

TÁRCSÁS BORONÁVAL VALÓ TALAJMEGMUNKÁLÁS EREDMÉNYÉNEK SZEMLÉLTETÉSE SZÁMÍTÓGÉPES SZIMULÁCIÓVAL

COMPUTER SIMULATION TO VISUALIZE THE RESULTS OF SOIL TILLAGE WITH DISC HARROW

Pásztor Judit,¹ Tolvaly-Roşca Ferenc²

Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar, Gépészmérnöki Tanszék, Marosvásárhely, Románia,

¹ pjudit@ms.sapientia.ro

² tferi@ms.sapientia.ro

Abstract

The disc harrow is the basic machine for shredding soil. It loosens, smooths and mixes the top layer of soil during shredding. It also chops and incorporates weeds and stalk residues into the soil. In this paper, we will explore the factors that influence the operation process of the disc harrow and apply them to the Bomet BTP 4×6 disc harrow. A body model of the Bomet BTP 4×6 disc harrow is prepared and the results of its operation process are simulated in three different operating situations.

Keywords: *disc harrow, computer simulation, operation process.*

Összefoglalás

A tárcsás borona a talaj aprításának alapgépe. Aprítás közben lazítja, egyengeti, enyhén keveri a talaj felső rétegét. A gyomok, szármadarványok aprítását, talajba keverését is elvégzi. A dolgozatban feltérképezzük a tárcsás borona munkafolyamatát befolyásoló tényezőket, és alkalmazzuk a Bomet BTP 4×6 tárcsás boronára. Elkészítettük a Bomet BTP 4×6 tárcsás borona testmodelljét, majd a munkafolyamatának eredményét szimulációval szemléltetjük három különböző üzemeltetési helyzetben.

Kulcsszavak: *tárcsás borona, számítógépes szimuláció, munkafolyamat.*

1. A tárcsás borona ismertetése

A tárcsás borona a talaj aprításának alapgépe. Aprítás közben lazítja, egyengeti, enyhén keveri a talaj felső rétegét, így alkalmanként helyettesítheti a hagyományos talajforgatást [1].

A tárcsás borona (1. ábra) munkaeszközei a tárcsalevelek. A tárcsalevelek széle lehet ép vagy csipkézett. A tárcsalevelek tengelyre vannak fel-fűzve, közöttük távtartó hüvelyek tartják az állandó távolságot. A közös tengelyre fűzött tárcsalevelek tárcsatagot alkotnak. A tárcsatagok a kerethez vannak rögzítve. A tárcsatagok elrendezése alapján V- és X-elrendezésű tárcsás boronák vannak.



1. ábra. Bomet BTP 4×6 tárcsás borona felépítése

A tárcsás borona félaktív talajgép, vontatása közben a tárcsalevelek elfordulnak a kerethez képest. Működése közben a tárcsatag tengelye a haladási iránnyal γ támadószöget zár be, **2.a ábra**. A vontatás következtében a tengelyre szerelt tárcsalevelek elfordulnak, folyamatosan kívágnak egy darabot a talajból, **2.b ábra**. A talajdarabok a tárcsalevelek belső felületén megemelődnek, majd visszaesnek a talajra. Ezáltal megtörténik a talaj aprítása, lazítása, keverése, enyhe forgatása. A megmunkált talaj oldalirányban elszállítódik.

A tárcsás borona munkafolyamata eredményeként az átmunkált talaj alja nem egyenes, gerinc képződik a két tárcsalevél között, amely akár a felszínen is érzékelhető (**2.b ábra**, **2.c ábra**).

A tárcsás borona munkafolyamatának követelményei:

- legyen egyenletes a megmunkált talajfelszín, ne maradjon műveletlen sáv, **[2]**;
- a barázdafenék legyen minél egyenletesebb, a képződött gerinc magassága legyen a lehető legkisebb **[2, 3]**;
- a tárcsalevelek a szár- és tarlómaradványokat jól aprítva a talajba keverjék **[4]**.

Ennek érdekében a második tárcsatag felosztásban van elhelyezve az első tárcsatag mögött, így a hátsó tárcsalevél két, előzőleg megmunkált terület között dolgozik, **2. ábra**.

A második tagra fűzött tárcsalevelek visszaszálítják az oldalra elmozdított talajt.

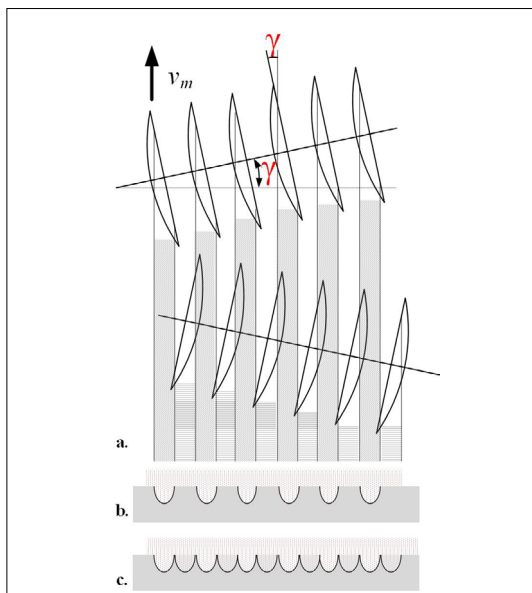
A jó aprítást a csipkézett élű tárcsalevelek végzik, az első tárcsatagok általában ezekkel vannak felszerelve.

A munkagép munkafolyamata gyors, emiatt megfigyelése, vizsgálata szántóföldi körülmények között nehézkes. A tárcsás borona működésének jobb megértése érdekében érdemes a munkafolyamatot számítógépes szimulációval megjeleníteni. Ezt tesszük ebben a dolgozatban.

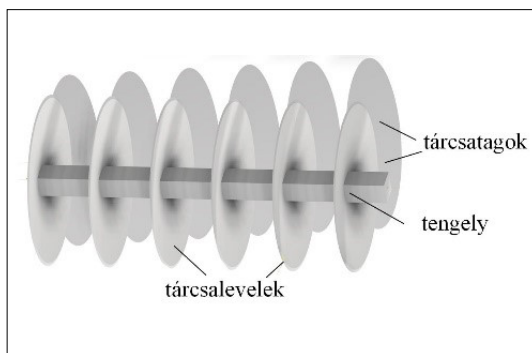
2. A tárcsás borona munkafolyamatának számítógépes szimulációja

Munkamódszer:

- elkészítjük a Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar gépudvarában található Bomet BTP 4×6 tárcsás borona testmodelljét;
- feltárjuk a tárcsás borona munkafolyamatát jellemző tényezőket;
- szimuláljuk a munkafolyamatot valós üzemeltetési adatok felhasználásával;
- megfigyeljük a jellemzők és munkafolyamat közötti kapcsolatokat.



2. ábra. Tárcsás boronatagok munkafolyamata: a) talajfelszínen; b) az első tárcsatag utáni barázdafenéken; c) az egymás mögött felosztásban haladó tárcsalevelek után kialakult barázdafenéken



3. ábra. Tárcsatagok testmodellje

2.1. A Bomet BTP 4×6 tárcsás borona testmodellje

A Bomet BTP 4×6 2,2 tárcsás borona 4 tárcsataggal rendelkezik, **1. ábra**. A tárcsatagok X elrendezésűek. Mindenik tag 6-6 darab tárcsalevéllal van szerelve.

A tárcsalevelek átmérője Φ 460 mm, a közöttük lévő távolság 172 mm. A munkagép munkaszélessége 2200 mm, tömege 615 kg **[5]**.

Az egymás mögött haladó két tárcsatag testmodellje a **3. ábrán** látható. Ebben az esetben mindkét tárcsatag ép élű tárcsalevéllal van ábrázolva.

2.2. A tárcsás borona munkafolyamatát jellemző tényezők

Két egymás mellett haladó tárcsalevél által átmunkált talajkeresztmetszet és a tárcsalevelek geometriai összefüggései a **4. ábrán** láthatók.

A tárcsás borona munkafolyamatának követelményei, vagyis a műveletlen sávok hiánya és az egyenletes barázdafenék az átmunkált talajkeresztmetszet és a gerinccsúcs magassága alapján értékelhetők.

Az S_d átmunkált talaj keresztmetszetének összefüggése [3]:

$$S_d = 2(a - c) \sin \gamma \sqrt{c(D - c)} + \frac{1}{8} D^2 (\varphi_c - \sin \varphi_c) \sin \gamma \text{ [mm}^2\text{]}, \quad (1)$$

ahol: a a munkamélység [mm]; c a megmunkálatlan talajgerinc magassága [mm]; γ a tárcsatag támadási szöge [°]; φ_c a tárcsalevél gerincmagasságnak megfelelő elméleti középponti szög [°].

A tárcsalevélen a gerincmagasságnak megfelelő elméleti középponti szög összefüggése [3]:

$$\varphi_c = 2 \arccos \left(1 - \frac{2c}{D} \right). \quad (2)$$

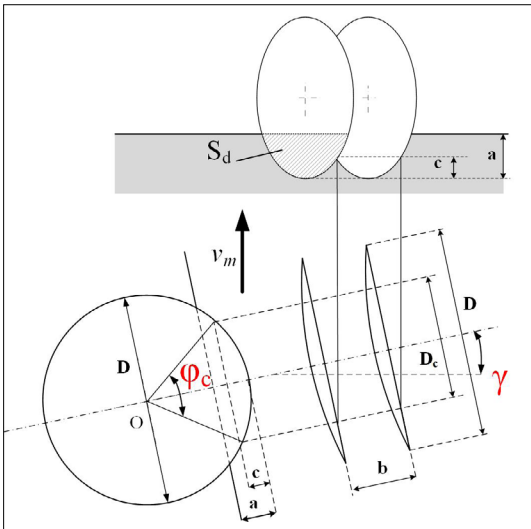
A gerinccsúcs magassága és a tárcsás borona geometriai jellemzői közti összefüggés [4]:

$$b = 2 \tan \gamma \sqrt{c(D - c)}, \quad (3)$$

ahol: b az egymás mellett dolgozó tárcsalevelek közötti távolság [mm].

Az (1)-es, (2)-es és (3) -as összefüggések alapján a tárcsás borona munkafolyamatát befolyásolja:

- a munkamélység;
- a tárcsalevelek γ támadási szöge.



4. ábra. Tárcsalevelek geometriája, kinematikája

2.3. A tárcsatagok munkafolyamatának szimulációja

A Bomet BTP 4×6 tárcsás borona négy tagja egymással szimmetrikus, emiatt a szimulációt csak két egymás mögött haladó tárcsatagra végezzük.

A Bomet BTP 4×6 2,2 tárcsás borona tárcsatagjai $\gamma = 12^\circ/15^\circ/17^\circ$ támadási szögre állíthatók [5].

A tárcsalevelek munkamélysége függ a tárcsalevelekre nehezedő súlyerőtől, amelyet póttömegekkel lehet növelni. A szimulációkat $a = 60$ mm, $a = 90$ mm, $a = 120$ mm munkamélységekre végezzük.

Három szimulációt végeztünk, az **1. táblázat** adatai alapján. Szemléltetésre kilenc izometrikus nézet készült, a dolgozatban hat látható.

1. táblázat. A szimulációk üzemeltetési adatai

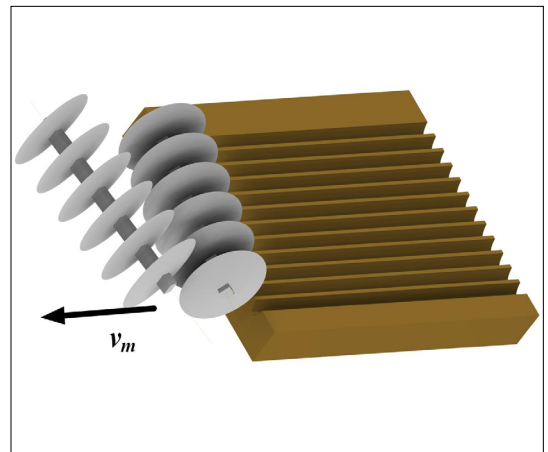
Szimuláció	γ [°]	a [mm]
első	12	60
második	15	90
harmadik	17	120

A számítógépes szimulációk folyamatos meríttest-kivonásos módszerrel készültek [6]. Az eltávolított talaj nem kerül vissza a felületre, így megfigyelhetők az elmunkálatlan gerinccsúcsok és a barázda alja. A szimuláció mozgófilmen is rögzíthető.

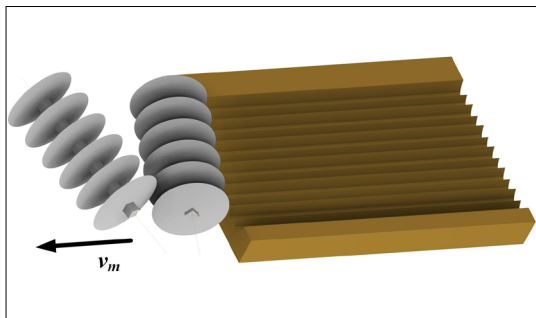
A szimulációk során figyeljük, hogy a tárcsatagok támadási szöge és a munkamélység hogyan hat az átmunkált talaj keresztmetszetére és a barázdafenék egyenletességére.

Az első szimuláció az **5. ábrán** látható.

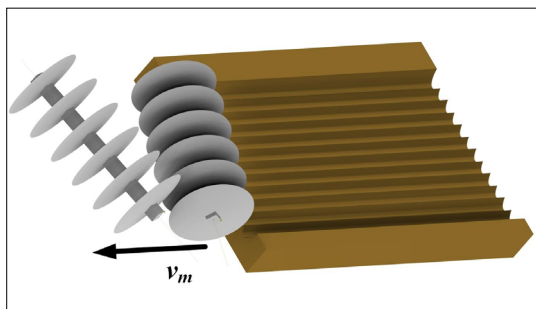
Az **5. ábrán** jól megfigyelhető, hogy a talaj felszínén elmunkálatlan részek, sávok láthatóak.



5. ábra. Az első szimuláció, $\gamma = 12^\circ$, $a = 60$ mm



6. ábra. A második szimuláció, $\gamma = 15^\circ$, $a = 90$ mm



7. ábra. A harmadik szimuláció, $\gamma = 17^\circ$, $a = 120$ mm

A második szimuláció az 6. ábrán figyelhető meg. Ez nagyobb támadószöggel és munkamélységgel történt, javult a talaj átdolgozása, nincs eldolgozatlan talajfelszín, de még nagyon egyenletlen a barázda alja.

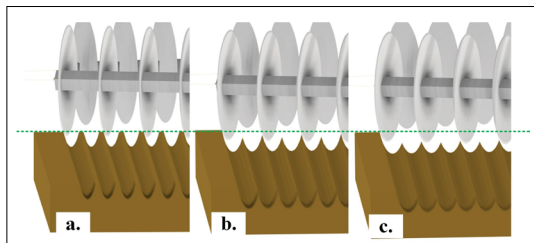
A harmadik szimuláció a 7. ábrán látható.

A harmadik szimuláció a legnagyobb támadási szöggel és munkamélységgel történt. Itt a gerincmagasság kisebb, mint a munkamélység, vagyis a kialakult gerinccsúcsok nem látszanak a felszínen.

A három különböző szögállással és munkamélységgel végzett munkafolyamat eredményeinek szemléltetése a 8. ábrán látható.

A számítógépes szimulációk jól mutatják, hogy a tárcsatag támadószögének és a munkamélységnek a növelése nagyobb átmunkált talajkeresztmetszetet eredményez, amint ez az (1)-es összefüggés alapján várható is volt.

A nagyobb támadószög egyenletesebb barázda-fenék kialakulásához vezet.



8. ábra. Az átmunkált talajkeresztmetszet és gerinccsúcs magasságának szemléltetése:

- a) $\gamma = 12^\circ$, $a = 60$ mm; b) $\gamma = 15^\circ$, $a = 90$ mm;
c) $\gamma = 17^\circ$, $a = 120$ mm

3. Következtetések

A valós adatokkal megvalósított tárcsás borona munkafolyamatának szimulációja jól szemlélteti a jelenséget és igazolja, hogy miért szükséges erre a tárcsás boronára póttömeget helyezni vagy a tárcsatag támadószögét növelni, ha egyenletesen átmunkált magágyat szeretnénk elérni.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Vlăduț N.-V., Atanasov A., Ungureanu N., Ivașcu L.V., Cioca L.-I., Popa L.-D., Matei Gh., Boruz S., Cerempei V., Țiței V., Nenciu F., Milea O.-E., Dumitru Ș., Caba I.: *Trends in the Development of Conservation. Ecological Agriculture in the Context of Current Climate Change – A Review*. INMATEH - Agricultural Engineering, 74/3. (2024) 980–1032. <https://doi.org/10.35633/inmateh-74-86>
- [2] Qiu Y., Chen Z., Hou Z., Liu H., Gu F., Dai N.: *Investigation on Data Collection and Fractal Characteristics of Soil Surface Roughness*. INMATEH - Agricultural Engineering, 61/2. (2020) 135–142. <https://doi.org/10.35633/inmateh-61-15>
- [3] Căproiu Ș., Scripcnic V., Ros V., Babiciu P., Ciubotaru C.: *Mașini agricole de lucrat solul, semănat și întreținere a culturilor*. Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1982, 202–209.
- [4] Naghiu A., Baraldi G., Naghiu L.: *Mașini și instalații agricole*. Risoprint Kiadó, Kolozsvár, 2004, 150,168.
- [5] <https://www.dianatrans.ro/utilaje-agricole-noi/discuri-trase-65/disc-btp-724.htm> (letöltve 2025.02.28.)
- [6] Tolvaly-Roşca F., Pásztor J.: *Work Process Analysis of the Machines with Working Parts Entrained in Seedbed Preparation Works*. INMATEH-Agricultural Engineering, 58/2. (2019) 2068–2239. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-58-01>