

# A szorítóujjas rögzítés geometriai és dinamikai elemzése a burgonyaültető gép esetében

## Geometric and dynamic analysis of the clamping finger attachment for the potato

Dr. ILYÉS Szilárd

Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Műszaki és Humántudományok Kar / Sapientia University,  
Faculty of Technical and Humanities Sciens / Marosvásárhely /  
Târgu Mureș, 540485, O.p. 9, C.p. 4, Șoseaua Sighișoarei 1C, Tel.: +40 265 208 170,  
Fax: +40 265 206 211, E-mail: office@ms.sapientia.ro, www.ms.sapientia.ro

### Kivonat

*A cikkemben bemutatom a szorítóujjas szerkezet működését az erről elnevezett burgonyaültető gépről, amely gépelem a gyártásától kezdődően, kisebb technikai fejlesztési trükkök alkalmazásával elérte a mai ismert formát. A geometriai és dinamikai fejlesztések szemléltetése mellett, felvázolok még három továbbfejlesztési lehetőségét ennek kulcsfontosságú gépelemnek, amelyek egyúttal további kutatások alapját képezik.*

**Kulcsszavak:** burgonyaültető, szorítóujjak, adagolószerkezet, erő, fejlesztés

### Abstract

*In my article, I introduce the clamping-finger device element, (from the after him named potato planter), that element have been achieved the today format - starting from its production - by using small technical development tricks. In addition to illustrating the geometric and dynamic developments, I outline three further possibilities for further development of this key machine element, which is can be at the same time form the basis for further research.*

## 1. BEVEZETÉS

Az agrártudományokat kiszolgáló mezőgazdasági gépészet a gyakran egyszerűnek tűnő műszaki megoldások fejlesztésével egyértelműen hozzájárul a már létező munkagépek munkaminőségi paraméterei javításához.

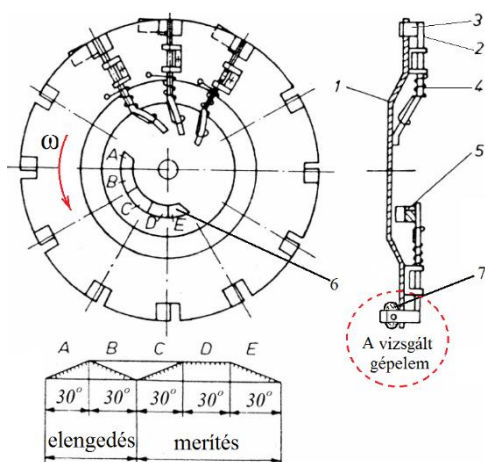
A dolgozatban bemutatok egy aránylag egyszerűnek tűnő kis gépelemet: a szorító ujjas szerkezetet (az erről elnevezett burgonyaültető gépről), amelynek működési hatékonyságnövelését a gyártása kezdetétől napjainkig kisebb technikai fejlesztési trükkök alkalmazásával érték el.

Ez az adagolórendszer a világszinten ismert különböző típusú burgonyaültető gépek széles palettáján elsősorban Kelet Európában terjedt el a néhai gyártó és fejlesztő Csehszlovák iparnak köszönhetően. Napjainkban kikapacitású (2 soros) kivitelezésben az utód Szlovák gyártmány-, többsoros kivitelezésben az Ausztrál gyártmány ismeretes. Szerkezetük azonban nem sokat változott.

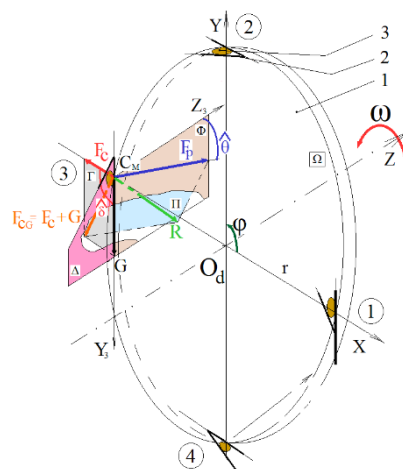
## 2. A SZORÍTÓ UJJAS BURGONYAÜLTETŐ GÉP RÖGZÍTŐ SZERKEZETÉNEK ELEMZÉSE

A szorítóujjas burgonyaültető gép adagolószerkezetének a felépítését és működését az *1. ábra* szemlélteti [1]. Az *1-es* vetőtárcsa a gumótartályra rögzített és álló *6-os* vezérlőív körül forog, meghajtását lánc áttételeken és egy Norton sebességváltón keresztül kapja a meghajtó keréktől. A vetőtárcsára szerelt általában 12 db. szorítóujj működése a következő: a *2-es* elfordítható tengely végén a *3-as* szorítóujj az *5-ös* bütyöktől van vezérelve a *4-es* torziós rugó ellenében és a *7-es* gumót rögzíti. A *6-os* vezérlőpálya az *A, B, C, D, E* szakaszok alapján a szorító ujjat a gumótartályba merüléskor

csukja, felfelé merítéskor nyitja, majd a gumót megszorítja, aztán az ejtő csatorna felett újra nyitja. A szorítóujjak működésének az elemzése a gumó elengedési szakaszában történik (1. ábra A szakasz, illetve 2. ábra. 3-as pozíció), ahol a  $C_M$  tömegközponú gumóra a meghatározó erők mellett (4. ábra) a szorító ujj és a tárcsa különböző geometriai formái is befolyásoló tényezők.



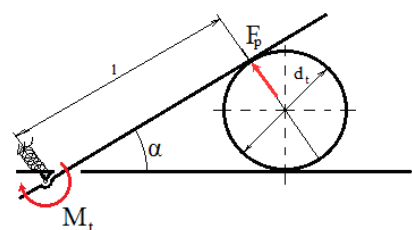
1. ábra Szorító ujjas adagolórendszer [1]



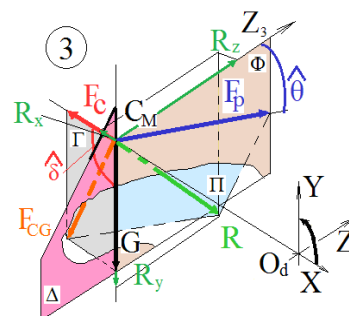
2. ábra Az erők hatása az ejtés pillanatában

Az XYZ derékszögű koordináta rendszerben  $r$  sugarú,  $\varphi = \varphi(t)$  [rad] elfordulási szöggel jellemzett  $C_M$  pontba koncentrált eredő  $R$  erővektor iránya függ a gumó  $d_t$  [m] átmérőjétől ( $\theta$  [rad] nyitási szög), a gumó tömegétől (súlyerő), a vetőtárcsa  $\omega$  [rad/s] forgási sebességétől. Az  $F_c$  centrifugális- és  $G$  súlyerő közötti  $\delta$  változó szög kifejezhető a  $C_M$  pozíciójának a  $\varphi$  szöggel:

$$\delta = \frac{3\pi}{2} - \varphi \quad (1)$$



3. ábra A szorító ujj nyomó ereje



4. ábra Az  $R$  eredő erő iránya az ejtés pillanatában

Ha  $\gamma = \gamma(t)$  az  $(F_{CG}, F_p)$  közötti változó szög (4. ábra), akkor az  $F_{CG}$  és  $R$  eredő erők kifejezése a következők:

$$F_{CG} = \sqrt{F_c^2 + G^2 - 2 \times F_c \times G \times \sin \varphi}, \quad R = \sqrt{F_{CG}^2 + F_p^2 + 2 \times F_{CG} \times F_p \times \cos \gamma} \quad (2)$$

Az  $F_p$  erő kifejezése a 3. ábra alapján a következő:

$$F_p = \frac{k \times \alpha}{l} \text{ [N]}, \quad F_c = m \times \omega^2 \times r \text{ [N]}, \quad G = m \times g \text{ [N]} \quad (3)$$

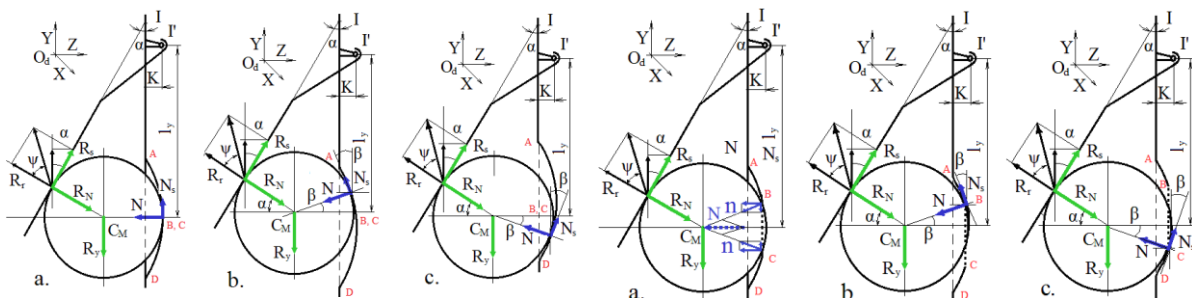
ahol:  $k$  [m/rad] - a torziós rugó karakterisztikája (amennyiben állandó),  $\alpha$  - a szorító ujj nyitási szöge [2],  $l$  - a szorító ujj hossza a forgási tengely és a burgonyát támasztó pont között.

Az  $R$  vektor  $\{R_x, R_y, R_z\}$  komponenseivel kifejezhető  $R_N$  (fentebbi  $F_p$ ) szorító ujjra merőleges erő az  $R_y R_z$  síkban. Az  $R_y$  és  $R_N$  között lévő szög értéke  $\pi/2 \pm \alpha$  (5.a. ábra). Ha az  $F_c$  nem elhanyagolható, akkor az  $R_N$ -nek az  $R_x R_y$  síkban való  $R_x$  vetületét is kell vizsgálni. (Ez egy másik elemzés témája.)

A 5.a. ábra szerinti minimum pontban, az erőegyensúly feltételei azonosak a lapos vetőtárcsa esetében fennálló feltételekkel:

$$N = \frac{R_N \times \cos\psi}{\cos(\psi - \alpha)}, \text{ és } R_N \geq \frac{R_Y}{\mu + \operatorname{tg}(\psi - \alpha)} \quad [3]; \quad (4)$$

A vetőtárcsa és a szorítóujjak geometriájának hatásai is kihatnak a gépelem működésére. Az első fejlesztés alkalmával a sík vetőtárcsára konkáv (öblös) geometriai formát nyomtak amelyben a gumók jobban helyezkednek (5. ábra). Az AB rész aktív a merítés alatt (5.b. ábra), a CD az egyensúly megtartásától a szabadon engedésig tartó rész (5.c. ábra), a B minimum pont (5.a. ábra) egy sajátos eset, ami gumó egyensúlya szempontjából megfelel az eredeti lapos vetőtárcsa feltételeinek.



5. ábra A gumó egyensúlyi állapota öblös felületű vetőtárcsán. a. Minimum ponton; b. Átmeneti állapotban a merítés után; c. egyensúlyban

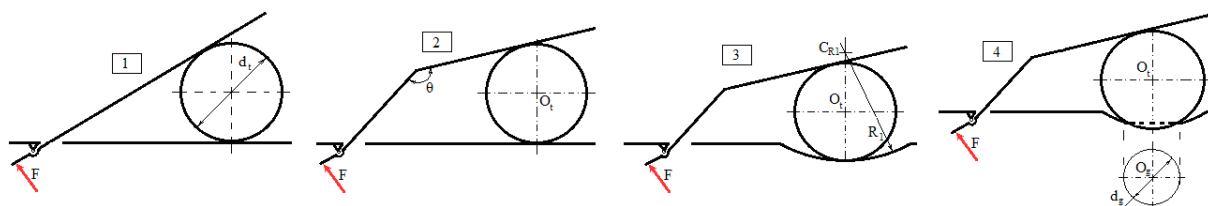
6. ábra A gumó egyensúlyi állapota öblös felületű és lyukasztott vetőtárcsán. a. stabil egyensúly állapotban; b. átmeneti állapotban; c. egyensúly állapotban.

A következő fejlesztés a gumók megtartására kialakított öblök minimum pontjának a meglyukasztása volt (6. ábra), amellyel nem csak a geometriai formából adódó csúszási szöveget változtatták meg, hanem egy relatív kényszer hoztak létre a stabilitás növelése érdekében. A rögzítés során a gumó az addig használt egy pontban történő súrlódási erő helyett egy  $d_g$  sugarú körgyűrűre fekszik a BC szakaszon (6.a. ábra). Ebben az esetben (6.a. ábra, 8.b. ábra) a  $d_g$  átmérőjű furatra az  $n$  egységnyi erővektorokból álló  $N$  erőre a következő összefüggés írható:

$$N = \sum n_z = \pi \times d_g \times n \times \cos\beta \quad (5)$$

Az egyensúlyi helyzetek az A és B pontok között (6.b. ábra) valamint a C és D pontok között (6.c. ábra) ugyanazokra az esetekre vezethetők vissza mint az 5.b., 5.c. ábrákon.

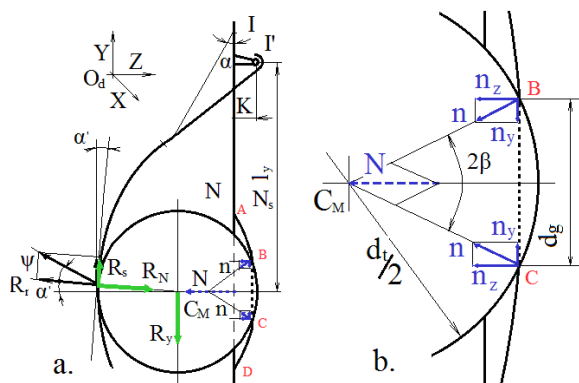
A vizsgált szorítóujjas burgonyaültető gépeknél a különböző gyártók (MARS Csehszlovák, SK2-130 Szlovák, DOBMAC Ausztrál), eddig a megoldásig fejlesztették a gumók rögzítését. A 7. ábra szemlélteti a szorítóujjas mechanizmus fejlődését a most is gyakorlatban lévő megoldásig.



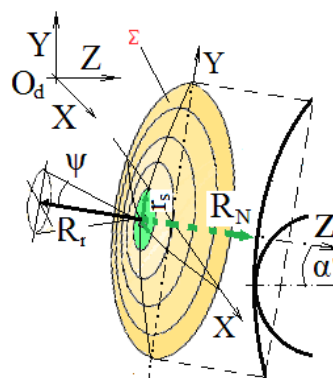
7. ábra A szorítóujjas adagolórendszer fejlődési folyamatának ábrái

A továbbiakban bemutatódik három továbbfejlesztési lehetőség. A 8. ábra szemlélteti a lapos felületű szorítóujjakon végezhető ívesítés lehetőségét, amely során a rugó által keltett  $R_N$  nyomóerő vektor irányítása az  $N$  támaszvektorával kisebb eltérési szöget zár be, tehát a szorító felületek geometriai formái a gumó stabilabb megtartásának kedveznek.

A következő lehetséges javítás a szorítóujjak lemez felületének öblössé alakítása (kanalásítása), ami különösen az  $OY$  tengely irányú (de lefelé történő) haladási irányra merőleges  $OX$  tengely irányú (de a jelöléssel ellentétes irányítású)  $F_C$  centrifugális erő hatását támasztja szembe (9. ábra). Ez a megoldás nagyobb szögsebességet engednek meg a vetőtárcsának, jobban ellen tart a centrifugális erőnek, a vetőtárcsa szögsebesség növelhető a gumók tartályon belüli rongálódási határán belül.



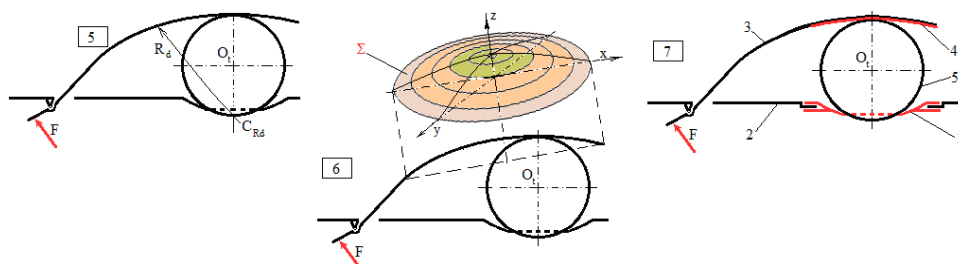
8. ábra A gumó egyensúlyi állapota öblös felületű és lyukasztott vetőtárcsán, ívelt szorítóujjal.  
a. stabil egyensúly állapotban; b. részletrajz



9. ábra A gumó egyensúlyi állapota öblös felületű és lyukasztott vetőtárcsán, kanalas szorítóujjal

A szorítóujjas megoldás hatékonyságának a növelésére illetve a gépkihasználhatóság javítására lehetséges egy olyan fejlesztés is, amelynél a vetőtárcsa 12 darab öblös lyukasztott felülete cserélhető betétre alakítható (10. ábra). Ez lehetővé teszi a gumók méretcsoportja- (30-40, 40-50, 50-60 mm átmérő), illetve formája szerinti (gömbölyű, ovális, hosszúkás) kiválasztást, ami feltétele az egyenletes terméshozamnak. Ha ezek a betétek fém alapra gumibevonattal készülnek akkor egyrészt nagyobb csúszó súrlódással bírnak, másrészt rugalmasabbak lesznek és kedveznek a tapadó súrlódásnak, ugyanakkor puhábbak mint a fém felület - a gumók sérülésére tekintettel. Ugyanezen célokból a kanalas szorító ujjak is bevonhatóak cserélhető formájú gumiprofillal. A gép szempontjából a legtartósabb, leggazdaságosabb fejlesztési lehetőséget a 6. ábra mutatja be, de a munkapontosság szempontjából valószínű a 7. ábra szerinti fejlesztés a legmegfelelőbb.

A felvázolok lehetséges fejlesztések, a jövőbeli gyakorlati és elméleti elemzéseim alapjait képezik.



10. ábra A szorítóujjas adagolórendszer továbbfejlesztési lehetőségek folyamat ábrái

### 3. KÖVETKEZTETÉSEK

A szorító ujj ívesítésével a  $R_N$  nyomóerő vektor és az  $N$  támaszvektor egymással kisebb szöget zárnak be, ugyanakkor a szorító felületek geometriai formája kedvezőbb a gumó megtartásához.

A szorítóujjak kanalasítása a gumóra ható oldal irányú centrifugális erőnek jobban ellen tart, növelhető vetőtárcsa szögsebessége és egyben az ültetési sebesség, a gumók tartályon belüli rongálódása és egyéb agronómiai feltételek betartási határán belül.

Az öblös lyukasztott felület részek cserebetétes átalakítása lehetővé teszi az ültetési gumó fajtának a csoportméretére és formájára történő kedvezést. A kontakt felületek (szorító ujj, cserélhető betét) gumival történő bevonása megnöveli a tapadó- és csúszó súrlódást illetve kíméli a zúzódását.

### IRODALOM

- [1] Căproiu, Ș, și col. *Mașini agricole de lucrat solul, semănat și întreținerea culturilor*. Editura Didactică și Pedagogică București. 1982.
- [2] A. Jula. M. Lateș. *Organe de mașini*. Editura Universității Transilvania Brașov. 2004.
- [3] Rus, F. *Masini agricole pentru lucrarile solului, semănat si intretinerea culturilor*. Universitatea Brasov, 1975.