr. Sitkei Gy. – Spingár P. (1998): Tematikus és pénzügyi zárójelentés az MKM által támogatott 397/1996. nyilvántartási számú, "Erdészeti vágásterületek talajművelés - gépesítésének fejlesztése" című kutatási programról. Kézirat, Sopron. 62 p.
- Major T.** – Dr. Horváth B.(2001): A gyökérzet hatása a talajjellenállásra. MTA Agrár-Műszaki Bizottság Kutatási és Fejlesztési Tanácskozás témáinak összefoglalói, Gödöllő. Nr. 25:51.
- Major, T.** – Dr. Horváth B. (2000): Application of computer aided modelling in development research of forest mechanization. Hungarian Agricultural Engineering. Nr. 13. 76-77.
- Major T.** – Horváth B. (2001): Analyse der Bodenbearbeitungswerkzeuge für Klotzflächen. Trendy Lesnickej, Drevárskej a Environmentálnej Techniky a Jej Aplikácie Vo Vyrobnom Procese, Zvolen. 293.
- Sitkei Gy.** (1986): Mezőgazdasági és erdészeti járművek modellezése. Akadémiai Kiadó, Budapest