

AZ ERDÉSZETI CSEMETEÜLTETÉS MŰSZAKI FEJLESZTÉSI LEHETŐSÉGEINEK VIZSGÁLATA

WALTER FERENC

a mezőgazdasági (erdészeti) tudományok kandidátusa

Erdészeti Tudományos Intézet, Kecskemét

Az 1960-as évek elején indított szervezett kutatás és a gépkialakítás eredményeként az erdészeti csemeteültetés akkori 3%-os gépesítési szintjét az 1960-as évek végére sikerült 21%-ra növelni. A kialakított új géptípusok jellemzője, hogy alapvetően az alföldi, — elsősorban laza és középkötött talajú erdőgazdaságokban nagy mennyiségben jelentkező telepítési és fásítási feladatok megoldására készültek. Alkalmazásuk előfeltétele — különösen ültetőgépeknél — a teljes mélyforgatásos talajelőkészítés.

Az új gazdaságirányítási rendszer bevezetésével, a IV. ötéves és a távlati fejlesztési tervcélkitűzések nyomán újabb, az eddigieknél lényegesen bonyolultabb feladat hárul az erdősítés műszaki fejlesztésére. A tervelőirányzatok a gépesítés megkétszerezését és a termelékenység fokozását írják elő. — Az erdősítések, ezenbelül a gépi ültetés fejlesztésére sürgetőleg hat a munkaerő állandó csökkenő irányzata, a szakágazat új erdősítési technológiák, energiatakarékosabb eljárások bevezetésére vonatkozó tervei (pl. részleges talajelőkészítés). Törekedni kell továbbá a munkakörülmények állandó javítására, az ültetés részleges, vagy teljes automatizálására. A munkahelyi körülmények változása, a műszaki fejlesztés folyamatosságának biztosítása szükségessé teszi az erdősítések terén eddig elért eredmények továbbfejlesztését, a gépek minden irányú tökéletesítését, új szerkezetek kialakítását az agrotechnikai követelményeknek megfelelően.

A vizsgálatok módszere

A fejlesztési feladat megoldását számos részkérdés tanulmányozásával kívántuk elősegíteni. Elvégeztük az ültetőgépek főbb szerkezeti egységeinek műszaki, munkaminőségi, munkaélettani értékelését, a barázdanyitó, adagoló-szerkezetek, tömörítő kerekek — gödörfúróknál az erőátviteli szerkezet, furófejek —, munkatechnikájának elemzését laboratóriumi és szántóföldi vizsgálatok alapján. Vizsgálatokat végeztünk a szerkezeti elemek működési elve és munkaminőségük közötti összefüggések tisztázására.

Az eredmények rövid összefoglalása

a) Csemeteültető gépek

Kötött talajon, gyökeres részleges talajelőkészítéssel kezelt területeken az egyenletes mélységtartás szempontjából erdészeti ültetőgépeknél nélkülözhetetlen a barázdanyitó elé szerelt vágóél, melynek kívánatos szögállása a hegyesszög, olyan megoldással, hogy komoly akadályba ütközés esetén tompa szögállást vesz fel. A vágóél szögállásának szabályozására célszerű a korszerű megoldást jelentő hidraulikus vezérlést alkalmazni.

A vágóél célszerű szögállásának elbírálásakor tekintettel kell lenni az önzárás körülményeire is. Számításaink szerint tompaszög-állás esetében az önzárás veszélye $30-35^\circ$ -nál nagyobb szögértéknél léphet fel.

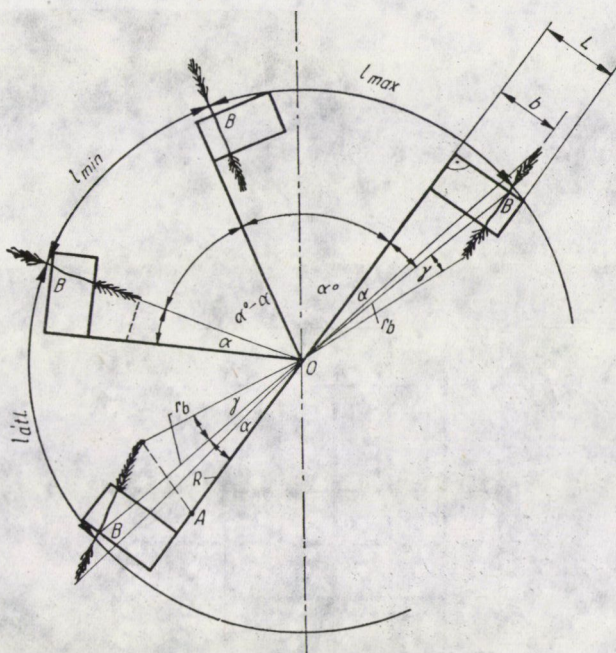
A hazai ültetőgépek konstrukciós továbbfejlesztését jelenti a csemete-adagoló tárcsa felszerelése. Alaprendeltetése a kiszolgálók munkájának megkönnyítése, kényelmes testhelyzet biztosítása, a tőtávolság és munkamélység egyenletessé tétele, az automatizálás elősegítése.

A vizsgált megoldások közül az erdészeti viszonyoknak leginkább az egyszerű szerkezetű körtárcsás v. forgókaros adagolószervezet felel meg, vezérelt, esetleg rugalmas anyagból készült szorítólapokkal. Az ilyen adagolótárcsák szerkezetének és a csemeték elhelyezésének elemző vizsgálata alapján megállapítható, hogy a tőtávolság ingadozása (Δl) a csemete a szorítólapban elfoglalt helyzetétől és az adagoló tárcsa sugarától függ: $\Delta l = 2\alpha \cdot r$ (1. ábra). A körtárcsás adagoló összetett mozgást végez: — forgó mozgást az adagolótárcsa tengelye körül, és haladó mozgást az ültetőgéppel. Pályája ciklikus. Sajátossága, hogy a körpályán mozgó csemete vízszintes irányú sebesség komponense $V_x = \omega \cdot R \cdot \cos \alpha$ a legkritikusabb pontokon az adagolás és talajba helyezés időpontjában — éri el a maximális értéket. Az ültetés minősége szempontjából a legkedvezőbb eset, amikor a $V_{\text{adagoló}} = V_{\text{gép}}$.

A kritikus üzemmód alapján az erdészeti gyakorlat számára az ültetőgép haladásának irányába nyíló szorítólapokkal rendelkező adagolótárcsák a kedvezőbbek. Ilyen rendszerű adagolókkal részben ellensúlyozható a meghajtókerék csúszásának kedvezőtlen hatása. Az adagolás mechanizmusának a műszaki problémákon kívül csemete-morfológiai tényezői is vannak. A különböző fafajú csemetéknél elsősorban a csemeteszár görbületeire kell tekintettel lenni a megfogó, leválasztó szerkezetek kialakításakor.

A csemeték megeredése alapvetően függ a tömörítés hatékonyságától. A különböző szerkezetű tömörítő kerekek munkaminőségének értékeléséhez támpontul szolgáltak a hengeres fémkerekekkel, konuszos, gömbsüveg és pneumatikus kerekekkel végzett laboratóriumi és szántóföldi vizsgálatok.

A laboratóriumi talajvályúban folytatott elemző vizsgálatok szemléltető rétegvonalai alapján megállapítható, hogy a tömörítőkerék alatt a



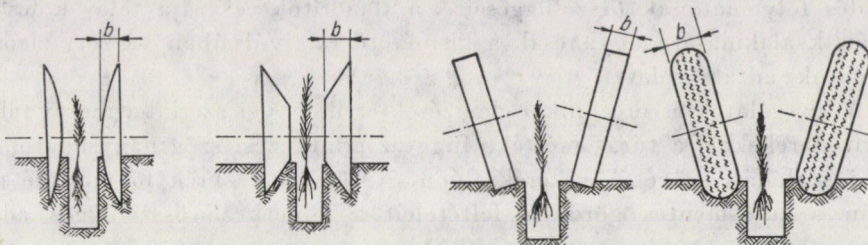
1. ábra. A csemék elhelyezési lehetőségei a forgókaros adagolótárcsa szorítólapjaiban

talajrészecskék három irányban mozdulnak el: függőleges síkban lefelé, oldal irányban és a gördülési síkban a haladás irányába (3. ábra).

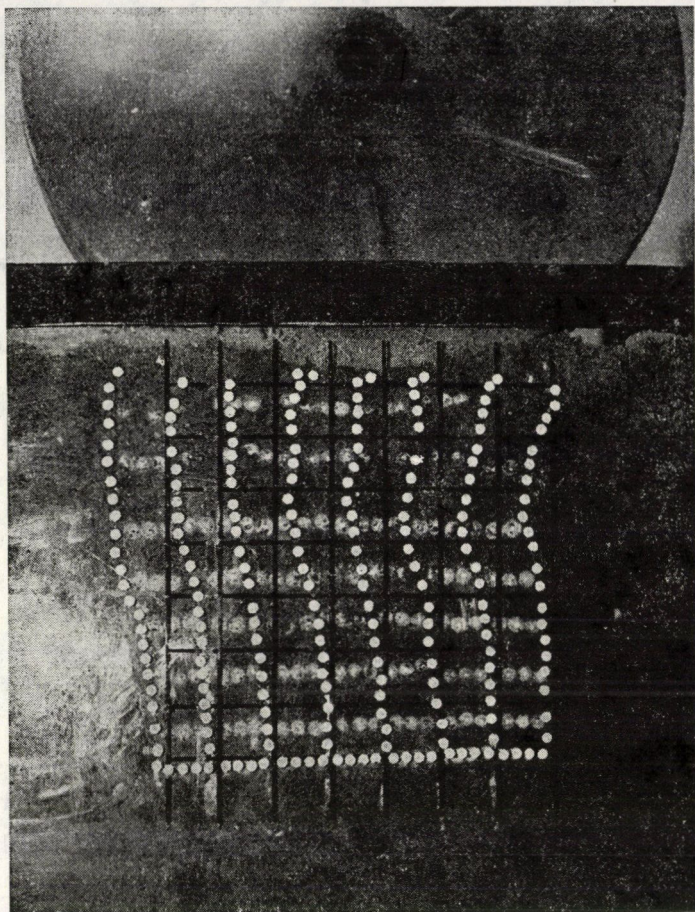
A rétegvonal-kísérleteknél megfigyelhető, hogy a talajrészecskék elmozdulása nem a keréktalp közvetlen hatására történik, hanem a szomszédos talajrészecskék kölcsönhatására a kerék előtt képződő tömör zónán keresztül.

A keréktalp profilját utánzó különböző élszögű ékekkel végzett laboratóriumi vizsgálatok arra adtak választ, hogy tömör zóna pl. agyagos homoktalajon 90° -tól 40° -os élszögig képződik. Már 30° -os élszögnél a tömör zóna nem határozott.

Megállapítható továbbá hogy a ferde helyzetű (β szög alatt) ék 90° -os csúcsszöggel, egyező körülmények esetén, nagyobb tömegű földet tömörít



2. ábra. Gömbsüveg alakú konuszos, hengeres és pneumatikus tömörítő kerekek



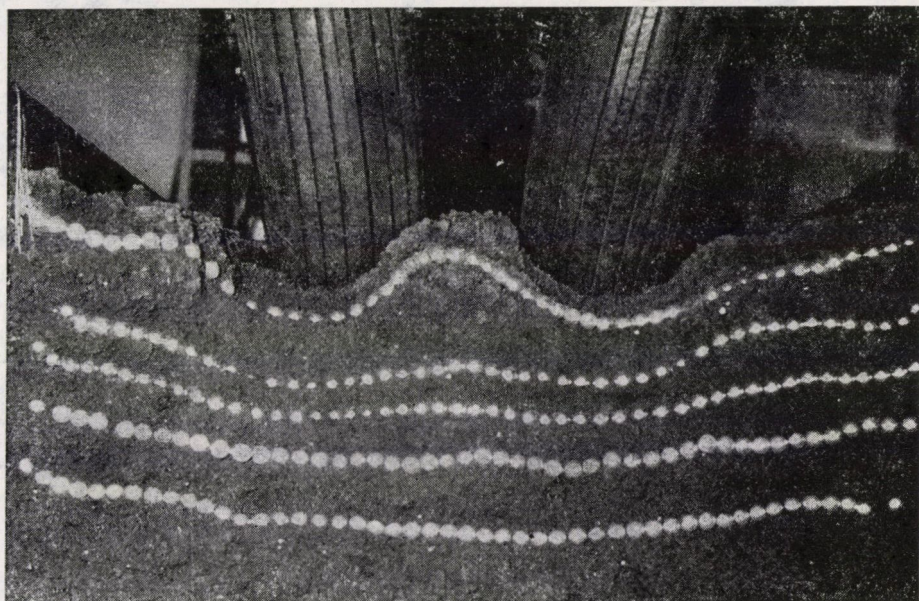
3. ábra. Talajelmozdulás a fémtömörítő kerék alatt, talajvályóban

mint a merőleges állású nyomófej hegyes élszöggel. A tömörített felületek között a következő összefüggés áll fenn: $F_{\text{függ}} = \sin^2 \beta \cdot F_{\text{ferde}}$.

A tömörítőkerek munkatechnikájának jellemzésére, a tömörítőnyomképződés folyamatának összefüggéseire, a tömörítőkerék és a talaj kölcsönhatásának alakulására ugyancsak a kisméretű talajvályóban végzett elemző vizsgálatok adtak választ.

A vizsgálatok és mechanikai elemzések eredményei szerint a merev talpú tömörítőkerekéknél a túrás mértéke függ az érintkezési szög nagyságától, és a talaj sűrűlődségi szögétől a keréktalpon. A tömörítő kerék fő paraméterei alapján a túrásmentes gördülés feltételeit a következő összefüggés adja:

$$Z_0 \leq R(1 - \cos 2\varphi)$$



4. ábra. Pneumatikus tömörítőkeréknyom szelvénye talajvályúban

ahol Z_0 — a kerék besüllyedésének mértéke; R — a tömörítőkerék sugara; φ — a keréktalp és a talaj közötti súrlódás szöge.

Sajátos jelenséget magyarázatához vezettek a konuszos tömörítőkerékekkel végzett vizsgálatok és elemzések. Igazolható, hogy a legkisebb sugarú elemi kerék fog a legnagyobb csúszással gördülni. A tömörítőkerék ezen részénél legnagyobb az érintkezési szög értéke, tehát a talaj túrásveszélye itt jelentkezik legelőször, s éppen a csemeték felőli oldalon.

Ha figyelembe vesszük, hogy a konuszos kerekek csak nagyobb munkamélység mellett tudják a tömörítéshez kívánatos földtömeget kiszorítani, amikor az említett kedvezőtlen jelenségek tovább fokozódnak, nyilvánvaló, hogy a meghatározott dőlésszöggel üzemelő, hengerpalást alakú kerekek munkaminősége kedvezőbb.

A fém tömörítőkerékeknél jelentkező fogyatékok adták az alap gondolatot a rugalmasan deformálódó, pneumatikus kerekek vizsgálatához (4. ábra).

Előnyük, hogy változtatható a belső nyomás, ezen keresztül a keréktalp munkafelülete, a gördülés sugara, nagyobb a súrlódási tényező. A pneumatikus tömörítőkerékek gördülésekor a talajdeformációval egy időben megvége a keréktalp deformációja is. Az abroncsbelapulás következtében nő a felfekvési ívhossz, a deformálódó kerék nem túrja a talajt, átgördül a kerék előtt feltorlódott talajon. Mindez csak csökkentett belső légnyomás mellett ér-

I. táblázat

A kihúzóerő alakulása laza talajon
Talajnedvesség 14% (Méheslapos határa)

Mutatók megnevezése	Tömörítőkerék típusa					
	hengeres fémkerék	konuszos kerék	gömbösbüveg alakú tömörítő	pneumatikus tömörítő		
				1,5 at	1,0 at	0,5 at
Középérték (M), kp	0,56	0,78	1,37	0,50	0,57	0,52
Négyzetes eltérések összege	3,06	5,71	4,32	2,86	4,11	1,51
Szórás	0,31	0,43	0,42	0,24	0,38	0,22

II. táblázat

A kihúzóerő alakulása közepkötött talajon
(Talajnedvesség 15,5% (Városföld határa)

Mutatók megnevezése	Tömörítőkerék típusa					
	hengeres fémkerék	konuszos kerék	gömbösbüveg alakú tömörítők	pneumatikus tömörítő		
				1,5 at	1,0 at	0,5 at
Középérték kp	1,72	1,42	2,25	1,43	1,56	1,67
Négyzetes eltérések összege	1,32	2,61	3,34	2,55	1,75	1,06
Szórás	0,42	0,41	0,67	0,28	0,50	0,37

III. táblázat

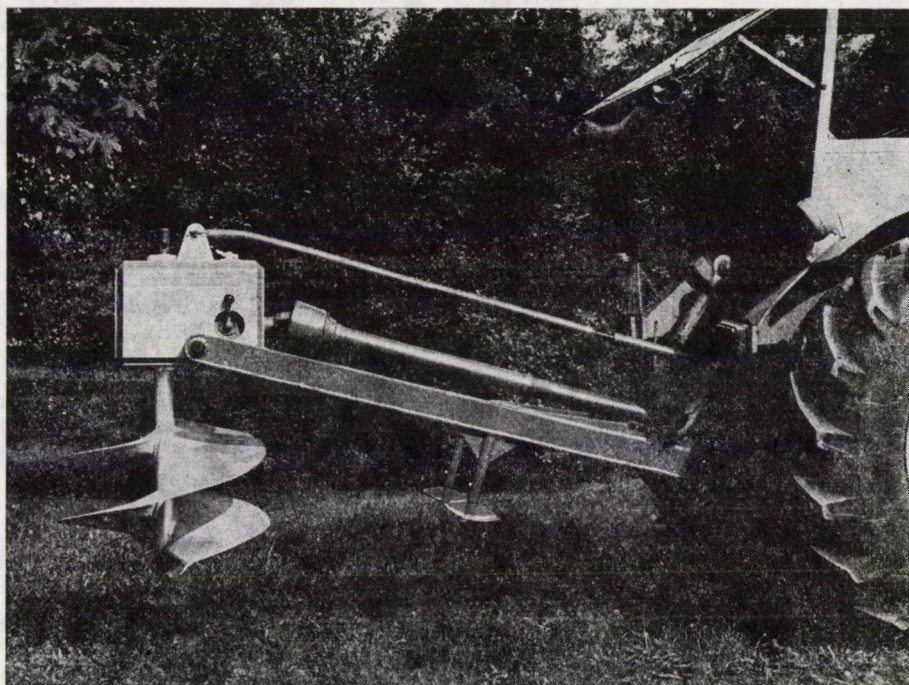
A kihúzóerő alakulása kötött talajon
Talajnedvesség 19,2% (Tiszaug határa)

Mutatók megnevezése	Tömörítőkerék típusa					
	hengeres fémkerék	konuszos kerék	gömbösbüveg alakú tömörítő	pneumatikus tömörítő		
				1,5 at	1,0 at	0,5 at
Középérték, kp	1,04	0,98	1,99	0,86	1,08	1,03
Négyzetes eltérések összege	3,06	4,25	2,96	5,01	4,39	4,74
Szórás	0,31	0,37	0,34	0,37	0,35	0,4

hető el, melynek legkedvezőbb értékei vizsgálataim szerint 0,7—0,8 atm. között fordulnak elő.

A különböző tömörítőkerékek szántóföldi összehasonlító vizsgálatából az I—III. táblázatok a kihúzóerő alakulását tartalmazzák, sima vesszők felhasználásával.

A tömörítés összes tényezőinek, továbbá egy adagolószerkezet felszerelése lehetőségének figyelembevételével erdészeti csemeteültetőgépeknél a hengeres fém, esetleg pneumatikus tömörítőket kell előnyben részesíteni. A kívánatos tömörítési hatások eléréséhez 1 cm keréktalp szélességre cca. 8—10 kp terhelést kell biztosítani.



5. ábra. Függesztett ERTI gödörfúró

b) Az ültetőgödör — és helyi talajelőkészítés gépeinek fontosabb vizsgálati eredményei.

A vizsgálatok tanulsága szerint jelentős a gödörfúrók szerepe az erdősítés gépesítésében és alkalmazásukkal a jövőben is számolni kell.

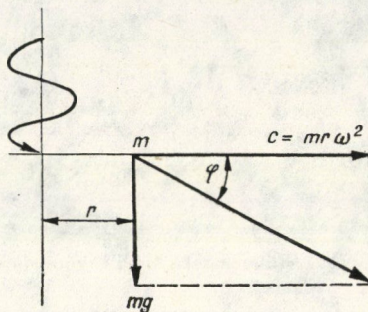
A differenciált igényeknek megfelelően foglalkoztunk a hordozható gödörfúrók alkalmazási problémáival a Sthihl-08-ra szerelt gödörfúró alkalmasági vizsgálata alapján. A gép kielégíti ugyan az alapvető munkaminőségi követelményeket, szerkezeti megoldása kedvező, a káros munkafiziológiai hatásokkal (rezgés, zajártalom stb.) azonban ennél a típusnál is számolni kell, teljes megszüntetésük nem várható. Kedvezőbb eredményt nyújtottak a legújabb hazai kialakítású EG-600 és EG-800-as erdészeti gödörfúrók (5. ábra).

Ezek a gépek a főbb mutatók vonatkozásában hosszabb távon is kielégítik a hagyományos technológia igényét. Az alapvető munkaeszköz — fúróspirál — helyes kialakításáról és a fordulatszám kedvező megválasztásáról a kinematikai vizsgálatok eredményei is tanúskodnak. A korábbi típusoknál a munkaminőségi kifogások (gödörfal elkenése, talajszórás stb.) főleg abból eredtek, hogy egy felvett tömegpont egyensúlyi helyzetéből számított elméletileg szükséges fordulatszám alig 1/4-e volt a tényleges fordulatszámnak. Az EG gödörfúróknál a tényleges ford. szám 2—3,0 szorosa az elméleti ford.

számnak, tehát nem haladja meg az elfogadható értéket. A fúrófej fordulatszámához kapcsolódik a forgatónyomaték-igény alakulása. A nyomatékmérés eredményei alapján megállapítható, hogy maximális értéke még kötött talajon sem éri el a 30 mkp-ot (6. ábra).

A gödőrfúrók munkaminőségét a következő fontosabb mutatók jellemzik: gödörmélység, a gödörből kiemelt föld szóródása, a gödörfal elkenése. A vizsgálatok eredményei szerint a tényleges gödörmélység 80%–100%-a a konstrukciós munkamélységnek. A gödör alján visszamaradt talaj csak laza gyökeres talajon lépte túl a megengedhető normákat, ahol az átlagérték 36–55% között ingadozott.

A kiemelt föld szóródásának tekintetében az EG gödőrfúró lényegesen jobb eredményt nyújtott a korábbi típusoknál. A kiemelt föld túlnyomó



6. ábra. A fúróspirálon elhelyezkedő elméleti tömegpont mozgása

része (66–70%-a) a gödör falától mért 20 cm-es körgyűrűn fekszik. A legnagyobb földtömeget képviselő átmérő és a gödörátmérő viszonyszáma 1,24–1,32. A légjárhatósági vizsgálatok tanulsága szerint lényegesen csökkent a gödörfal-elkenési veszély. E mutatók helyes fúróspirál kiképzéséről, jó menetemelkedési szög, megfelelő fordulatszám-tartomány megválasztásáról tanúskodnak. Ennek tulajdonítható a jó munkaminőségi mutatók mellett az energiaszükséglet igen kedvező alakulása. A vizsgálati eredmények alapján az erdészeti célú gödőrfúró alapvető konstrukciós mutatóit a következőkben határozhatjuk meg: a fúróspirál két bevezetésű legyen; az ásóvasak szögállása a 25°-ot ne haladja meg, általában 20–25° között váltakozzék, a talajszóródás csökkentéséhez a fúróspirál optimális menetemelkedési szöge 10–15°; a gödörfal-elkenés csökkentése érdekében indokolt a fúrófej enyhén kúpos kiképzése — a felső átmérő 9–10%-kal kisebb a fúrófej alsó átmérőjénél; a fúrófej optimális fordulatszáma 120–150 f/perc-ben határozható meg.

A gödőrfúrók fejlesztése során elsősorban a nyomatékátvitelt biztosító szerkezetet — a kardántengelyt kell lecserélni korszerűbb, hidraulikus meg-

hajtással. A kardántengelyes meghajtásnál a legtöbb problémát a periodikusan változó szögsebességű forgással párosuló szöggyorsulások és az azok következtében jelentkező tömegerők jelentik. Másrészt a kardántengely alapvetően behatárolja a max. gödörmélységet, mely 35° -os megengedhető hajlásszöggel 1,20—1,5 m lehet.

A korszerű erdősítés-technológiai eljárások ugyancsak támasztanak fejlesztési igényeket. Így a mélyfúrásos nyártelepítésekhez egy 3,0—3,5 m munkamélységű fúrotípus, a tuskózás nélküli nyárültetésekhez egy megerősített, egy fordulatú változat vár kialakításra.

Az erdészeti ültetőgépek és gödörfúrók főbb szerkezeti részeinek sokoldalú elemző vizsgálatának eredményei lehetőséget nyújtanak az ültetőgépek konstrukciós továbbfejlesztésére, elősegítik a korszerű gépek kialakítását, illetve kiválasztását a műszaki fejlődés és az új technológia igényeinek megfelelően.