

Eke beállítás és stabilitás vizsgálat

Study of Plough Setting and Stability

dr. PÁSZTOR Judit¹, dr. ILYÉS Szilárd¹, dr. POPA-MÜLLER Izolda¹,
dr. EGYED-FALUVÉGI Erzsébet¹

¹Sapientia EMTE, Műszaki és Humántudományok 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 21, E-mail: pjudit@ms.sapientia.ro

Abstract

Ploughing is basic tillage; its machine is the plough. During ploughing, the plough rotates the soil, 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 favorable energy consumption, and thus also indirectly from the point of view of the environment. In this paper we use mathematical models to study the plough-power machine group. We analyze the effect of plough adjustment on the stability of the machine group during the ploughing. Understanding stability is a necessary, important aspect of the technical training of a future horticultural engineer, agricultural engineer, landscape architect. The paper plans to help with this.

Keywords: plough, adjustment, stability, mathematical model.

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 vizsgáljuk az ágyeke-erőgép gépcsoportot. Elemezzük az ágyeke beállításának hatását a gépcsoport üzemeltetés közbeni stabilitására. A stabilitás megértése szükségszerű, fontos mozzanata a leendő kertészmérnök, agrármérnök, tájépítész műszaki képzésének. A dolgozat ehhez kíván segítséget nyújtani.

Kulcsszavak: eke, beállítás, stabilitás, matematikai modell.

1. BEVEZETÉS

Az ágyeke a talaj forgatását biztosító munkagép. Munkája közben függőlegesen és vízszintesen kivágja a talajszeletet, megemeli, és jobb oldalra fordítja azt, elszállítva a talajt az eredeti helyéről. A barázda átfordítása történhet csak jobbra, ez ágyekével valósul meg, és az átfordítás történhet jobbra és balra is, ezt a váltva forgató ekék végzik. Jelen dolgozat a függesztett ágyekét tanulmányozza, [1].

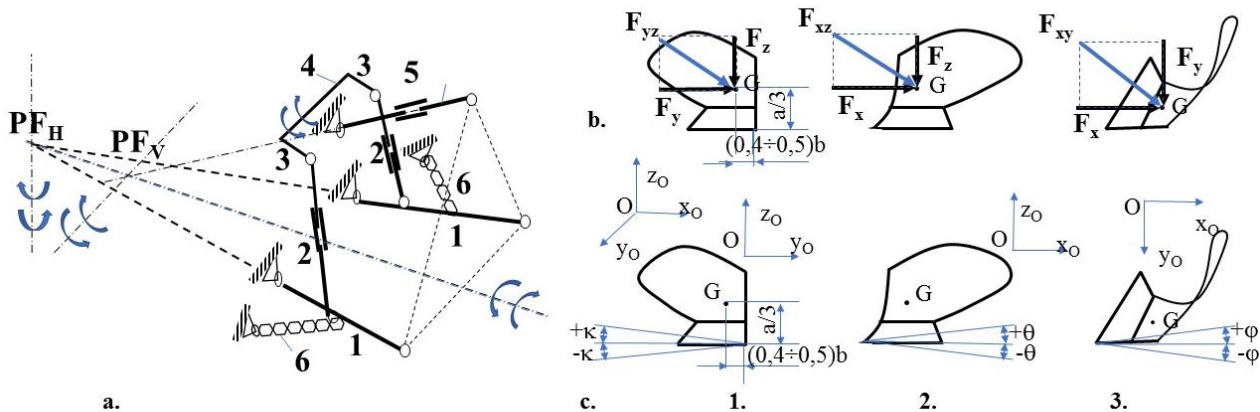
A függesztés az erőgép-munkagép kapcsolat egyik lehetősége, célja az erőgép vonóerejének növelése. A függesztés hárompont-függesztő berendezéssel történik. A függesztő berendezés egy karrendszer. Felépítése: 1-es vonókarok, 2-es függesztő karok, 3-as emelőkarok, 4-es emelőtengely, 5-ös felső támasztó rúd, 6-os feszítő láncok.

A függesztő berendezésnek szerepe van a munkagép beállításában és az erőgép-munkagép gépcsoport üzemeltetésében.

Az eke beállítása során munkamélységet, hossz- és keresztirányban vízszintességet, és munkaszélességet állítanak:

- A munkamélységet a mélységátároló kerék ekevas éléhez viszonyított emelésével-süllyesztésével érik el;
- A munkagép hosszirányú vízszintességét a függesztő berendezés 5-ös felső támasztó rúdjának a hosszváltoztatásával állítják, *1-a.ábra*;

- A munkagép keresztirányú vízszinteségét a 2-es függesztő karok hosszváltoztatása váltja ki, *1-a. ábra*;
- A munkaszélesség állítása két módon történhet: az első módszerrel, az első eketest fogásszélességének a változtatásával; a második módszerrel, az egész eke elfordításával, amely hatására az összes eketest fogásszélessége változik.



1. ábra. a-Hárompont-függesztő berendezés; b-eketesten levő erők; c- beállítások hatásai

Az eke beállítása akkor szakszerű, ha az 5-ös felső támasztó kar képzeletbeli meghosszabbítása és az 1-es alsó vonókarok síkja egy pontban, a PF_V függőleges pillanatnyi forgáspontban találkoznak. Itt érvényesül az erőgép vonóereje. Javasolt, hogy ez a pont vontatáskor a traktor hosszanti középvonalában legyen. A vonókarok meghosszabbításai a PF_H vízszintes pillanatnyi forgáspontban találkoznak, amely javasolt, hogy a traktor középvonalában legyen, [1].

A szántás során az eketestek kivágják, kiemelik és átfordítják a talajszeletet. Az eketesteken a talaj részéről ellenállások jelennek meg, amelyeket a G súlypontban ábrázoljuk., *1-b. ábra*. Az $x_0y_0z_0$ álló koordináta rendszerben az eketestre ható erő komponensei F_x , F_y és F_z . Az F_x a vágóerőt jelenti, az F_y az oldalirányú súrlódásban jelenik meg, és az F_z a kivágott talaj emeléséért felel. A közöttük lévő összefüggéseket az (1) egyenletek jelentik meg, [1].

$$F = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n k_0 a b \\ 0,33 F_x \\ 0,2 F_x \end{bmatrix}, \quad (1)$$

ahol: n az eketestek száma; k_0 a fajlagos talajellenállás, $[N/m^2]$; a a szántás mélysége, $[m]$; b az eketest munkaszélessége, fogásszélessége, $[m]$.

2. KIDOLGOZÁS

Jelen dolgozatban vizsgáljuk a beállítások hibájából adódó stabilitási problémákat. Azokat a beállításokat vizsgáljuk, amelyek érdekében az ekén elforgatásokat végeznek, [2], [3]: a keresztirányú vízszintre való állítást, a hosszanti vízszinteségre való állítást és az összes eketest munkaszélességének a változtatását. Az eke beállításainak érdekében tett elforgatásokat az eketest helyzetére a *1-c. ábra* szemlélteti.

A keresztirányú vízszinteség hiánya az eketest κ szögelfordulását jelenti az Ox_0 tengely körül az y_0Oz_0 síkban. Ha κ pozitív, akkor az eke bal része szánt mélyebben, ha κ negatív, akkor az eke jobb oldalon szánt mélyebben, *1-c1. ábra*.

A hosszirányú vízszinteség hiánya az eketest θ szögelfordulását jelenti az Oy_0 tengely körül az x_0Oz_0 síkban. Ha θ pozitív, akkor az eke sarkon jár, ha θ negatív, akkor az eke orron jár, *1-c2. ábra*.

A munkaszélesség változtatása az eketestek elfordításával az eketest φ szögelfordulását jelenti az Oz_0 tengely körül az x_0Oy_0 síkban. Ha φ pozitív, akkor az eke munkaszélessége nő, ha φ negatív, akkor a munkaszélesség csökken, *1-c3. ábra*.

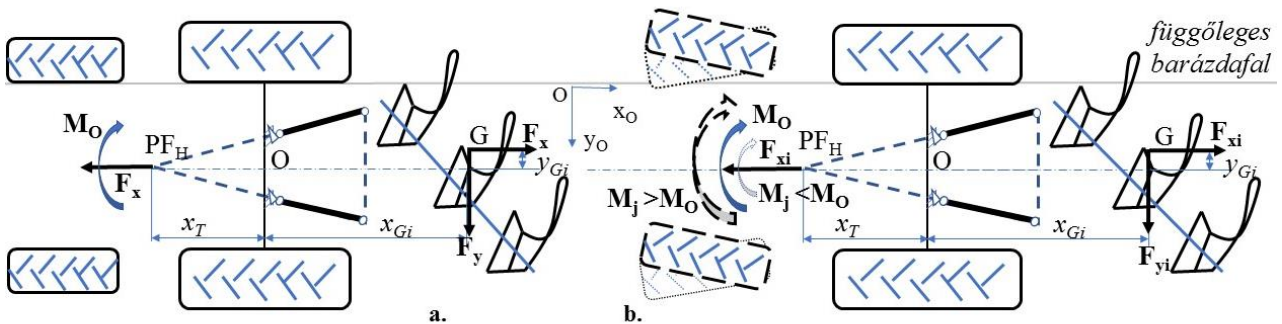
Az F eredő erő módosult értékei a különböző beállítási hibák miatt a következő összefüggésekkel számolhatók, [2], [3]:

$$F_1 = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \cos \kappa - F_z \sin \kappa \\ F_y \sin \kappa + F_z \cos \kappa \end{bmatrix}, \quad F_2 = \begin{bmatrix} F_x \cos \theta + F_z \sin \theta \\ F_y \\ -F_x \sin \theta + F_z \cos \theta \end{bmatrix}, \quad F_3 = \begin{bmatrix} F_x \cos \varphi + F_y \sin \varphi \\ -F_x \sin \varphi + F_y \cos \varphi \\ F_z \end{bmatrix} \quad (2)$$

ahol: F_1 a keresztirányú vízszinteség hiányában az ekén megjelenő eredő erő [N]; F_2 a hosszirányú vízszinteség hiányában az ekén megjelenő eredő erő [N]; F_3 a fogásszélesség változása során, az ekén megjelenő eredő erő [N].

A szántás közben az erőgép jobb kerekei a korábbi fogásban kiszántott barázda alján haladnak. Gyakran tapasztalható, látható, amint az erőgép nehezen tartja az egyenes irányt, elülső kerekei elfordulnak a függőleges barázdafaltól, 2-b.ábra. Ez a jelenség az erőgép-eké üzemeltetés közbeni instabilitásának tekinthető, amelyet a hibás beállítás okozza és további beállításokkal javítható.

Dolgozat módszere: meghatározzuk a különböző beállítási hibák eredményeként az erőgépen jelentkező nyomatékváltozást. Ennek érdekében meghatározzuk az erőgép-eké üzemeltetése során alkalmazandó modellt, és a jelenség szempontjából fontos erőket [4], [5], [6], [7], 2-a.ábra.



2.ábra. Erőgép-eké szántás közbeni stabilitása: a- helyes beállítás modell; b- hibás beállítás modell

A vizsgálat alapjául szolgáló nyomaték-egyenletet az x_0Oy_0 vízszintes síkban, az PF_H pontra, a vízszintes pillanatnyi forgáspontra számoljuk, 2-a.ábra. A nyomatékegyenletben csak a jelenség szempontjából jelentős erőket vettük figyelembe:

$$M_j = F_{xi}y_{Gi} + F_{yi}(x_T + x_{Gi}), \quad (3)$$

ahol: M_j a jelenség során meghatározott nyomaték, j a három ekebeállítás szögelfordulása [Nm]; F_{xi} a különböző beállításokkal kiváltott vonóerő, $i=1 \div 3$, [N]; F_{yi} a különböző beállításokkal kiváltott oldalirányú erő, $i=1 \div 3$, [N]; x_{Gi} és y_{Gi} az eke G súlypontjának a különböző beállításoktól függő koordinátái, [m]; x_T , y_T az erőgép vízszintes pillanatnyi forgáspontjának a koordinátái [m], jelen esetben $y_T=0$.

Az (1), (2), (3) összefüggések rámutatnak azokra a tényezőkre, amelyek a nyomaték meghatározásában szerepet kaphatnak:

$$M_j = f(k_o, a, b, \kappa, \theta, \varphi, x_G, y_G, x_T). \quad (4)$$

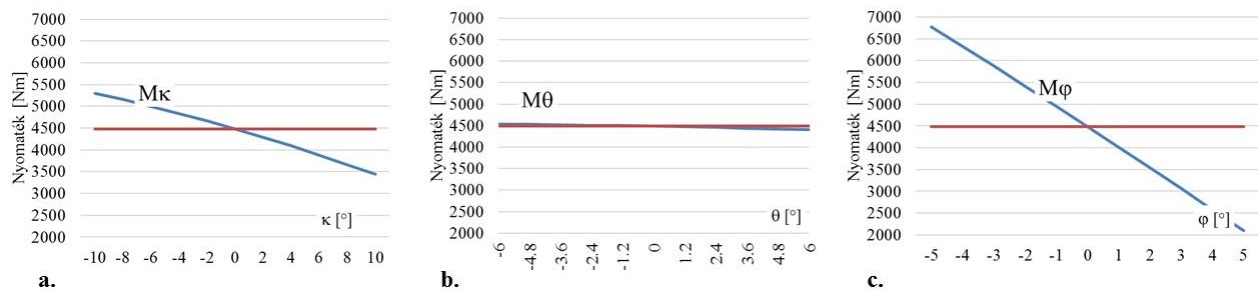
Az eke G súlypontjának koordinátáit a vízszintes síkban az 1-c1.ábra szemlélteti, [1]. A különböző elforgatások hatására a G_j súlypont helyzete az alábbi összefüggések szerint változik:

$$G_\kappa \left(x_G, y_G + \frac{a}{3} \sin \kappa \right), \quad G_\theta (x_G \cos \theta, y_G), \quad G_\varphi (x_G \cos \varphi, y_G + y_G \sin \varphi). \quad (5)$$

A (1-5) matematikai modellek alapján ábrázoltuk az ekén jelentkező nyomatékokat a három sajátos esetben: a keresztirányú vízszinteség és hosszirányú vízszinteség hiányában, valamint a munkaszélesség változtatásának érdekében történő elfordítás hatására, 3.a,b,c.ábra.

A használt adatok a PP3-30 eke méretei, $b=30$ cm, $n=3$, $a=22$ cm, $x_T=0,5$ m, $x_G=1,7$ m, $y_G=-0,3$ m. A talaj ellenállását vályogos talajra választottuk, ebben az esetben $k_0=40000-60000$ N/m², [8].

A diagramokon a κ , θ , φ szögek 0° értékei a helyes beállítást jelentik. Ezekre a helyzetekre meghatározott nyomatékok a helyesen beállított eken jelentkező erőkomponensek forgató hatásai. A 3.a,b,c.ábrán a vízszintes vonal jelzi ezt az értéket.



3. ábra. A beállítások hatása az erőgép-ek üzem közbeni stabilitására: a-keresztirányú vízszintezés; b-hosszirányú vízszintezés; c- munkaszélesség érdekében való elfordítás

3. KÖVETKEZTETÉSEK

Az eke keresztirányú vízszintességének hiánya hatással van az erőgépen jelentkező nyomatéokra. A jobb oldal mélyebb járása esetén, $\kappa < 0$, nagyobb nyomaték jelentkezik, amely az erőgép jobboldali kerekeit elfordítja a függőleges barázdafaltól. Az erőgép nehezen tartja az irányt. Ennek kiegyenlítése a kormánystruktúrából történik. Az eke bal oldali mélyebb járása esetén, $\kappa > 0$, kisebb nyomaték jelentkezik, amelyet a barázdafal vesz fel, ekkor az erőgép jól tartja az irányt.

Az eke hosszirányú vízszintességének hiánya, $\theta \neq 0$, nincs számottevő hatással a nyomaték változására.

Az eke elfordítása befolyásolja az erőgépen jelentkező nyomatékokat. A munkaszélesség csökkentése érdekében történő elforgatás, $\varphi < 0$, a nyomaték növekedését váltja ki, ekkor az erőgép nehezen tartja az egyenes irányt, a kormánystruktúra terhelődik. Az eke elfordítása a munkaszélesség növelése érdekében, $\varphi > 0$, a nyomaték csökkenését váltja ki, ekkor az erőgép jól tartja az irányt.

Az eke pontos beállítása elengedhetetlen a kedvező üzemeltetéshez, ezért ennek elsajátítása igen fontos mozzanata a mezőgazdasági műszaki szakképzésnek.

Az eke súlypontjának helyzete befolyásolja az erőgép-ek stabil üzemeltetését. Nagyon fontos az eke súlyponti helyzetének pontos ismerete, meghatározása.

IRODALMI HIVATKOZÁSOK

- [1] Szendrő, P. *Mezőgazdasági gépszerkezettan*, Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 2000.
- [2] Máté, M. *Műszaki mechanika – kinematika*, EME Kiadó, Kolozsvár, 2010.
- [3] Pásztor, J., Popa-Müller, I.: *Eke beállításainak dinamikai vonatkozásai*, EMT, XXVIII. OGÉT 2020, EMT Kiadó, 2020, p. 125-128.
- [4] Bulgakov, V., Adamchuk, V., Nadykto, V., Kistechok, O., Olt, J. *Theoretical research into the stability of motion of the ploughing tractor-implement unit operating on the „push-pull” principle*, Agronomy Research 15(4), 2017, p.1517- 1529, <https://doi.org/10.15159/AR.17.069>.
- [5] Ormenișan, A.N. *Theoretical and Experimental Research Concerning the Influence of Automatic Control Systems of the Tractor Linkage Mechanisms on the Dynamics and Energetics of Ploughing Units*, UTBv Kiadó, 2014, , p.19-37, <http://old.unitbv.ro/Portals/31/Sustineri%20de%20doctorat/Rezumat2014/OrmenisanAlexe.pdf>. (letöltve 2019.január 24.)
- [6] Pásztor, J., Popa-Müller, I. *Study of Three-Point Linkage of Power Machine*, Műszaki Tudományos Közlemények, vol.14, no.1, 2021, p.60-64, <https://doi.org/10.33894/mtk-2021.14.09>.
- [7] Tudor, A., Glodeanu, M., *Exploitation of agricultural machines*, Sitech Publishing House, Craiova, 2009.
- [8] Nutescu, C., David, L., Matache. M., Gageanu. I., *Research on the Draft Force Estimation of Variable Width Ploughs*, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 83, 2021, p.285-296.