

## Szántás geometriai modellezése, elemzése

### Geometric modeling and analysis of plowing

PÁSZTOR Judit<sup>1</sup>, POPA-MÜLLER Izolda<sup>2</sup>, ILYÉS Szilárd<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Sapientia EMTE, Marosvásárhelyi Kar / Sapientia University,  
Faculty of Technical and Humanities Science /  
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: <sup>1</sup>pjudit@ms.sapientia.ro, <sup>2</sup>ipmuller@ms.sapientia.ro, <sup>3</sup>ilyes\_szilard@yahoo.de

#### Abstract

*Ploughing is basic tillage; the machine is the plough. During ploughing, the plough rotates while shredding, loosening and mixing the cultivated soil layer. Accurate knowledge of the operation of the plough is very important from the point of view of the soil and the favourable energy consumption, and thus also indirectly from the point of view of the environment. In the dissertation we illustrate the work of the plough body with the help of mathematical models. We study the relationship between working depth and working width and the effect of the geometrical characteristics of the parts forming the plough body on the ploughing process.*

**Keywords:** ploughing, plough, safe furrow rotating

#### Kivonat

*A szántás alapvető talajmunka, munkagépe az eke. A szántás során az eke forgatja, miközben aprítja, lazítja, keveri a megmunkált talajréteget. Az eke működésének pontos ismerete nagyon fontos a talaj, a kedvező energiafelhasználás, így közvetve a környezet szempontjából is. A dolgozatban matematikai modellek segítségével szemléltetjük az eketést munkáját. Vizsgáljuk a munkamélység és munkaszélesség közti összefüggést, valamint az eketést alkotó részek geometriai jellemzőinek hatását a szántás folyamatára.*

**Kulcsszavak:** szántás, eke, biztonságos barázdaszelet átfordulás

## 1. BEVEZETÉS

A szántás alapvető talajmunka, munkagépe az eke. A szántás során az eke forgatja, miközben aprítja, lazítja, keveri a megmunkált talajréteget. Alapvető talajmunka, mert a szántás aránylag nagy művelési mélységben történik, a talajfelszín legnagyobb térfogatát érinti. A talajművelés elsődleges feladata a talaj levegő- és vízgazdálkodásának javítása. Szántás során javul a talaj oxigénellátása és képessé válik a téli csapadék befogadására, elraktározására, ugyanakkor a trágyaanyagok talajba jutnak, a tarló- és szármaradványok aláfordítódnak [1].

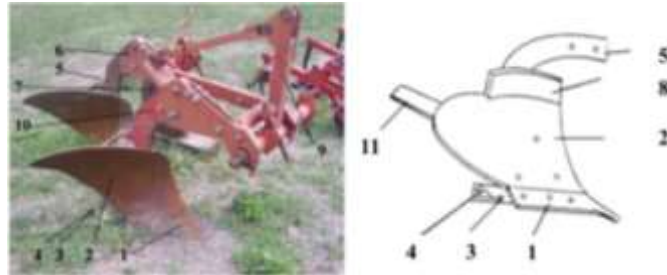
Az eke működésének pontos ismerete nagyon fontos a leendő agrár- és kertészmérnök hallgatók számára, emiatt a jelenség jobb szemléltetése érdekében modellezzük az eke munkáját. A felhasznált módszert a középiskolai matematika ismeretekre építettük.

### 1.1. Eke felépítése és munkája

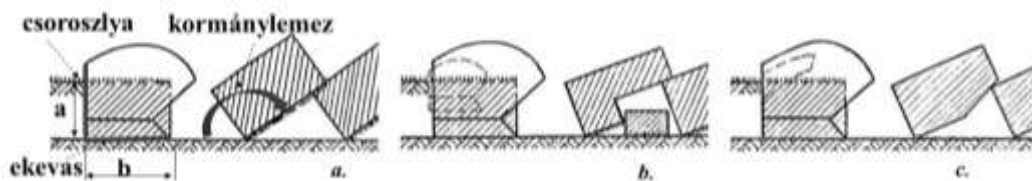
Az eke felépítése az *1. ábrán* látható.

Az eke munkája során leválasztja a talajszeletet a szántatlan talajtól, átfordítja, miközben a barázdaszeletet jobbra szállítja. A kiemelt talajszelet helyén marad egy árok, a barázda, amelyet két sík határol, a függőleges barázdafal és a vízszintes barázdafenek. A szántás során a talajszelet függőleges síkban való leválasztását a csoroszlya, a vízszintes síkban való kimetszést az *1-es* ekevas végzi, *2-a. ábra*. Az ekevas a barázdaszeletet a *2-es* kormánylemezre tereli, amely átfordítja azt. A *3-as* ekenád a tiszta barázdafalon halad és megtámasztja a kormánylemezt és az ekevasat. A súrlódás csökkentésére az ekenádat *4-es* csúszótalppal

látják el. Az ekevasat, kormánylemezt, ekenádat az 5-ös eketörzs fogja össze. Az eketörzs, kormánylemez, ekevas, ekenád és csúszótalp együtt egy *eketestet* alkot. A 6-os gerendely rögzíti az eketesteket. Az *1.ábrán* két eketestes eke látható. Az 7-es mélységátaroló kerék megakadályozza, hogy az eketestek elmélyüljenek a talajban. A kormánylemezre több kiegészítőt is szerelhetnek: a 8-as trágyaleforgatót, *2-c.ábra*, 11-es kormánylemezoldatot. Az eketestek elé előhántót is szerelhetnek, a szántás üregességének csökkentése és a szármadarványok jobb aláforgatása érdekében, *2-b.ábra*. Az eke a 9-es függesztő szerkezettel kapcsolódik az erőgéphez. Az eketestet a 10-es biztonsági csapszeg védi az esetleges töréstől.



1.ábra Két eketestes függesztett ágyeke felépítése



2.ábra Eke munkája [1]

## 1.2. Barázdaszelet biztonságos átfordulásának feltétele

Az eke feladata a megfelelő mélységű barázdaszelet kivágása és átfordítása. Jellemzésére az  $a$  szántási mélység és  $b$  fogásszélesség szolgál, *2-a.ábra*. A szakirodalomban a barázdaszeletet összenyomhatatlannak feltételezik, és átfordulásának jellemzésére a következő arány használatos, [2]:

$$k = \frac{b}{a}. \quad (1)$$

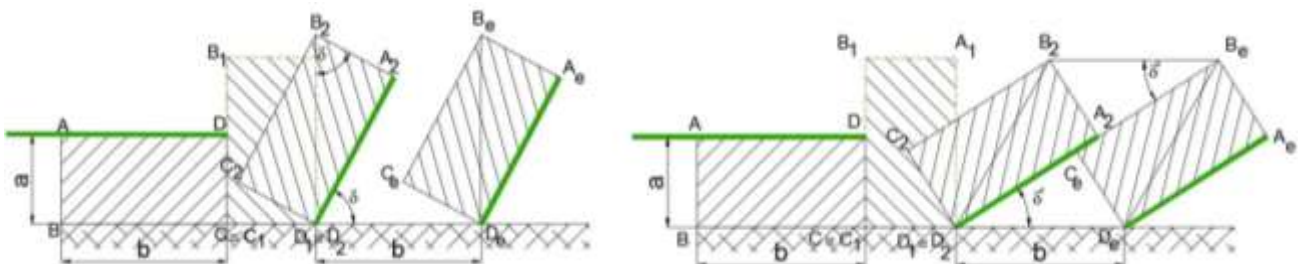
A biztonságos barázda-átfordulás feltétele a szakirodalom szerint, [1] [2] [3]:

$$k > 1,27. \quad (2)$$

A dolgozatban ennek a  $k$  értéknek a számítását és elemzését végeztük mi is el.

## 2. KIDOLGOZÁS

A kivágott barázdaszelet keresztmetszete elméletileg téglalaprak tekinthető, amely átfordulását a *3.ábra* mutatja be. Kezdetben a barázdaszelet  $C_1$  elméleti forgáspont körül kezd fordulni, majd a  $D_1$  pont körül fordul tovább. Az átfordulás akkor tekinthető befejezettnek, ha a téglalap  $BD$  átlója áthalad a  $B_2D_1$  függőleges helyzeten. A barázdaszelet átfordulását a  $\delta$  szög mértéke jellemzi, *3.ábra*.



3.ábra A barázdaszelet átfordulásának határesetek és a biztonságos átfordulása

A határesetben a  $\delta$  szög mértékét a következő gondolatmenet tükrözi:  $\delta=A_2D_1D_e$  és  $D_1B_2A_2$  szögek merőleges szárú szögek lévén, felírható az alábbi szögfüggvény, [2]:

$$\sin\delta = \frac{A_2D_1}{D_1B_2}, \tag{3}$$

$$\sin\delta = \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}. \tag{4}$$

Az (1) és (4) összefüggés segítségével számolható a barázdaszelet  $\delta$  dőlésszöge:

$$\delta = \arcsin \frac{k}{\sqrt{1+k^2}} \tag{5}$$

A barázdaszelet átfordul és megtámaszkodik az előző,  $A_eB_eC_eD_e$  barázdaszeleten, így  $C_2D_1$  szakasz párhuzamos  $C_eD_e$  szakasszal, 3.ábra. A barázdaszelet átfordulását jellemző  $\delta'$  szög mértékének számítása az 3.ábrán követhető.  $C_eD_e$  merőleges a  $D_2A_2$  oldalra,  $D_1D_e$  szakasz a fogászélességgel egyenlő. Tehát:

$$\sin\delta' = \frac{C_eD_e}{D_1D_e}, \tag{6}$$

$$\delta' = \arcsin \frac{a}{b} = \arcsin \frac{1}{k}. \tag{7}$$

Felhasználva, hogy  $\delta' < \delta$ , az  $\arcsin$  függvény növekvő és  $k > 1$ , a következő összefüggés állapítható meg:

$$\frac{1}{k} < \frac{k}{\sqrt{1+k^2}}, \tag{8}$$

amely egyenértékű az alábbi összefüggéssel [3], figyelembe véve, hogy a  $k > 1$  pozitív szám:

$$k^4 - k^2 - 1 > 0. \tag{9}$$

Az egyenlőtlenséget az  $y=f(k)=k^4-k^2-1$ ,  $f(k): (1, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$  függvény ábrázolásával oldottuk meg.

A metszéspontokat a koordináta tengelyekkel a szakirodalomban is fellelhető  $x=k^2$  helyettesítéssel

kaptuk:  $(\sqrt{\frac{1+\sqrt{5}}{2}}, 0)$ . Megjegyzés:  $\sqrt{\frac{1+\sqrt{5}}{2}} = 1,27$ .

Monotonitási intervallumok meghatározása az alábbi egyenlet megoldásával történik:

$$f'(k) = 4k^3 - 2k = 0 \tag{10}$$

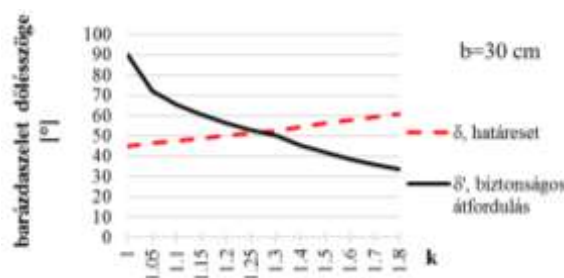
Az egyenlet megoldásai:  $k_1=0$ ,  $k_{3,4}=\pm\frac{\sqrt{2}}{2}$ . Megjegyzés: csak a  $k > 1$  értékek veendőek figyelembe.

A függvény értéktáblázata

1.táblázat

$k$	1		1,27		$+\infty$
$f'(k)$		+	+	+	+
$f(k)$	-1	↑	0	↑	$+\infty$

Tehát:  $k > 1,27$  értékre teljesül a (8)-as kívánalom, miszerint a barázdaszelet dőlési szöge kisebb a határesetet jelentő értéknél, így a barázdaszelet biztonságosan átfordulhat, 4.ábra.



4.ábra A biztonságos barázdaszelet átfordulásának feltétele

Ez úgy értelmezhető, hogy a barázdaszelet biztonságos átfordulása csak jól meghatározott fogásszélesség, munkamélység arány esetében történik meg:

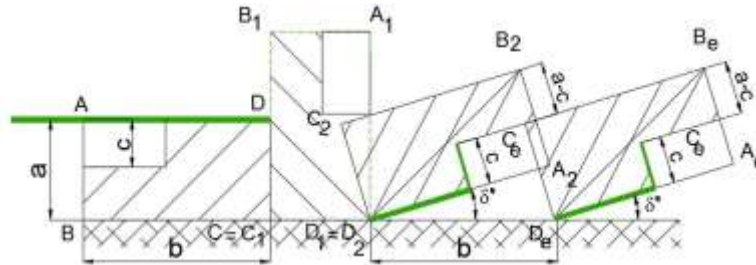
$$k = \frac{b}{a} > 1,27. \quad (11)$$

A (11) -es összefüggés lehetőséget ad, adott fogásszélesség esetén, a munkamélység választásához.

$$a < \frac{b}{1,27}. \quad (12)$$

A valóságban nagyobb munkamélységnél is megtörténhet a barázdaszelet átfordulása, ekkor a barázdaszelettel közölt mozgási energia és a kormánylemez alakja segíthet.

A jobb növényi szárrész-takarás érdekében előhántót, vagy trágyaleforgatót szerelnek az ekére, amely  $c$  mélységben kivág a barázdaszeletből és a barázdafenekre tereli, 2-b.ábra, 2-c.ábra és 5.ábra.

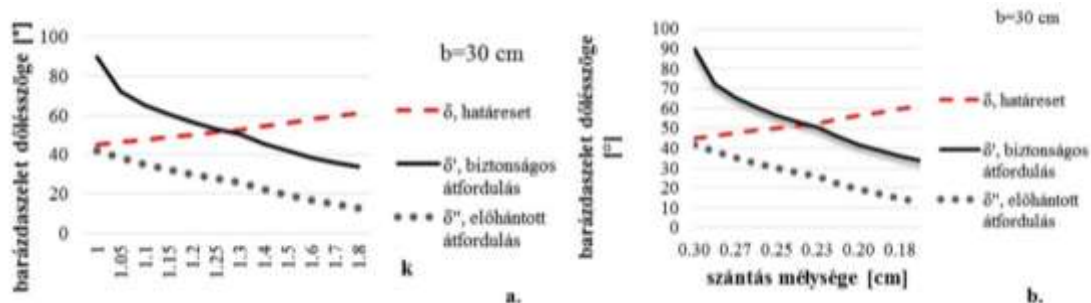


5.ábra Előhántó szerepe a barázdaszelet átfordulásában

Az előhántott barázdaszelet  $\delta''$  dőlésszöge a következőképpen alakul:

$$\delta'' = \arcsin \frac{a-c}{b}. \quad (13)$$

Az előhántó és trágyaleforgató hatását a barázdaátfordulásban a 6.ábrán látható grafikonok jelentik meg. Itt látható, hogy  $k < 1,27$  értéknél esetén is a  $\delta''$  dőlésszög kisebb a  $\delta$  határesetet jelentő dőlésszögnél, 6-a.ábra. Így a szántás, ugyanazon fogásszélesség esetén, nagyobb munkamélységgel is elvégezhető, 6-b.ábra.



6. ábra A barázdaszelet dőlésszögeinek alakulása az előhántó alkalmazásával

### 3. KÖVETKEZTETÉSEK

A matematikai modellek magyarázzák a szakirodalomban fellelhető adatokat.

A barázdaszelet átfordulásának modellezése hozzájárul a jelenség jobb megfigyeléséhez, megértéséhez.

A modellek feltárják az előhántó és trágyaleforgató barázdaszelet-átfordításban betöltött szerepét.

Előhántó és trágyaleforgató alkalmazásával nagyobb munkamélység választható adott fogásszélességű eke esetében.

### IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Láng, Z., A zöldség-, dísznövény és szaporítóanyag-termesztés berendezései és gépei, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1998.
- [2] Szendrő, P., Mezőgazdasági gépszerkezettan, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2000.
- [3] Naghiu, A.: Mașini și instalații agricole, I, Risoprint Kiadó, Kolozsvár, 2004.